

Tópicos Selectos de Optimización

María Ramos

Fernando Miranda *Editores*

**Optimización-Estocástica-Recursiva
Coherente-Sistémica y sus
variantes** (*probabilidad, econometría y
estadística aplicada*)

ECORFAN[®]

Tópicos Selectos de Optimización

Volumen 1

Para futuros volúmenes:
<http://www.ecorfan.org/series/>

ECORFAN Tópicos Selectos de Optimización

La serie del libro ofrecerá los volúmenes de contribuciones seleccionadas de investigadores que contribuyan a la actividad de difusión científica de ECORFAN en su área de investigación en Optimización. Además de tener una evaluación total, en las manos de los editores de la Universidad de Santiago de Compostela del Departamento de Economía Cuantitativa se colabora con calidad y puntualidad en sus capítulos, cada contribución individual fue arbitrada a estándares internacionales (LATINDEX-DIALNET-ResearchGate-DULCINEA-HISPANA-Sudoc- SHERPA-UNIVERSIA), la serie propone así a la comunidad académica , los informes recientes sobre los nuevos progresos en las áreas más interesantes y prometedoras de investigación en Optimización.

María Ramos · Fernando Miranda

Editores

**Optimización-Estocástica-Recursiva-Coherente-
Sistémica y sus variantes (*probabilidad,
econometría y estadística aplicada*)**

Universidad de Santiago de Compostela, España. Septiembre 30, 2012.

ECORFAN®

Editores

María Ramos
maria.ramos@usc.es

Fernando Miranda
fernando.miranda@usc.es

Universidad de Santiago de Compostela
Departamento de Economía Cuantitativa
Santiago de Compostela, España.

ISBN 978-607-00-5902-5

ISSN 2007-1582

e-ISSN 2007-3682

ECORFAN-México.

Número de Control TSO: 2012-01

Clasificación TSO (2012): 300912-0301

©ECORFAN-México.

Ninguna parte de este escrito amparado por la Ley Federal de Derechos de Autor ,podrá ser reproducida, transmitida o utilizada en cualquier forma o medio, ya sea gráfico, electrónico o mecánico, incluyendo, pero sin limitarse a lo siguiente: Citas en artículos y comentarios bibliográficos ,de compilación de datos periodísticos radiofónicos o electrónicos. Para los efectos de los artículos 13, 162,163 fracción I, 164 fracción I, 168, 169,209 fracción III y demás relativos de la Ley Federal de Derechos de Autor. Violaciones: Ser obligado al procesamiento bajo ley de copyright mexicana. El uso de nombres descriptivos generales, de nombres registrados, de marcas registradas, en esta publicación no implican, uniformemente en ausencia de una declaración específica, que tales nombres son exentos del protector relevante en leyes y regulaciones de México y por lo tanto libre para el uso general de la comunidad científica internacional. TSO es parte de los medios de ECORFAN (www.ecorfan.org)

Prefacio

El análisis de optimización está experimentando actualmente un período de la investigación intensiva y los varios nuevos progresos, motivados en parte por la necesidad de modelar, entender, pronosticar y controlar el comportamiento de muchos fenómenos sociales que se desarrollan en nuestro tiempo. Tales fenómenos aparecen en los campos de la economía, el cómputo, los riesgos, las finanzas, la administración y los negocios por mencionar algunos.

A menudo, es muy conveniente utilizar optimización para estudiar dinámica estocástica y hacer algunas derivaciones del mismo como la probabilidad, econometría y estadística. En tales casos, la investigación necesita la garantía de algunas características teóricas, tales como la existencia y la unicidad de las ciencias con ayuda de algunas disciplinas de análisis que nos focalicen en una comprensión profunda de los hechos y fenómenos en su conjunto pues incluso si existen posibilidades de solución, no pueden ser utilizadas necesariamente para simulaciones de optimización, en las cuales el modelo continuo es substituido por discreto, consecuentemente, nuevos acercamientos para la solución numérica y, por lo tanto, los nuevos algoritmos numéricos son muy importantes para la comunidad académica. Este volumen 1 contiene 25 capítulos arbitrados que se ocupan de estos asuntos, elegidos de entre las contribuciones, reunimos algunos investigadores y estudiantes de PhD, a partir de 7 países y de 2 continentes.

Monteiro analiza la relación entre los ciclos económicos y el efecto día-de-la- semana en los rendimientos del mercado bursátil español, durante el período de 1993 a 2011 en economía española que ha experimentado cambios significativos en su desempeño económico; Hernández muestra el desarrollo del análisis macroeconómico inevitablemente ha estado ligado a la utilización de los métodos matemáticos y construye un modelo de crecimiento económico con gasto público e incertidumbre utilizando el análisis dinámico indispensable, concluyendo que no se debe abusar en la construcción de modelos con uso de técnicas sofisticadas, pero sin contenido económico en sus planteamientos y resultados; Sierra propone un análisis comparativo en periodos cercanos a alta volatilidad del mercado de la persistencia medida con el exponente Hurst como proceso en el tiempo y presenta una etapa de valor constante o de tendencia decreciente para el caso del Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) en periodos previos a la más alta volatilidad.

Rodríguez & González ilustran de forma metodológica y empírica, la necesidad de ajustar o corregir los sesgos de agregación -debidos a los denominados efecto output (o mercado) y efecto precio- en la ecuación de descomposición del convencional índice de Divisia para la medida de la productividad en aquellas situaciones en las que no existe equilibrio competitivo a largo plazo en el mercado de los factores y productos; Escalera, García y Gallegos postulan un modelo con base en la teoría de Aceptación Tecnológica (TAM) para probar su validez dado los datos de la muestra. En la prueba de validez de la estructura, se trata de determinar en qué medida las preguntas diseñadas para medir un determinado factor realmente lo hacen; Viiano, Berasaluce y Quintero exponen una extensión de los modelos de matching y búsqueda directa con múltiples solicitudes en un entorno multisectorial con heterogeneidad entre empresas en cuanto a su productividad bajo el supuesto de que los trabajadores son homogéneos y escogen tanto a qué tipo de empresas desean solicitar trabajo así como el número de las solicitudes que desean enviar; Afonso considera un miembro particular de la clase de procesos de raíz unitaria estocástica (o aleatorizada) (STUR) dado por un proceso bilineal simple con una raíz unitaria, bajo cierta reparametrización del parámetro bilineal y utiliza los límites estocásticos propuestos recientemente para este proceso con objeto de demostrar la consistencia de algunos contrastes no paramétricos utilizados habitualmente de la hipótesis nula de estacionariedad frente a la alternativa de raíz unitaria bajo esta forma de no estacionariedad, diferente de la estacionariedad en diferencias; Vázquez, Cruz, Reyes, Juárez y Solano realizan un proceso auto-recursivo de orden uno y presentan pronósticos para la tasa interbancaria de equilibrio en México y previo a dicho pronóstico analizan la estadística de Durbin-Watson para eliminar la posibilidad de un ruido correlacionado de orden uno, además vía la teoría de martingalas se presentan estimaciones de los parámetros desconocidos del modelo; Hernández, Ríos y Garrido analizan las variables específicas de la empresa que afectan la estructura de capital de las empresas del sector industrial que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores en el periodo 2000-2010 y determinar si las variables que afectan dicha estructura se modifican por efecto de la crisis financiera internacional del 2007; Suyo & Castromán identifican los factores que sustentan las competencias distintivas, en particular los ligados al área de operaciones y clasificar en conglomerados las PyMES del sector hotelero según sus prioridades competitivas, realizado mediante una encuesta presentada a una muestra de las PyMES de la Comunidad Autónoma de Galicia – España; Pérez, Figueroa y Godínez muestran como se realiza el análisis de políticas agropecuarias en una comunidad rural mexicana mediante el llamado modelo de multiplicadores contables asociado a la matriz de contabilidad social de la comunidad de interés; Blanco, Miranda y Segovia aplican la Teoría Rough Sets (conjuntos aproximados) que se encuadra dentro de las técnicas de Inteligencia Artificial para evaluar el éxito en los mercados internacionales de una empresa, utilizando una muestra de empresas industriales españolas descritas mediante un conjunto de variables económico financieras; Ojeda & Velasco presentan una introducción a los modelos lineales jerárquicos e ilustran su aplicación a problemas de finanzas públicas, también presentan una caracterización de los datos con estructura jerárquica; Lebrancón realiza una propuesta, construida a partir de los anuarios estadísticos de China que denota el mayor crecimiento de los precios de las exportaciones y el fortalecimiento de los términos de intercambio de las manufacturas como principal rubro del comercio chino; Zamora realiza una evidencia empírica sobre el costo de degradación del suelo provocada por la actividad de los cultivos de la fresa y el maíz en la región del valle fresero de Michoacán; Espinosa, Cómbita y Lozano realizan un repaso histórico, un análisis teórico y una aplicación empírica de dos sistemas de ecuaciones de demanda (Sistema Lineal de Gastos -LES- y su versión extendida -ELES-), para ello explican los aportes de los autores más importantes e influyentes en este tema de la teoría del consumidor, seguido de un análisis microeconómico y econométrico de las condiciones necesarias para desarrollar el LES y ELES; Montalvo, Hernández y Gil encuentran una relación entre la confianza del consumidor, los niveles inflación y la percepción económica del país, puesto que el consumo es uno de los elementos más importantes dentro de la economía de los países se analiza a México y a Estados Unidos, con el fin de revisar los resultados en ambos países y de esta manera identificar factores determinantes de la confianza del consumidor en cada país.

Galicia & Flores analizan la eficiencia técnica de la industria eléctrica en México para diez tipos de generación de electricidad en el periodo 2000-2009 y estudian la asignación de insumos para la producción de electricidad y se divide de acuerdo al tipo de generación en relación al insumo que se utiliza para estimar un modelo de frontera estocástica de producción y determinar la relevancia que presenta cada tipo de generación; Pérez analiza el juego de las agencias de calificación de riesgo crediticio y como ocupan un papel fundamental en el actual sistema financiero a pesar de sus históricos fracasos a raíz de ciertas iniciativas internacionales (IOSCO) , aceleradas con la crisis económica, tanto Estados Unidos como la Unión Europea están adoptando posiciones de mayor control sobre su funcionamiento y modelo de negocio; Cervantes & Gallardo realizan un análisis cualitativo y cuantitativo del desempeño financiero actual de las MIPYMES del sector hotelero de la región noroeste de México, pretendiendo encontrar las ventajas económicas que les permitan realizar alianzas estratégicas, obtener financiamientos de bajo costo en función de la estructura financiera y desarrollar estrategias de viabilidad y permanencia en su entorno de competencia, con los mínimos riesgos posibles; Guzmán, De Miguel y Murias realizan un enfoque contestatario al modelo liberal en el sector andino de Sudamérica, denominados “vivir bien” en Bolivia y “buen vivir” en Ecuador y buscan disminuir el poder hegemónico del mercado en las economías, centrandó su atención en el hombre, la sociedad, el Estado, el mercado y la naturaleza con su teorización sobre el caso de análisis; Fernández retoma en parte el enfoque dual de Arthur Lewis que es el que mejor se apega a las condiciones de países en desarrollo como México y propone un modelo matemático utilizando un sistema dual que separa al mercado de trabajo en los sectores formal e informal, y se aplica un algoritmo de optimización dinámica estocástica, este modelo permite analizar las características particulares de la economía mexicana , Espinosa & Ruiz desarrollan un modelo microeconómico para explicar por qué las políticas de sanción usadas por países desarrollados han tenido efectos ambiguos para reducir el tráfico de drogas en los países en desarrollo, en el modelo, un país recibe inversión extranjera directa (IED) dependiendo del esfuerzo que haga su gobierno para reducir las exportaciones de drogas; Sánchez nos esboza una estrategia de seguridad nacional y la exploración petrolera en aguas profundas del golfo de México y la diversificación de su matriz energética a través de ambiciosas metas para la participación de las fuentes renovables de energía, finalmente Coen, Piovani y Torluccio quien nos presentan un trabajo de determinación del exponente de Hurst y cómo es que se puede utilizar para predecir las crisis venideras, dándonos perspectivas teóricas y una síntesis de sus usos en la economía financiera.

Quisiéramos agradecer a los revisores anónimos por sus informes y muchos otros que contribuyeron enormemente para la publicación en éstos procedimientos repasando los manuscritos que fueron sometidos. Finalmente, deseamos expresar nuestra gratitud a la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales en su Departamento de Economía Cuantitativa de la Universidad de Santiago de Compostela en el proceso de preparar esta edición del volumen.

Santiago de Compostela, España.
Septiembre 30, 2012

María Ramos
Fernando Miranda

Contenido	Pag
1 Economic cycles and calendar effects in stock prices: Evidence from Spanish market <i>João Dionísio</i>	1-24
2 Usos y limitaciones de la dinámica estocástica en el análisis macroeconómico convencional <i>José Hernández</i>	25-54
3 Relación de procesos de persistencia estimados a través de los coeficientes Hurst y volatilidad implícita en el mercado mexicano <i>Guillermo Sierra</i>	55-66
4 Corrección de los sesgos de agregación en el convencional índice de DIVISIA para la medida de la productividad: Una aplicación para el caso de la minería española <i>Xosé Rodríguez & Pilar González</i>	67-82
5 Modelación de la actitud hacia la compra en línea: Un estudio empírico en alumnos de posgrado <i>Milka Escalera, Arturo García y Gustavo Gallegos</i>	83-98
6 Matching y dispersión salarial en un mercado laboral multisectorial y con múltiples solicitudes <i>Lari Arthur , Julen Berasaluce y Coralía Azucena</i>	99-116
7 On testing for a stochastic unit root in financial time series: The case of a bilinear unit root process <i>Julio Afonso</i>	117-146
8 Modelado y predicción de la tasa de interés interbancaria de equilibrio en México vía un proceso auto-recursivo de orden uno <i>Víctor Vázquez, Hugo Cruz, Hortensia Reyes, Bulmaro Juárez y Francisco Solano</i>	147-160
9 Determinantes de la estructura de capital: Una investigación empírica del sector industrial que cotiza en la bolsa mexicana de valores <i>Guadalupe Hernández ,Humberto Ríos y Celso Garrido</i>	161-188
10 Análisis multidimensional de las competencias distintivas de las PyMES del sector hotelero de Galicia <i>Gabriel Suyo & Juan Castromán</i>	189-218

11 Análisis de política agropecuaria mediante la matriz de contabilidad social en una comunidad rural de México	219-232
<i>Francisco Pérez, Esther Figueroa y Lucila Godínez</i>	
12 Los factores determinantes del éxito en la actividad exportadora: Una aproximación mediante el análisis rough set	233-266
<i>Susana Blanco, Marta Miranda y María Segovia</i>	
13 Modelación jerárquica en las finanzas públicas	267-284
<i>Mario Ojeda & Fernando Velasco</i>	
14 Los términos de intercambio de China, 1994-2010	285-300
<i>Joseba Lebrancón</i>	
15 Medición de la rentabilidad económico-ambiental de dos cultivos de la región del valle fresero de Michoacán: Una aplicación de insumo producto y análisis prospectivo	301-326
<i>Ricardo Zamora</i>	
16 Teoría de los sistemas de ecuaciones de demanda: el caso del (les) y (eles): Una aplicación al consumo de los hogares en las regiones colombianas en 2008	327-358
<i>Oscar Espinosa, Rafael Enrique y Catalina Lozano</i>	
17 Los determinantes de la confianza del consumidor de vecinos distantes	359-370
<i>Raúl Montalvo, Clemente Hernández y Miguel Gil</i>	
18 Aplicación del modelo de frontera estocástica de producción para analizar la eficiencia técnica de la industria eléctrica en México	371-390
<i>Alexander Galicia & Miguel Flores</i>	
19 Gobernanza y supervisión de ciertos “controladores” del riesgo de inversión: El caso de las agencias de calificación de riesgos	391-406
<i>Elena Pérez</i>	
20 Permanencia de PyMES: Estrategias de viabilidad y riesgos	407-424
<i>María Cervantes & Luis Gallardo</i>	
21 ¿El vivir bien y el buen vivir, avanzan hacia el bienestar social?	425-444
<i>Juan Guzmán, José de Miguel y Pilar Murias</i>	
22 Un modelo de optimización para la economía mexicana	445-474
<i>Oscar Fernández</i>	

23 Tráfico de drogas, corrupción e inversión extranjera directa:	475-494
Teoría y evidencia	
<i>Rafael Espinosa & Antonio Ruiz</i>	
24 The national strategy of energy in México	495-509
<i>Julieta Sánchez</i>	
25 On the Utility of the Hurst exponent in predicting coming crises	510-537
<i>Tom Coen, Gianluca Piovani and Giuseppe Torluccio</i>	
Apéndice A . Comité Científico ECORFAN	538

Capítulo 1

Economic cycles and calendar effects in stock prices: Evidence from Spanish market

João Dionísio

J.Dionísio
Universidade da Beira Interior, Department of Management and Economics, Estrada do Sineiro, 6200-309 Covilhã,
Portugal.
jdm@ubi.pt

M.Ramos, F.Miranda (eds.) *Optimización-Estocástica-Recursiva-Coherente-Sistémica y sus variantes (probabilidad, econometría y estadística aplicada)*, Temas Selectos de Optimización-©ECORFAN-Santiago de Compostela, España, 2012.

Abstract

This article examines the relationship between economic cycles and the day-of-the-week effects in Spanish market returns. During the period 1993 to 2011 the Spanish economy has experienced significant changes in their economic performance. In this period it is possible to identify three large and distinct economic sub periods. These sub periods provide an opportunity to evaluate the effect of the underlying economic fundamentals on the calendar effects. The effects of the sub periods' economic fundamentals on the day-of-the-week returns are assessed using a methodology incorporating orthogonal contrasts variables. This approach address the problem of multiple testing that arises when tests for the simultaneous effect of multiple variables on the dependent variable and the respective t statistics on the variables will not be independent since all the test statistics contain the same estimated term in the statistics. This feature increases the simultaneous significance level of the family of t -tests which may incorrectly lead to the rejection of null hypotheses. As a result, this approach allows for a robust analysis on the existence of the day-of-the-week effects, the economic conditions effects on returns and the interaction between both effects.

Daily return series from the main Spanish stock index, from 6 July 1993 to 30 December 2011, were used for the model estimation. Results suggest no evidence for an effect of the economic cycles on day-of-the-week returns. Additionally, results did not show any evidence for the existence of a day-of-the-week effects throughout the study period. However, results showed a moderately significant difference in returns between the first, second and the third economic sub period. This return differential is due to the negative extreme movements in returns occurred in the third sub period.

1 Introduction

The existence of calendar effects has been documented over the last three decades in the equity markets. These studies challenged the assumptions of the dominant theory (Efficient Market hypothesis) and suggested alternative explanations for possible regularities in prices both due to the behaviour of investors and institutional arrangements. However, various empirical studies have reported a decline on seasonality over time. Additionally, many studies reporting significant calendar effects are embedded with problems of multiple testing, which may incorrectly lead to the rejection of the null hypotheses for a given individual significance level since the respective t statistics on the variables will not be independent and the simultaneous significance level of the family of t -tests will increase.

The purpose of this paper is to add to this body of work on calendar effects an analysis on this field in Spanish equity market, examining the main and the interaction effects in returns by day-of-the-week and economic cycles. The times series approach to the economic cycle - day-of-the-week relation on returns is examined using daily data for the IBEX 35 index over the period 6 July 1993 to 30 December 2011. To our knowledge there are no studies analyzing the main and interaction effects of the economic cycles and day-of-the-week effects on returns.

Since the mid-90s the Spanish economy has experienced significant changes in performance that translated roughly into three distinct economic periods, as evidenced by the significant different values of the descriptive statistics of the main economic and financial indicators. From the values of these descriptive measures of the Spanish economy we identify three distinct economic periods. The effects of these sub periods on the day-of-the-week effects on returns are the focus of this study. Several studies have reported evidence of calendar effects in daily returns.

Other studies provided evidence of changes in the behavior of returns before, during and after significant events (e.g. Backman et al., 1994, and the effects of developments in information technology; Choudhry, 2000, and the effect of the crash of 1987; Holden et al., 2005, and the effect of financial crises).

In this article the evidence for the existence of the main and interaction effects by day-of-week and economic cycles are examined for the Spanish stock market. Our time series approach uses the method of orthogonal contrasts. Keef and McGuinness (2001) also applied the method of orthogonal contrasts to the relationship between settlement regime changes and day-of-the-week effects in the New Zealand Stock Exchange. This article has basically a descriptive nature, where the interest lies in determining the facts about the relationship between economic cycles and day-of-the-week effects in returns. Several studies have presented evidence that calendar effects have diminished or even disappeared in the last decades as a result of changes at the level of decision-making process (developments in information technology that improved information flows) and at the structures of transaction (upgrading and integration of the trading, clearing and settlement systems) and the reduction of transaction costs, making the market more efficient in incorporating information in prices. Several studies have also demonstrated the existence of a relationship between economic fundamentals and the pattern of returns in the stock market.

Thus, it would be expected that a main effect exist between economic conditions, characterized by the different values in descriptive statistics of the main economic indicators, and the behavior of returns. However, there are no studies on whether different economic conditions for periods affect the returns by the day-of-the-week. In the analysis of the hypothesized role of the different economic conditions on the day-of-the-week returns, we use the general linear model (GLM) using a series of orthogonal contrasts. The methodology involved in the use of orthogonal contrasts and the various hypotheses underpinning their construction are set out in section 1.3.

The paper is structured as follows. In section 1.2 we present the evolution of the Spanish economy over the period of analysis and identify the distinct economic sub periods that underpin the analysis. Section 1.3 briefly reviews the literature of the day-of-the-week effects in mean returns. In section 1.4 we present the model of analysis, the construction of orthogonal contrasts and the hypotheses that support their construction. In section 1.5 we provide a description of the data series, we analyse their distributional features and statistical tests of the assumption of independently and identically distributed normal returns are carried out. In section 1.6 results are presented and discussed. Finally, section 1.7 presents the conclusions.

1.2 Economic Cycles in the Spanish Economy

The trade and financial integration that occurred over the last decades made the interdependencies and relationships between countries more pervasive and profound, making the transmission of shocks and contagion faster and more powerful, increasing the risk of macroeconomic instability and financial volatility. After a long period of economic expansion that began in the mid-nineties, the Spanish economy began to show early signs of exhaustion in 2006. The international economic interdependence severely hit the Spanish economy from mid-2007 with the bursting of the housing bubble in the United States, triggered by episodes of turbulence in the sub-prime niche of the U.S. domestic mortgage market, giving way to the global financial and economic crisis with the shock waves extending to economies around the world. In September 2008 the international financial crisis has deepened with the collapse of Lehman Brothers bank and the Spanish gross domestic product (GDP) was severely hit.

Regardless of the adverse effects of the international crisis in the Spanish economy, it has accumulated over the last and a half decade significant internal imbalances which corrections continue currently. Spanish growth model was heavily based on domestic demand, and more specifically in the construction and property development activities sectors. The disproportionate growth in the real estate sector, coupled with the expansion of credit needed to finance it, is at the basis of the Spanish economic imbalances. In this sector a spiral of growth in demand, prices and supply, fueled a major housing bubble that burst when the impact of the international crisis was felt in Spain. Figure 1 in appendix presents the quarterly growth rate of GDP and quarterly change (in percentage points) in unemployment in the period 1993:01 to 2011:12. In this period three distinct sub-periods (see the shaded areas in the figure 1) are observed in terms of average economic growth, GDP growth variability and average change in unemployment rate, namely, 6 July 1993 to 30 December 2000, 2 January 2001 to 31 July 2007 and 1 August 2007 to 30 December 2011. During these sub periods the quarterly average growth real rate (and standard deviation) in GDP was 0.82% (0.52%), 0.83% (0.18%) and -0.13% (0.69%) while the quarterly average change (in percentage points) in the unemployment rate was -0.21, -0.21 and 0.81, respectively.

The evolution pattern of the industrial production index (IPI) and the industrial business survey (IBS) in the three sub periods are similar to those observed for the GDP, with the IPI and IBS clearly registering in the second sub period the higher average growth and the lower variability in industrial production (see Figure 1.2 in appendix). Since the mid-nineties the construction sector and the property development activities in Spain had a major role in the accumulating of economic imbalances and the triggering of the current crisis. The disproportionate growth in house prices led to a housing bubble of enormous proportions. Three factors contributed to their emergence and development. First, the monetary policy followed by the European Central Bank, since 2001, which kept the reference interest rate to very low levels for the cyclical position of the Spanish economy. Second, fiscal policy followed by the Spanish government promoted home ownership over other alternatives. Third, the advantages of an economic growth model based on the construction and property development activities, from the political economy point of view (reductions of unemployment as these are labor-intensive activities; increase in housing value - favoring the median voter, who is usually a home owner; and generation of large tax revenues for the different public administrations (Terol, Valiñas and Pendiello, 2006).

Initial increases in housing prices resulted from favourable market conditions for mortgages, followed by additional increases resulting from the contagion of positive expectations about the evolution of prices, leading to a bubble of massive proportions. The bursting of the housing bubble led to a severe drop in demand, which in turn resulted in an adjustment of supply either via prices or via quantities. An important growth indicator of the construction and property development activities is the production of cement (thousands of metric tons) in Spain (Figure 3 in appendix). In the first, second and third sub periods, the production of cement had a monthly average increase of 0.60%, 0.72% and -2.30%, respectively. In turn, steel production, an indicator more closely related to the manufacturing sector, showed a more moderate growth in these sub periods.

The disproportionate growth of the construction and property development activities led to a significant increase in credit to finance these activities. In turn, the disproportionate credit for these activities constituted the transmission channel of the housing crisis to the banking sector (Figure 1.4 in appendix). In these sub periods, bank credit to the construction sector experienced quarterly average growth rates of 1.13%, 4.72% and -2.35% for the first, second and third sub periods, while the credit granted to other industrial sectors showed average growth rates of 0.95%, 2.12% and 0.11%, respectively. In 2007 loans to construction and property development sectors accounted for almost 45% of the Spanish GDP (14.5% to construction and 30% to property development), when their overall weight in product was less than 20% (Carballo-Cruz, 2011).

The granted credit's pattern to households for the acquisition and rehabilitation of homes followed a similar pattern to the credit granted to the construction and property development sectors (Figure 1.5 in appendix). For these sub periods the quarterly average growth rates of the credit granted to families for purchase and rehabilitation of homes was 4.03%, 4.52% and 0.41% which compares with average growth rates for the remaining consumer credit of 2.34%, 3.28% and -0.80%, respectively. This unbalanced growth of the credit resulted in a high risk concentration of loan portfolios of banks in these sectors, on both the supply and demand side. The high stocks of real estate assets, which the construction or purchase was financed with bank loans, remained in the balance sheets of banks, creating solvency problems to the banking system by way of default losses and depreciation of real estate assets.

From mid-2008, the high unemployment, the high levels of indebtedness of households and businesses and the reduction of product worsened the solvency problems of banks and impeded the deleveraging process of banks and families. With the intensification of the crisis in the third sub period there was a marked contraction of the annual credit growth rate, which turned negative due to the prolonged crisis. The type of credit that has experienced a greater contraction during the crisis was credit to enterprises. Credit to households fell slightly, and since mid-2008 remained close to zero. The construction industry was the sector most affected by the bank credit, showing a sharp decline since mid-2008 (Figure 1.4 in appendix).

Regarding the risk premium of Spanish public debt (differential yield between treasury bonds of Spanish and German), there is a clear and distinct pattern in the three sub periods (Figure 1.6 in appendix). In the first sub period the risk premium showed a decreasing trend from mid-1995 until the introduction of the euro, reflecting the real convergence of the Spanish economy, the economic growth and the declining trend of the budget deficit and public debt (Figure 1.7 in appendix). In the second sub period, the risk premium of Spanish debt was close to zero reflecting the good performance of the economy, the reduced budget deficits and the stable level of public debt. In the third sub period, from late 2007, the risk premium showed a sharp increase, exceeding 400 basis points in August 2011. The latter pattern reflected tensions experienced in the financial markets of Europe, resulting from the crisis of sovereign debt in some European States, which increased the financing costs of the States and banks, making it difficult to access internal and external financial markets. In the case of the Spanish economy, the high risk premiums of the public debt are most affected by the high budget deficits experienced since 2007 and the prospects of the economic framework than actually by the level of public debt that is clearly sustainable.

The financing difficulties of the economy and the budget deficits from 2007 onwards are reflected in the net outflow of funds from the Spanish economy, particularly from foreign investors (Figure 1.8 in appendix). The patterns of price-to-earnings ratio and the turnover recorded in the three sub periods in the stock market (Figure 1.9 in appendix) reflect the performance of the Spanish economy over the full period (and the decrease in profitability of companies in the last sub period), the contagion effect of international financial crisis and the uncertainty in results of listed companies in Spanish market on the volatility of the transaction volumes.

1.3 Calendar Effects

A number of studies have focused on and reported evidence on the day-of-the-week effect (see, among others, Jaffee and Westerfield, 1985; Thaler, 1987; Agrawal and Ikenberry, 1994; Arsad and Coutts, 1997; Keef and Roush, 2005). The day-of-the-week effect, initially studied in US markets, refers to the finding by French (1980) and Gibbons and Hess (1981) that Monday returns are, on average, negative and lower than for the rest of the week. Several explanations for the existence of a day-of-the-week effect were advanced.

At the time, when fully electronic clearing and settlement market infrastructure were not yet implemented, Lakonishok and Levi (1982) have attributed some of the weekend effect to settlement practices and check-clearing conventions that make purchasing stock on Fridays attractive, but Dyl and Martin (1985) and Jaffee and Westerfield (1985) find no support for this rationale. Another hypothesis is that more stocks go ex-dividend on Mondays, thereby lowering prices and returns, but Lakonishok and Smidt (1988) report results inconsistent with this argument¹. Some have suggested that stock returns could be lower on Mondays if firms typically wait until weekends to release bad news, but this would not occur in efficient markets because agents would anticipate firms' behavior and discount stocks accordingly.

Several studies have corroborated the findings for U.S. equity markets and other developed markets. Jaffee and Westerfield (1985) also documented day-of-the-week effects with significantly negative Monday returns for the Australian, Canadian, Japanese and U.K. markets. Other studies which have found day-of-the-week effects in multi-country studies for developed markets are Dubois and Louvet (1996) and Tong (2000). Other recent studies have also shown a decline in the Monday effect in the US (Chen and Singal 2003; Marquering *et al.* 2006).

Other work casts some doubt on the robustness of the weekend effect. Connolly (1989) argues that previous findings depend heavily on the assumption that returns are normally distributed with a constant variance. Using estimators that are robust with respect to violations of these assumptions, he finds much weaker evidence of a weekend effect, particularly after 1975. In a multi-country study for developed markets, Chang *et al.* (1993), using procedures similar to Connolly, only found evidence of a day-of-the-week effect in 13 out of 23 countries, and their results were sensitive to the choice of statistical testing procedure.

Some relevant investigations have also studied this effect in Spanish market. Empirical evidence shows conflicting results depending on the period investigated. While Santesmases (1986) does not report a day of the week effect for the period 1979-83, subsequently Corredor and Santamaría (1996), Camino (1997) and García (2007) detected abnormally high returns on Fridays.

1.4 Methodology: Model and Hypotheses

1.4.1 Model

In this article we use the method of orthogonal contrasts to characterize the modulation of the day of the week return in the Spanish market by the economic cycles experienced in the Spanish economy. Orthogonality means that the observed *t* statistics of the contrasts variables are statistically independent. For any linear model, the orthogonality yields the following properties: (i) a constant, which in a matrix form, consist in a single column of ones, (ii) columns contrasts, excluding the constant, which all sum to zero, and (iii) cross-products of all pairs of contrasts which all sum to zero. These properties are widely reported elsewhere and content in any text dealing with the analysis of variance.

¹ Psychological explanations include Miller (1988), who attributes negative returns on Mondays to individuals selling rather than institutions. He argues that individuals sell on Mondays after using the weekend to decide to sell, uninfluenced by brokers who are unlikely to recommend selling. Rystrom and Benson (1989) attribute the negative Monday returns to investor pessimism on Mondays. Dyl and Holland (1990) and Lakonishok and Maberly (1990) report some support for this argument in that odd-lot selling, which is indicative of individuals' transactions, is higher on Mondays.

We describe below the general linear model used in this study. The description of the model helps to explain the intimate relationship between the economic logic of contrasts, its structure and the concomitant hypotheses. Using bold characters to represent matrices, and assuming linearity, the general model to describe systematic differences in daily returns is given by:

$$\mathbf{r} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (1)$$

In this study there are three main contrasts for economic cycles and five for the day-of-the-week effects. Let D_i and C_j represent day-of-the-week and economic cycle's contrasts, respectively. Each set of contrasts consists of a constant, denoted by subscript zero, and two orthogonal contrasts for the economic cycles and four orthogonal contrasts for the days of the week. The precise form of these are described in the table 1 and discussed in subsequent sections. Thus, t th row of the equation (1.1) can be written as:

$$r_t = \mathbf{x}_t \boldsymbol{\beta} + \varepsilon_t. \quad (1.1)$$

Omitting subscripts for coefficients for convenience, we can see that \mathbf{x}_t (the vector of contrast variables) in equation (1.2.1) can be written as equation (1.2)

$$\mathbf{x}_t = \{C_0 + \sum_{j=1}^2 C_j\} * \{D_0 + \sum_{i=1}^4 D_i\} \quad (1.2)$$

$$= C_0 D_0 \quad (1.2.1)$$

$$+ C_0 \sum_{i=1}^4 D_i \quad (1.2.2)$$

$$+ D_0 \sum_{j=1}^2 C_j \quad (1.2.3)$$

$$+ \sum_{j=1}^2 C_j \sum_{i=1}^4 D_i. \quad (1.2.4)$$

Term equation (1.2.1) represents the grand constant, $C_0 D_0$. It characterizes the average daily rate of return across the total data set. Second term equation (1.2.2) captures the interaction constant of the economic cycle contrasts with the four day of the week (denoted by D_1, D_2, D_3, D_4 , see Table 1.3). These are the main effects of the day-of-the-week that emerge after controlling for economic cycles effects. Similarly, third term equation (1.2.3) represent the two main effects of economic cycles (denoted by C_1, C_2). Last term equation (1.2.4) captures the eight interactions between the two main effects of economic cycles and the four main effects of day-of-the-week (denoted by $C_1 D_1, C_1 D_2, \dots, C_2 D_4$). It should be noted that it is impossible to provide an unequivocally economic interpretation for any main effect if it is involved in a significant interaction. Thus, when the interaction terms are statistically insignificant, the main effect can be viewed as being consistent across the levels of the complementary interaction effect.

The structure of the orthogonal contrasts used to test the hypotheses is described in Table 1. The economic interpretation of the contrasts is simple. For example, day-of-the-week contrast D_1 compares the observed return on Monday with the observed average return over the rest of the week (ROW). Likewise, the economic cycle contrast C_1 compares the return during the EC3 period to the average return over the two earlier economic cycles.

Table 1 Contrasts by day-of-the-week (DW) and economic cycle (EC)

	Constant		Contrasts		
(i) Day-of-the-week (DW) contrasts					
Day	D_0	D_1	D_2	D_3	D_4
Monday	1	1	0	0	0
Tuesday	1	-0,25	-1	0,5	0
Wednesday	1	-0,25	0	-0,5	1
Thursday	1	-0,25	0	-0,5	-1
Friday	1	-0,25	1	0,5	0
(ii) Economic cycle (EC) contrasts					
Economic cycle	C_0	C_1	C_2		
EC1: 3 Jul 93 – 31 Dec 00	1	0,5	1		
EC2: 2 Jan 01 – 31 Jul 07	1	0,5	-1		
EC3: 1 Aug 07 – 31 Dec 11	1	-1	0		

The next section explains how the economic logic and empirical regularities reported elsewhere led to the development of the various contrasts and hypotheses. The empirical regularities, such as the prevalent Monday or “weekend” effect, are reflected in much of the day-of-the-week literature (see Section 1.3).

1.4.2 Hypotheses

The construction of the economic cycle’s contrasts is marked by the economic changes that occurred along the overall period, but with particular emphasis on the passage of EC2 to EC3. The significance of this change, discussed in section 1.3, is reflected in the role attributed to the C_1 contrast.

The contrast variable C_1 is designed to test for a difference in the day-of-the-week effects between the third and the average in the first and second economic cycles. The contrast C_2 is designed to test for a difference in the day-of-the-week effects between the first and the second economic cycles.

The construction of the economic cycles contrasts, along with the specific day-of-the-week contrasts and interaction terms are described relative to a number of possible day-of-the-week effects. These are described below.

There is a disseminated evidence of a significant negative return on Monday and lower than for the rest of the week.

Several explanations for the existence of a significant negative return were advanced: release of bad news while the markets are closed (price changes in the non-trading period between Friday close and the Monday open), that more stocks go ex-dividend on Mondays, psychological explanations (individual investor pessimism on Mondays and higher odd-lot selling on Mondays). Connolly (1989) using estimators that are robust to the non-normality and varying variance of returns find much weaker evidence of the Monday effect.

Subsequent studies by Chang et al. (1993)), Dubois and Louvet (1996), Chen and Singal(2003) and Marquering et al.(2006) also report a weakening of the Monday effect.

The appearance of such a Monday effect in the Spanish market during earlier sub periods and the weakening or disappearance in the last sub period would not be surprising given this previous evidence.

In the last decade, developments in the information technology, along with the integrated trading, settlement and clearing systems, which are now fully electronic and order flow instantaneously processed, have improved information flows and made markets closer to being efficient.

Day-of-the-week contrast D_1 tests for the Monday effect during the overall period. Rejection of the formulated null hypothesis (H1) would be supportive of such an effect in the Spanish market.

$$H_1 : [Monday = ROW]_{[for \text{ all EC}]}$$

The significance of D1, and the absence of significant interactions of D1 with all economic cycles' contrasts, would confirm the uniformity of the Monday effect across the whole sample.

Considering the profound changes in the patterns of the main economic indicators in the third sub period of the Spanish economy, along with the technological changes occurred in the trading, clearing and settlement infrastructure and the development of information technology over the last decade, it is admissible that the Monday effect has diminished or disappeared.

This possibility is duly considered in C1 contrast and stated in the null hypothesis H2 below.

$$H_2 : [Monday - ROW]_{[for \text{ EC3}]} = [Monday - ROW]_{[for \text{ EC1 and EC2}]}$$

The significance of the interaction term between C1 and the day-of-the-week effect contrast D1, defined as S1D1, would lead to the rejection of this hypothesis.

The C2 contrast tests for a difference in observed returns between the first and second sub periods. Combining this contrast with the day-of-the-week contrast D1, we obtain the interaction of C2 by D1, C2D1, allowing to test for a differential Monday effect between cycle 1 and cycle 2.

The significance of C2D1 would suggest rejecting the null hypothesis H3 below.

$$H_3 : [Monday - ROW]_{[for \text{ EC1}]} = [Monday - ROW]_{[for \text{ EC2}]}$$

Large Friday returns, along with negative Monday returns have also been taken as a manifestation of the documented 'weekend effect'. Although the Monday effect has received the most attention, widespread evidence exist in favor of a Friday effect.

Agrawal and Tandon (1994) report significantly positive Friday returns for 18 out of 19 countries. Day-of-the-week contrast D2 serves as a partial test for this effect in the Spanish market. It compares the average return on Friday with that observed on a Tuesday.

This hypothesis is formally stated as

$$H_4 : [Friday]_{[for \text{ all sub periods}]} = [Tuesday]_{[for \text{ all sub periods}]}$$

The implicit, and questionable, assumption is that Tuesday would represent a typical day-of-the-week.

A priori there is little evidence to suggest the contrary although Jaffe and Westerfield (1985) and Agrawal and Tandon (1994) find a significantly negative Tuesday effect in Australian stock returns, and Jaffe and Westerfield propose a linkage between Tuesdays in the Asia-Pacific and the (negative) Monday effect in the US.

The interaction of all economic cycle contrasts with D2 (C1D2, C2D2) provides a uniformity test for H4.

The remaining day-of-the-week contrasts, denoted by D3 and D4, are a direct consequence of the orthogonality constraints.

They can be viewed as a Wednesday and Thursday effect *versus* a Tuesday and Friday effect, and a Wednesday *versus* Thursday effect, respectively.

In the literature there is no evidence for these effects and as such there are no economic explanations, not being proposed hypotheses for these main effects or their interactions with the economic cycles' contrasts (C1D3, C2D3, C1D4 and C2D4).

While the main objective of this paper is to examine the impact of economic cycles in the day-of-the-week returns (as specified above in some hypotheses) it is expected that in periods with negative economic growth rates or with decreasing trend in growth, market returns are lower than those observed during periods of economic expansion or with increasing trend in growth.

Thus, it is expected that coefficients of the C1 and C2 terms are statistically significant.

The inclusion of the main effects for economic cycles therefore serves a primary role in controlling for systematic variation in returns.

The grand constant term COD0 characterizes the average daily index return over the whole data-set, after controlling for the various contrast terms.

Considerations on the risk-return relation and time-value-of-money would suggest that this constant, after controlling for the temporal variation related to the different indicators of the economic cycles, should be positive. However, the grand constant might not be significant if return variability is high.

1.5 Data

The data employed in this study are daily closing prices from the Spanish Stock Market over the estimation period July, 6, 1993 to December, 30, 2011, encompassing 4649 trading days/daily returns that were available for analysis.

The capitalization-weighted IBEX-35 Price Index is used. It is a market capitalization weighted index comprising the 35 most liquid Spanish stocks traded in the continuous market of the Madrid Stock Exchange (Spanish Stock Market Interconnection System or SIBE), the computerized and integrated trading system legally defined for the negotiation of the major securities listed on Spanish stock markets.

This index is the main indicator of the blue-chip segment and contains the 35 largest companies in terms of turnover and free float capitalization in the Spanish market.

For a stock to be included in the IBEX 35, its average free float market capitalization must be greater than 0.30% of the average free float capitalization of the index during the control period (semester). In 2006, the IBEX-35 capitalization represented approximately 70% of the total Spanish market capitalization.

The long-term market index series is obtained from www.finance.yahoo.com.

The calculated return series of IBEX-35 is adjusted for net dividends and stocks splits, removing the possibility that day-of-the-week returns are affected by ex-dividend effects concentrating on specific week days. McGuinness (1997) report evidence for this effect.

The series of daily market returns are calculated as the continuously compounded returns

$$r_t = \text{Ln}(P_t / P_{t-1}).100 \quad (1.3)$$

Where r_t is the daily return in day t and P_t is the index level at the end of day t .

Table 1 reports descriptive statistics for the IBEX-35 return series over the full period and the three sub periods: 6 July 1993 to 30 December 2000, 2 January 2001 to 31 July 2007 and 1 August 2007 to 30 December 2011.

These statistics allow testing null hypotheses of normal, independent and identically distributed variables.

In addition, descriptive statistics for the returns on IBEX-35, for the whole period, and for sub subsamples partitioned by day-of-the-week and economic cycle, are shown in appendix 1.

With particular regard there is the low Monday return (mean=-0.041%) and the high Tuesday (mean=0.066) and Friday (mean=0.071) returns in the whole period.

Among the three periods, the lowest mean daily return (-0.048%) and the highest standard deviation (1.901%) occurs in the third period, reflecting the high uncertainty observed in this period and the decreasing trend in stock prices.

Similarly, during this period, Monday has the lowest mean return (-0.197%) and the highest standard deviation (2.215%) across all weekdays and the three sub periods.

By and large, there is evidence, in all periods, against the assumption that returns are normally distributed. The estimated skewness coefficients reject the symmetric distribution null hypothesis, with the returns in the first sub period (third sub period) being negatively (positively) skewed indicating the greater likelihood of observations lying below (above) the mean.

The evidence also indicates significantly fatter tails than does the stationary normal distribution for each period.

The kurtosis or degree of excess is significant at the 1% level across all periods indicating leptokurtic distributions.

The Jarque-Bera statistic and the comparison of the empirical distribution (Lilliefors statistic) with the theoretical one also reject the null hypothesis of normality of daily returns.

The independence assumption for the T observations in each period is tested by calculating the first three order autocorrelation coefficients.

Using the usual approximation of $1/\sqrt{T}$ as the standard error of the estimate, the statistics for the full period reject the second and third order zero correlation null hypothesis at the 1% level.

For the first sub period, the statistic rejects the first and second order zero correlation null hypotheses. In the second sub period, the first through third order zero correlation null hypotheses can not be rejected and in the third sub period the second and third order zero correlation null hypotheses are rejected at the 5% level.

The returns in all three sub periods also exhibit, mostly, negative autocorrelation.

The Ljung-Box $Q(10)$ statistic for the cumulative effect of up to tenth-order autocorrelation in the standardized residuals exceeds the 1% critical value from a χ_{10}^2 distribution for the first two sub periods.

Table 2 Sample statistics for daily market returns, 6 July 1993 to 30 December 2011

Descriptive Statistics	Full period	First sub-period	Second sub-period	Third sub-period
Observations	4649	1867	1658	1124
Mean	0,023	0,0629	0,0282	-0,0476
Std. deviation	1,470	1,330	1,268	1,902
Minimum	-9,585	-7,327	-5,993	-9,585
Maximum	13,483	6,468	5,789	13,483
Skewness	-0,0088	-0,3155***	-0,030	0,234***
Kurtosis	8,211***	6,0733***	5,493***	8,148***
JB test	5260,7***	765,76***	429,74***	1251,6***
Empirical Distribution Test	0,0606***	0,0444***	0,0647***	0,0665***
r_1	0,022	0,070***	-0,026	0,011
r_2	-0,050***	-0,059**	-0,021	-0,065**
r_3	-0,040***	-0,014	-0,037	-0,064**
$Q(10)$ Standardized Residual	40,352***	27,414***	33,351***	18,038*
$Q(10)$ Squared Standardized Residual	1780,7***	812,52***	1173,2***	291,77***
ADF unit root test	-14,566***	-31,368***	-10,468***	-16,599***
P-P unit root test	-66,791***	-40,162***	-41,817***	-33,431***

JB statistic: Jarque-Bera test for a normal distribution. Empirical Distribution Test is a goodness-of-fit test that compares the empirical distribution of daily returns with the normal theoretical distribution function. The value reported is the Lilliefors statistic. r_1, r_2, r_3 are the first three autocorrelations coefficients. Asterisks indicate significance at the 10%*, 5%** and 1% *** levels. The reported ADF test is performed with an intercept and an optimal lag structure according to the Akaike Information Criteria.

The Ljung-Box $Q(10)$ statistic on the squared standardized residuals provides us with a test of intertemporal dependence in the variance.

The statistics for all three periods reject the variance zero correlation null hypotheses.

That is, the distribution of the next squared return depends not only on the current return but on several previous returns.

These results clearly reject the independence assumption for the time series of daily stock returns.

Finally, Augmented Dickey-Fuller and Phillips-Peron tests reject the null hypothesis of a unit root and we conclude that the IBEX-35 return series over the full period and sub periods is stationary and suitable for a regression-based analysis.

1.6 Results

The sub samples reveal a remarkable variability in mean returns between days-of-the-week and across economic periods.

For instance, in the first sub period the higher (lower) mean return is observed on Friday (Wednesday); in the second sub period the highest (lowest) mean return is observed on Thursday (Tuesday), registering during this period the smallest variation in returns among the three sub periods. In the third sub period, the higher (lower) mean return is observed on Tuesday (Monday) (see table 1 in appendix).

Thus, there is a high variability in the average returns by day-of-the-week throughout economic cycles. As expected, daily returns in the second (third) sub period exhibited lower (higher) volatility reflecting the stable (instable) behavior of economic and financial fundamentals in these periods.

How the average returns of the days-of-the-week are modulated by economic periods is examined by applying OLS regression to orthogonal contrast variables featured in equation (1.2) and outlined in section 1.4.

The estimated coefficients and standard errors of the orthogonal contrasts detailed in equation (1.2) and designed in Table 1 are shown in Table 1.3. This table also includes the R^2 , the adjusted R^2 and the F statistic of the null hypothesis that all slope coefficients are jointly zero.

The test results of Breusch-Godfrey Lagrange multiplier and White's heteroskedasticity used to test for higher order serial correlation and heteroscedasticity in the least squares residuals, respectively, reject the null hypotheses of no high order serial correlation and no heteroscedasticity in the residuals.

In this regard, the standard errors in OLS regression coefficients were estimated incorporating adjustments for heteroscedasticity and autocorrelation in the residuals using the Newey-West procedure (with the option of automatic search for order of serial correlation, which resulted in a lag = 9).

Additionally, and as reported in the empirical literature involving daily returns and long series, residuals in the OLS regressions exhibit leptokurtosis² and a modest skewness.

If the true error distribution is considerably fatter tailed than the normal, it could be that the null hypotheses of no calendar effects were more likely to be rejected than the chosen significance level would indicate.

The problem with these undesirable properties (high leptokurtosis/high variance) is that outliers can drive unnaturally the results.

Logically, daily returns tend to present a higher number of extreme returns in periods of high uncertainty in economic fundamentals, reflected in high standard deviation of the main economic indicators.

In periods of relative stability in the economic fundamentals, as is the case of the first and second sub periods in the Spanish economy, extreme movements in returns tend to be rare (see the bottom of the Table 1.3).

The continuous problem is that it is difficult to distinguish between two explanations for the observed outliers.

In a first case they could be due to chance (economic stable periods), which would suggest their retention or, alternatively, to a systemic effect which would suggest their inclusion (economic instability - third sub-period).

The problem of leptokurtosis in residuals was addressed globally through a winsoring/filtering technique.

The estimated regressions were performed with two arbitrary cut off points, $|r| < 3,5\%$ and $|r| < 3\%$. The winsoring technique has led to the rejection of 140 returns for the cut off of $|r| < 3,5\%$ (Table 3) and 226 returns for the cut off of $|r| < 3\%$ (Table 1.4).

Other regressions with lower cut off points were also estimated, producing no change in the significance of the estimated coefficients relative to the regression with the cut off $|r| < 3\%$ (see Table 1.4 for regression with cut point $|r| < 2,5\%$).

By and large, the overall results were largely unaffected by the winsoring of outliers. The estimated results for the overall sample and the winsorized data with cut points of $|r| < 3\%$, $|r| < 3,5\%$ and $|r| < 2,5\%$ are shown in columns of Table 1.3 and Table 1.4.

Below the results of OLS regressions are discussed in direct relation to the hypotheses formulated in section 1.4.

² The distribution of stock returns and hence the error term of regression models is also a key issue in examining calendar effects. Fama (1965) and Officer (1972) noted that empirical distributions of individual stocks returns showed some degree of leptokurtosis for every stock, with distributions more peaked in the centre and having longer tails than the normal distributions. Fama (1965) suggest that the variance of returns might be infinite and best modelled by a stable paretian distribution. Blateberg and Gonedes (1974) and Jensen and de Vries (1991) argue that daily stock returns could be adequately modelled by a fat-tailed distribution such as the Student-t distribution.

For the overall mean return, standard errors of the estimated coefficients make them insignificantly different from zero in the two regressions in Table 1.3.

This result reflects the inherent variability in returns during the study period (mean $r = 0.023\%$, st.dev = 1,470%, $n = 4649$ obsv), but particularly in the third sub-period (mean $r = -0.048\%$, st.dev = 1,901%, $n = 1124$ obsv).

The estimated coefficients in the regressions with outliers removed (columns in Table 1.3 and Table 1.4) increased the size of the global conditional mean and its t-statistic values but proved to be statistically insignificant.

This suggests that returns were still highly variable after the removal of outliers.

Given the high variability in returns, even after the process of winsoring extreme observations, it would be expect that only a true day-of-the-week effect on the market and affected by the underlying economic conditions of the periods stand out in the estimated regressions.

Table 1.3 Estimated OLS regression model with orthogonal contrasts for model (1)

Explanatory Variable	Dependent variable		$r_t = Ln(IBEX\ 35_t / IBEX\ 35_{t-1}) * 100$	
	All data, $n = 4649$		Winsored (3%), $n = 4423$	
	Estim.Coeff.	t stat.(NW)	Estim.Coeff.	t stat.(NW)
D_0C_0 (Grand Constant)	0.014	0.661	0.027	1.484
D_1	0.013	0.312	-0.059	-1.645*
D_2	-0.030	-0.737	0.013	0.453
D_3	-0.075	-1.352	0.063	1.573
D_4	-0.003	-0.109	-0.026	-0.935
C_1	0.062	1.757*	0.033	1.135
C_2	0.017	0.813	0.027	1.395
D_1C_1	-0.055	-0.771	0.084	1.444
D_1C_2	0.051	1.241	-0.035	-0.947
D_2C_1	0.086	1.208	0.021	0.443
D_2C_2	0.006	0.193	0.020	0.735
D_3C_1	-0.037	-0.396	-0.020	-0.303
D_3C_2	-0.036	-0.716	0.049	1.245
D_4C_1	0.013	0.242	-0.051	-1.216
D_4C_2	-0.047	-1.441	0.021	0.678
	$k = 15$		$k = 15$	
	$R^2 = 0,002$; $Adj\ R^2 = -0,000$		$R^2 = 0,004$; $Adj\ R^2 = 0,000$	
	$F_{14,4635} = 0,992$; ($p = 0,457$)		$F_{14,4409} = 1,265$; ($p = 0,220$)	
Breusch-Godfrey (p=5)	6,823***		1,938*	
White statistic	7,979***		5,051***	
residuals skewness	0,0324		-0,1284	
residuals kurtosis	8,3732		2,9708	
	Actual obsv.		Actual obsv. Rejected obsv.	
1° sub period	$n = 1867$		$n = 1808$ 59	
2° sub period	$n = 1658$		$n = 1595$ 63	
3 sub period	$n = 1124$		$n = 1020$ 104	

Asterisks indicate significance at the 10%*, 5%** and 1% *** levels. t stat.(NW) stands for t statistics adjusted for residuals' heteroskedasticity and autocorrelation following Newey-West.

Table 1.4 Estimated OLS regression model with orthogonal contrasts for model (1)

Dependent variable	$r_t = Ln(IBEX 35_t / IBEX 35_{t-1}) * 100$			
	Winsored (3,5%), $n = 4509$		Winsored (2,5%), $n = 4270$	
Explanatory Variable	Estim.Coeff.	t stat.(NW)	Estim. Coeff.	stat.(NW)
D_0C_0 (Grand Constant)	0.024	1.237	0.034	2.042**
D_1	-0.059	-1.539	-0.046	-1.383
D_2	0.018	0.601	0.016	0.607
D_3	0.047	1.060	0.042	1.169
D_4	-0.020	-0.726	-0.031	-1.181
C_1	0.037	1.157	0.048	1.851*
C_2	0.033	1.593	0.013	0.744
D_1C_1	0.092	1.454	0.053	0.998
D_1C_2	-0.036	-0.943	-0.038	-1.090
D_2C_1	0.033	0.670	0.013	0.306
D_2C_2	0.017	0.620	0.025	0.969
D_3C_1	0.005	0.069	-0.031	-0.535
D_3C_2	0.060	1.429	0.034	0.949
D_4C_1	-0.058	-1.405	-0.043	-1.046
D_4C_2	0.003	0.093	0.003	0.115
	$k = 15$		$k = 15$	
	$R^2 = 0,003$; $Adj R^2 = 0,000$		$R^2 = 0,003$; $Adj R^2 = 0,000$	
	$F_{14,4495} = 1,232$; ($p = 0,243$)		$F_{14,4255} = 1,116$; ($p = 0,336$)	
Breusch-Godfrey (p=5)	2,6046**		0,7198	
White statistic	5,1657***		4,9773***	
residuals skewness	-0,1249		-0,1201	
residuals kurtosis	3,2466		2,6898	
	Actual obsv.	Removed obsv.	Actual obsv.	Removed obsv.
1° sub period	$n = 1835$	32	$n = 1765$	102
2° sub period	$n = 1622$	36	$n = 1552$	106
3 sub period	$n = 1052$	72	$n = 953$	171

Asterisks indicate significance at the 10%*, 5%** and 1% *** levels. t stat.(NW) stands for t statistics adjusted for residuals' heteroskedasticity and autocorrelation following Newey-West.

The purpose of the main effects of the economic sub periods in regression (C_1 and C_2) is to capture the systematic temporal variation in returns. However, the degree of the total explained variance by the orthogonal contrasts and the interaction effects was small. The overall coefficient of determination on 14 degrees of freedom for the global sample and the winsorized data regressions ranged between 0.02 and 0.04%. Nevertheless, the estimated coefficient for the C_1 contrast of the sub periods is positive and significant at the level of 10%. This result, only significant for the overall data regression, was expected in light of the descriptive evidence that rates of return in the first and second sub periods were lower than those observed in the third sub period.

But, it seems that this statistical significance is due to the extreme returns observed in the third sub period and related to the high variability in economic and financial fundamentals in this period of the Spanish economy. Concerning the contrast variable C_2 , the null hypothesis associated with the absence of temporal variation in returns between the first and second sub period fails to be rejected for all the estimated regressions, allowing to conclude that the returns in these two sub periods would be generated by the same process. Hypotheses H2 and H3 would imply the presence of a Monday effect modulated by the inherent characteristics of the economic cycles in the Spanish economy.

The results presented in Table 3 and Table 4 show that these null hypotheses fail to be rejected to the common levels of statistical significance. The interaction terms with the contrast D1, D1C1 and D1C2, are not significant, indicating no Monday effect even when it is partitioned by sub periods.

The H1 hypothesis implies the presence of a Monday effect for the overall period. Results reported in Table 3 show that this null hypothesis is rejected for the winsored data regression with a cut point of $|r| < 3\%$ for a significance level of 10% but with a p-value (0.0999) very close to the threshold of not being rejected. In Table 3, column B, the negative coefficient on the contrast variable D1 indicates that after controlling for other effects, such as the main effects of the sub periods to capture systematic temporal variation in returns, a not so robust Monday effect remains. The sign of the coefficient associated with the contrast variable D1, with the value 1 for Monday returns and -0.25 for the returns of all other days of the week, indicates that the Monday returns would be lower relative to other weekdays. In turn, the insignificant coefficient on the contrast variable D1 for the global data regression and for the winsored regressions with the other levels of cut off points suggest that daily returns have identical underlying return generating process for all days of the week. Also, the effect of the contrast variable C1 is not robust across different regressions, being significant for the global data regression (column A, Table 3) and for the winsored data regression with $|r| < 2,5\%$ (Table 4), but insignificant for the other regressions.

The H4 hypothesis implied the presence of a large Friday return in relation to any other day of the week. The results presented in Table 3 and Table 4 and the interaction terms associated with this contrast (D2C1 and D2C2) shows that these null hypotheses cannot be rejected at any level of significance.

In sum, with the estimated effects free of ‘confounding effects’ of multiple testing, the overall pattern of results does not support the existence of the day-of-the-week effects, or that they may be affected by the economic fundamentals underlying the sub periods.

However, one of the contrast variables of the economic sub periods captured, but moderately, some systematic temporal variation in returns experienced by the market in the third period.

1.7 Conclusion

This study examined the issues of the day of the week effect, the effect of the different economic fundamentals and their interaction in returns of the Spanish equity market. These issues were addressed using a different methodology from the usual ones, which are usually embedded with the problem of multiple testing. A number of orthogonal contrast variables were specified for the weekdays and economic cycles and their main effects and interactions were analyzed. The methodology allowed examining the stability and significance of the day-of-the-week effects according to the mooted hypotheses in the literature and its possible modification motivated by the different behavior of periods’ economic fundamentals.

This study found no day-of-week effect, particularly the two most commonly reported in the literature: the negative Monday returns and the higher Friday return. The Monday effect, although significant at the 10% level for the winsored regression, with absolute values of returns less than 3%, was not robust across the overall period and for other winsored data regressions.

Hypotheses have been proposed to evaluate whether periods associated with different economic fundamentals may influence the day-of-the-week effect pattern.

The null hypotheses of identical mean returns among days of the week across different economic fundamentals were not rejected.

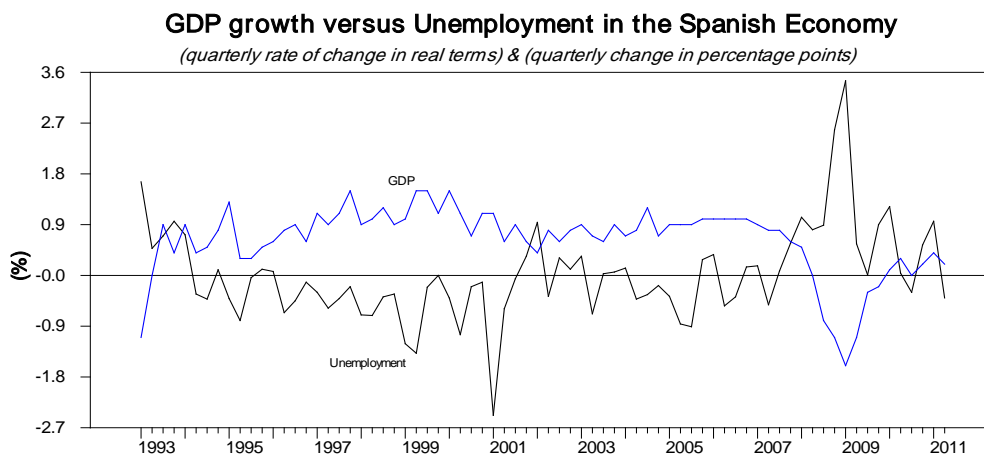
In sum, the hypothesized day-of-the-week effect is not supported by the data period and the different behavior of economic indicators does not induce varying differentials in the average of the day-of-the-week returns over the sub periods. Finally, distinct temporal movements in daily returns between the first and second and the third sub period were captured but this difference did not prove robust, since this will have been due to negative extreme movements occurred in returns in the third period.

Appendix

Appendix Table 1 Descriptive statistics for daily returns and sub-periods

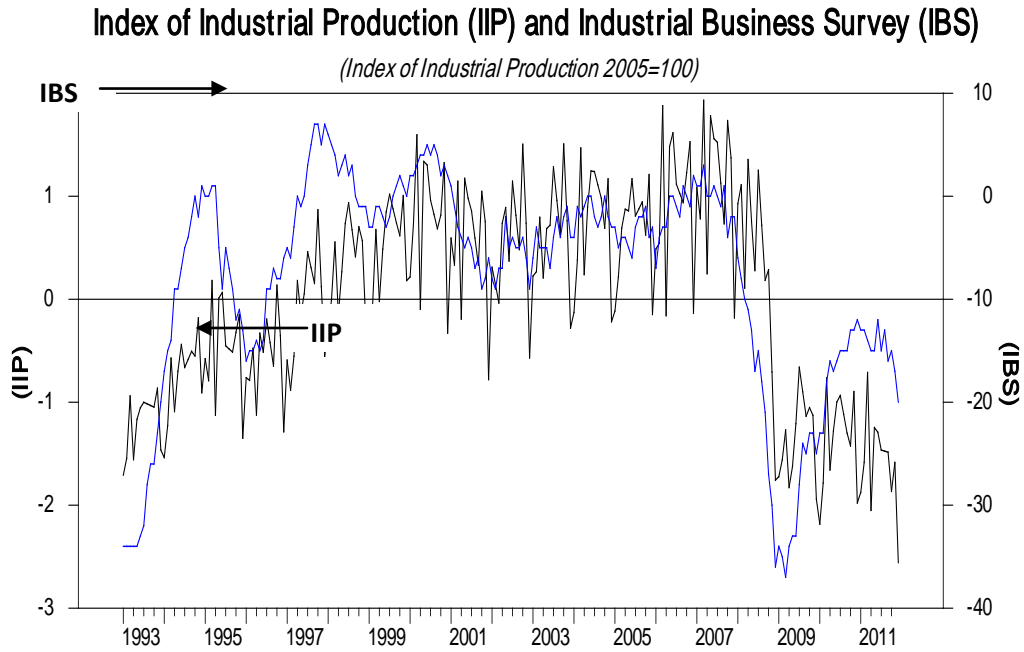
	Mon.	Tues.	Wed.	Thurs.	Frid.	All days
Sub period 1	July 6, 1993 - December 30, 2000					
Mean	0,014	0,136	-0,0438	0,030	0,177	0,062
St.Dev.	1,322	1,300	1,350	1,321	1,352	1,330
<i>n</i>	368	380	377	372	370	1867
Sub period 2	January 2, 2001 - July 31, 2007					
Mean	0,002	-0,006	0,001	0,126	0,022	0,029
St.Dev.	1,398	1,160	1,258	1,282	1,244	1,269
<i>n</i>	325	334	335	336	328	1658
Sub period 3	August 1, 2007 - December 30, 2011					
Mean	-0,197	0,055	0,010	-0,083	-0,031	-0,048
St.Dev.	2,215	1,700	1,909	1,802	1,852	1,901
<i>n</i>	222	228	228	226	220	1124
All sub periods	July 6, 1993 - December 30, 2011					
Mean	-0,041	0,066	-0,014	0,037	0,071	0,023
St.Dev.	1,609	1,363	1,474	1,440	1,454	1,470
<i>n</i>	915	942	940	934	918	4649

Figure 1 Growth of GDP and change in Unemployment in the Spanish Economy



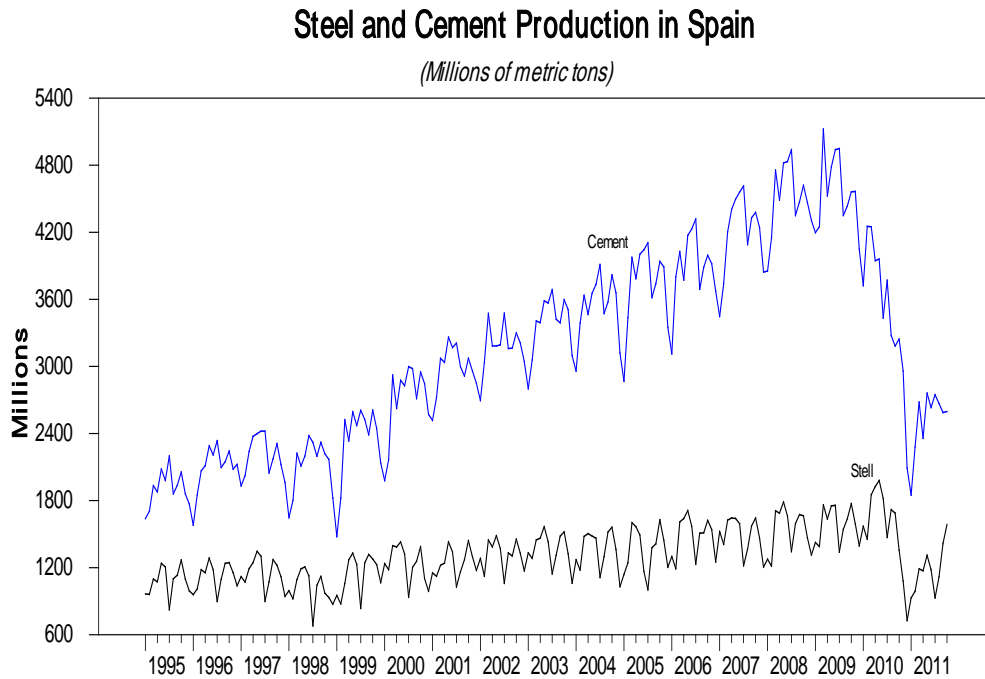
Source: (Spanish GDP, Base: 2000, National Institute of Statistics of Spain; Unemployment: Statistical Bulletin of Banco de España.

Figure 1.2 Industrial Production Index and the Indicator of Industrial Climate in Spain



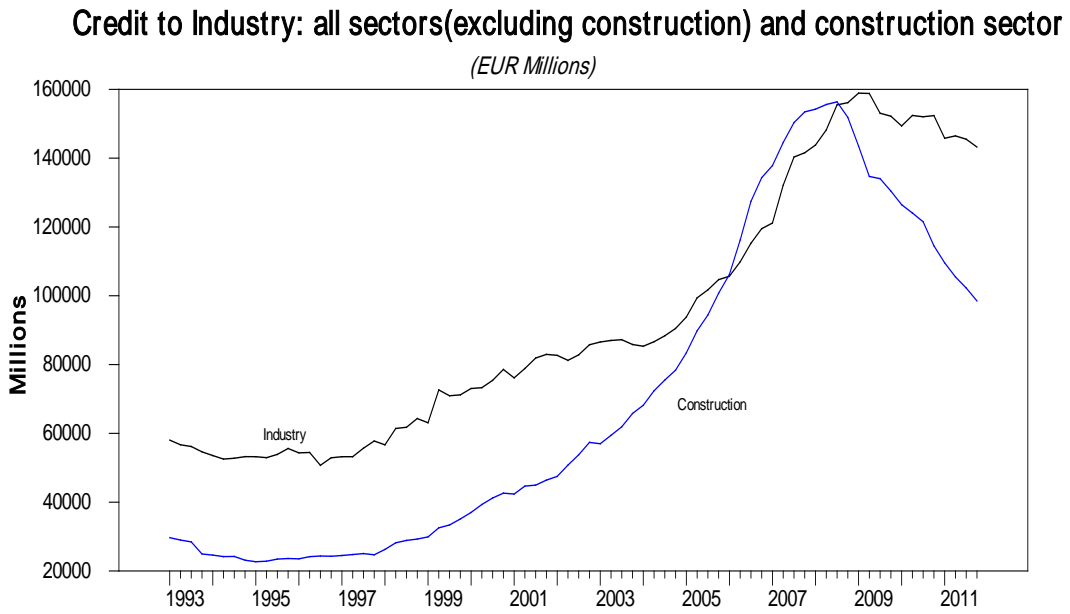
Source: Index of industrial production (IIP) (left scale, base 2005 = 100), National Institute of Statistics of Spain; Indicator of industrial climate (IBS), (right scale), Ministério de Industria, Turismo y Comercio).

Figure 1.3 Production of cement and steel in Spain



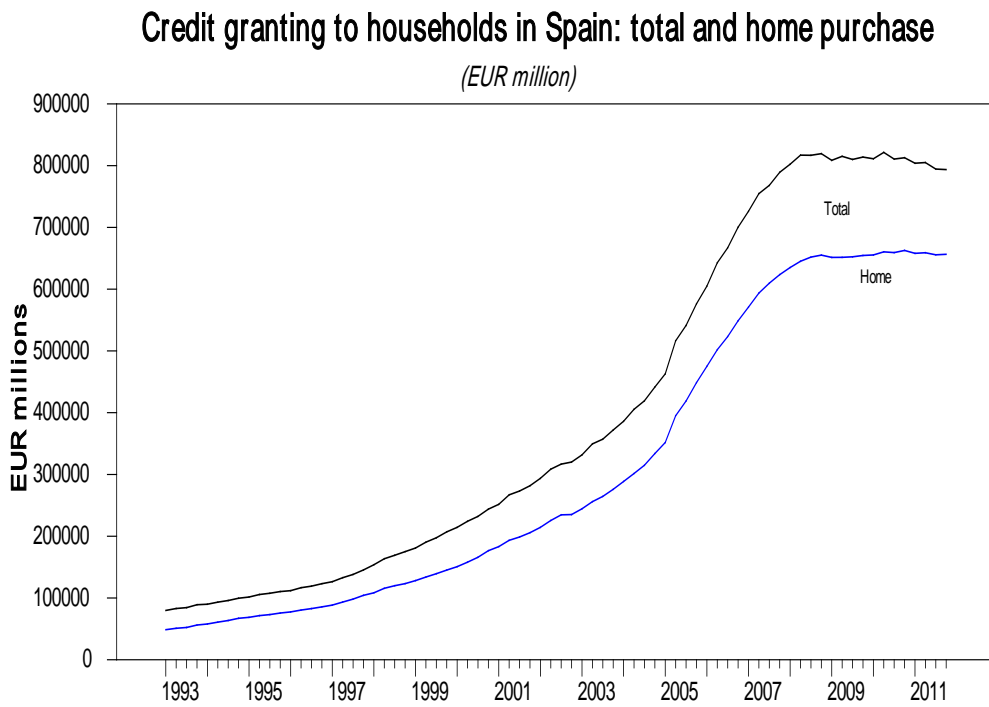
Source: Statistical Bulletin of Banco de España).

Figure 1.4 Credit granted to Industry in Spain: all sectors (excluding construction sector) and the construction sector



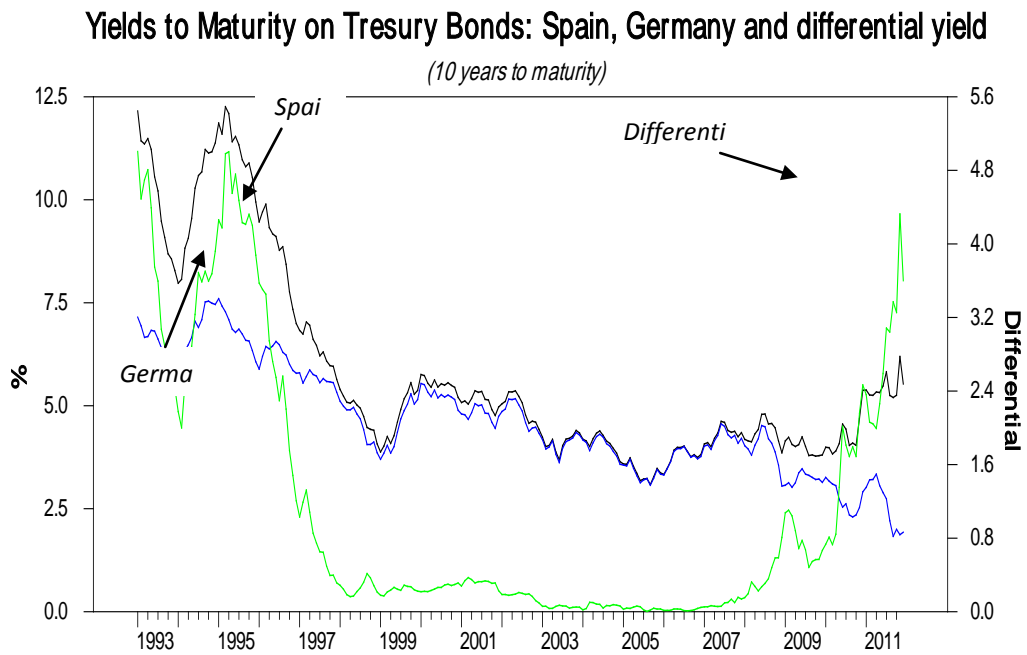
Source: Statistical Bulletin of Banco de España.

Figure 1.5 Credit granted to families in Spain



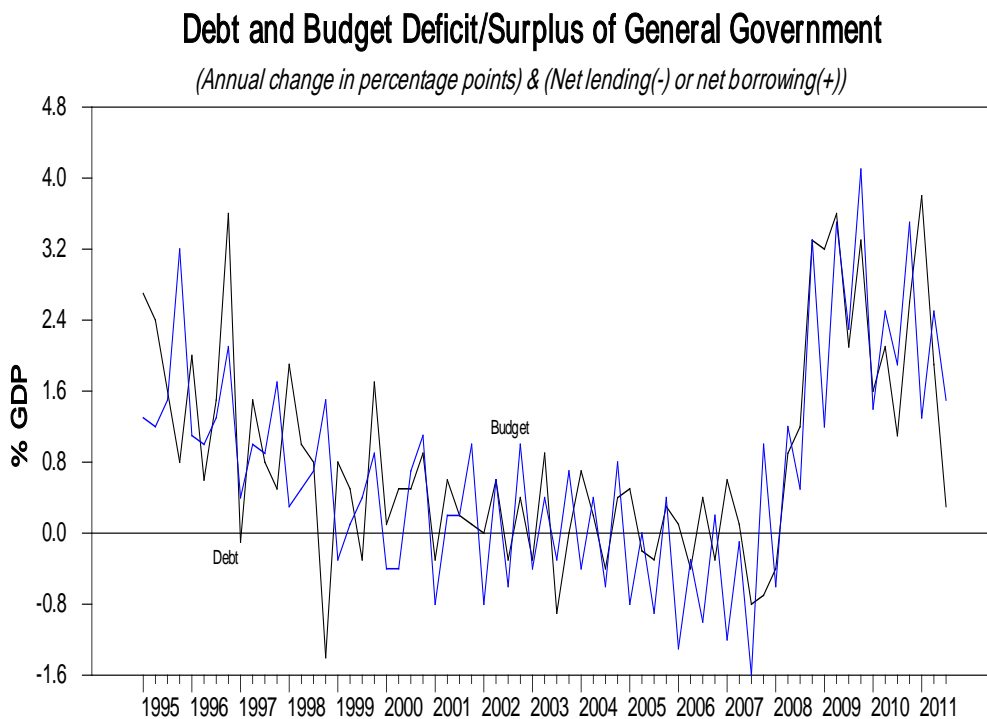
Source: Statistical Bulletin of Banco de España).

Figure 1.6 Rates of Long-Term Interest (Public Debt) of Spain and Germany



Source: Statistical bulletin of the Deutsche Bundesbank and statistical bulletin of the Banco de España

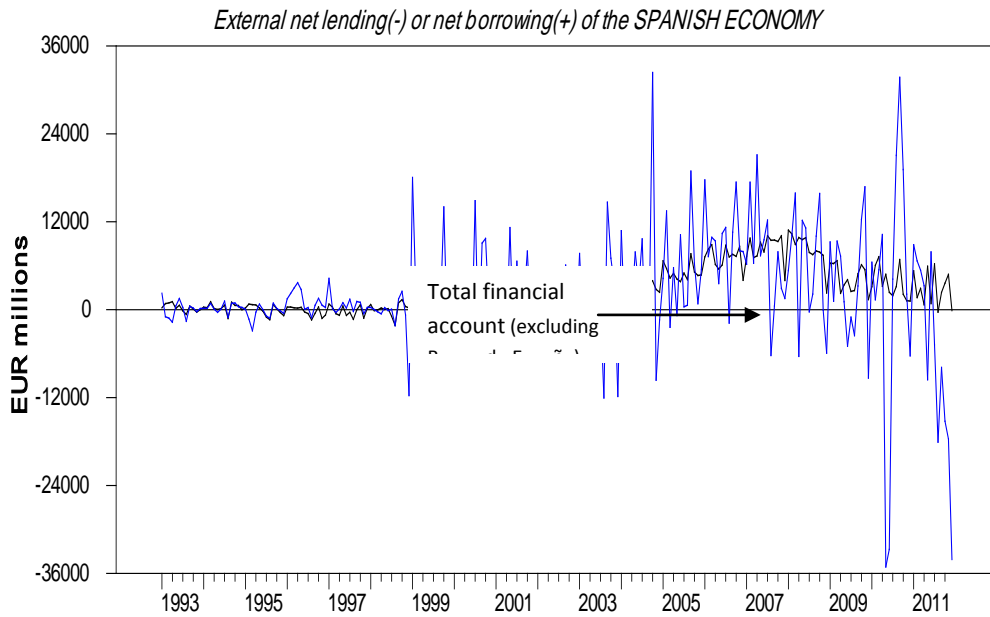
Figure 1.7 Public debt and Budget deficit/surplus of Spain General Government



Source: Statistical Bulletin of Banco de España.

Figure 1.8 Balance of payment of the Spanish Economy: Investment

BALANCE OF PAYMENTS: Total financial account and excluding Banco de España

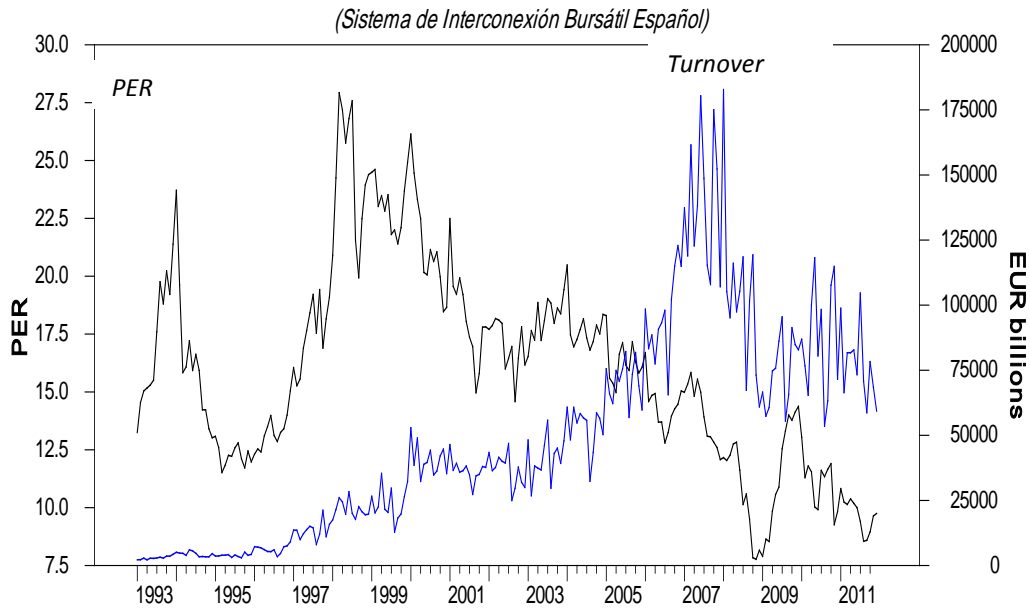


Flows

Source: Statistical Bulletin of Banco de España.

Figure 1.9 Price-to-Earnings (PER) and Turnover in Spanish stock market

Price-to-Earnings ratio and Turnover in Spanish Stock Market



Source: Bolsa de Madrid and Sistema de Interconexión Bursátil Español – SIB.

References

- Agrawal, A., Ikenberry, D.L., 1994, The individual investor and the weekend effect. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 29, 263–277.
- Agrawal, A., Tandon, K., 1994., Anomalies or illusions? Evidence from stock markets in eighteen countries. *Journal of International Money and Finance*, 13, 83–106.
- Arsad, Z., Coutts, J.A., 1997, Security price anomalies in the London International Stock Exchange: a 60 year perspective. *Applied Financial Economics*, 7, 455–464.
- Banco de España, 2012, Statistical Bulletin (electronic). Madrid: Banco de España.
- Blackman, S.C., Holden, K., Thomas, W.A., 1994, Long-term relationships between international share prices. *Applied Financial Economics*, 4, 297–304.
- Blattberg, R., Gonedes, N., 1974, A Comparison of the Stable and Student Distributions as Statistical Models for Stock Prices. *Journal of Business*, 47, 244-280.
- Camino, D., 1997, Efectos intradía y día de la semana en la Bolsa de Madrid. Información y volumen de contratación., *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 90, 51-75.
- Carballo-Cruz, F. 2011, Causes and consequences of the Spanish economic crisis: why the recovery is taken so long?, *Panoeconomicus*, 3, 309-328.
- Chen, H., Singal, V., 2003, Role of speculative short sales in price formation: The case of the weekend effect. *Journal of Finance*, 58, 685 - 705.
- Choudhry, T., 2000, Meltdown of 1987 and meteor showers among Pacific-Basin stock markets. *Applied Financial Economics*, 10, 71–80.
- Connolly, R.A., 1989, An examination of the robustness of the weekend effect. *Journal of Finance and Quantitative Analysis*, 24, 133-169.
- Corredor, P., Santamaria, R., 1996, El efecto día de la semana: resultados sobre algunos mercados de valores europeos., *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 86, 235-252.
- Dubois, M., Louvet, P., 1996, The day of the week effect: the international evidence. *Journal of Banking and Finance*, 20, 1463–1484.
- Dyl, E. A., Martin, S. A., 1985, Weekend effects on stock returns: a comment. *Journal of Finance*, 40, 347-350.
- Dyl, Edward A., Holland, Clyde W., 1990, Why a weekend effect? Comment. *Journal of Portfolio Management*, 16, 88-89.
- Fama. E., 1965, The behaviour of stock prices. *Journal of Business*, 38, 34-105.
- French, K. R., 1980, Stock returns and the weekend effect. *Journal of Financial Economics*, 8, 55-69.

- Garcia, J., 2007, Return autocorrelation anomalies in two European stock markets, *Revista de Análisis Económico*, 22, 59-70.
- Gibbons, M.R., Hess, P., 1981, Day of the week effects and asset returns. *Journal of Business*, 54, 579-596.
- Holden, K., Thompson, J., Ruangrit, Y., 2005, The Asian crisis and calendar effects on stock returns in Thailand, *European Journal of Operational Research*, 163, 242–252.
- Jaffe, J.F., Westerfield, R., 1985, The weekend effect in common stock returns: the international evidence. *Journal of Finance*, 40, 433–454.
- Jansen, Dennis W., de Vries, Casper G., 1991, On the Frequency of Large Stock Returns: Putting Booms and Busts into Perspective, *The Review of Economics and Statistics*, 73, 18-24.
- Keef, S.P., Roush, M.L., 2005, Day-of-the-week effects in the pre-holiday returns of the standard and poor's 500 stock index. *Applied Financial Economics*, 15, 107–119.
- Keef, Stephen P., McGuinness, Paul B., 2001, Changes in settlement regime and the modulation of day-of-the-week effects in stock returns, *Applied Financial Economics*, 11, 361-372.
- Lakonishok, J., Maberly, E., 1990, The weekend effect: trading patterns of individual and institutional investors. *Journal of Finance* 45, 231-243.
- Lakonishok, J., Levi, M., 1982, Weekend effects on stock returns: a note. *Journal of Finance*, 37, 883-889.
- Lakonishok, J., Smidt, S., 1988, Are seasonal anomalies real? A ninety-year perspective. *Review of Financial Studies*, 1, 403–425
- Marquering, W. Nisser, J., Valla, T., 2006, Disappearing anomalies: A dynamic analysis of the persistence of anomalies, *Applied Financial Economics*, 16, 291-302.
- McGuinness, P.B., 1997, Inter-day return behaviour for stocks quoted 'back-to-back' in Hong Kong and London, *Applied Economics Letters*, 4, 459-464.
- Santesmases, M., 1986, An investigation of the Spanish stock market seasonalities. *Journal of Business Finance and Accounting*, 13, 267-276.
- Thaler, R., 1987, Seasonal movements in security prices II: weekend, holiday, turn of the month and intraday effects. *Journal of Economic Perspectives*, 1, 169–177.
- Terol, C.B., Valiñas, M.G., Pendiello J.S., 2006, Intervenciones Públicas, Haciendas Territoriales y Precios de la Vivienda, *Papeles de Economía Española*, 109, 237-255.
- Tong, W., 2000, International evidence on weekend anomalies. *Journal of Financial Research*, 23, 495 – 522.
- Officer, R.R., 1972, The distribution of stock returns, *Journal of the American Statistical Association*, 67, 807-812.

Capítulo 2

Usos y limitaciones de la dinámica estocástica en el análisis macroeconómico convencional

José Hernández

J. Hernández

Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Departamento de Economía, Av. San Pablo 180, Col. Reynosa-Tamaulipas, Delegación Azcapotzalco, 02200, México, D.F.
jlhm@correo.azc.uam.mx

M.Ramos, F.Miranda (eds.) *Optimización-Estocástica-Recursiva-Coherente-Sistémica y sus variantes (probabilidad, econometría y estadística aplicada)*, Temas Selectos de Optimización-©ECORFAN-Santiago de Compostela, España, 2012.

Abstrac

In the paper is intended to show the development of macroeconomic analysis with the utilization of mathematics methods. The method most utilized by economist to build economics models with recurs characteristics and uncertain of the economics phenomenon, is the stochastic dynamics analysis. In this sense, it is considered to elaborate a economic growth model where it is introduced the public expenditure and the uncertainty, with the dynamic analysis minimum, to conclude that not it must to abuse in the build of models with the use of sophisticated techniques, but without economics content in its designs and results.

2 Introducción

Es comúnmente aceptado que los nuevos desarrollos en alguna rama de la ciencia son sujetos a escepticismo y desafío. Esto es una parte importante del proceso científico. Solo si los nuevos resultados tienen éxitos cesan los ataques hacia ellos y, entonces, llegan a ser aceptados, tanto la metodología empleada como los resultados mismos, por una parte de la colectividad científica del campo a que se refiera abriendo nuevas líneas de investigación con la nueva base científica adoptada. Por supuesto, esta situación no es ajena al campo de la economía. En particular, el progreso analítico de la economía ha estado supeditado al desarrollo de las técnicas matemáticas que permitan el estudio de los fenómenos económicos, en tanto que el mundo económico puede ser entendido por los modelos construidos con la formalización de las relaciones económicas, que al ser una abstracción de la realidad, permiten su simplificación e interpretación de las principales variables económicas.

Así, en los inicios de la ciencia económica, el problema central radicaba tanto en el análisis de las causas del progreso económico de las naciones en el marco de un incipiente sistema capitalista, como en la búsqueda de situaciones de equilibrio bajo ciertas condiciones establecidas. Dado la elegancia y aceptación en los resultados que presentaba el segundo punto, durante las últimas dos décadas del siglo XIX y las tres primeras del siglo XX, se le dio a éste una mayor preponderancia dentro de la ciencia económica, avanzando en el establecimiento de los fundamentos microeconómicos que permiten comprender el funcionamiento de los mercados y la actuación de los agentes que en él intervienen por medio del método matemático del análisis estático. Con la utilización de las técnicas matemáticas de optimización clásica, permitió, dentro del análisis económico, encontrar los valores de las variables de interés, que una vez alcanzadas, tendían a perpetuarse por si solas, dando por un hecho la posibilidad de alcanzar la posición de equilibrio, aún cuando ocurra un cambio en un parámetro del modelo seleccionado, pues se tendrá un desplazamiento de la posición de equilibrio inicial a la posición de equilibrio final. Por lo tanto, en la segunda década del siglo XX, los economistas habían encontrado un consenso en la utilización de las herramientas microeconómicas con los métodos matemáticos del equilibrio estático para el análisis agregado de corto plazo y de los cambios en la demanda y oferta de bienes y factores productivos.

Sin embargo, desde sus orígenes, la evolución expansiva de este sistema no ha sido uniforme sino que ha seguido una trayectoria de fluctuaciones persistentes e irregulares que se ha manifestado tanto en la actividad productiva (producto, inversión, empleo, ingreso) como en la actividad monetaria y financiera (precios, tipos de interés, activos financieros, deuda). Esta situación tuvo su máxima expresión en la Gran Depresión de 1929 en las principales economías del mundo, donde los economistas no encontraban la explicación satisfactoria de los hechos.

Así, dados estos hechos, empezaron a creer que la teoría microeconómica vigente no tenía las bases adecuadas para entender lo que ocurría con las fluctuaciones de corto y largo plazo de las dos variables básicas de la economía: el producto nacional y el nivel general de precios.

Por tal motivo, para los años 1930s, se retomó el análisis de los ciclos económicos que Clement Juglar describió en 1860, llamándolos ciclos de negocios, así como los denominados ciclos de inventario de Kitchin, propuestos en 1923, y las ondas largas de Kondratieff de 1924 y 1925, mismos que aunque tenían una base netamente empírica, Mitchell (1927) reafirmó con una modelación de la economía basada en retardos, dado la carencia de métodos matemáticos adecuados para el análisis de las fluctuaciones hasta ese momento. A la par de lo anterior, también se fue desarrollando, a partir de la publicación en 1936 de la Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero de J. M. Keynes, la teoría macroeconómica como respuesta a la insatisfacción que provocó la microeconomía para el entendimiento de los problemas económicos vigentes, dando una mayor importancia a las condiciones monetarias, a las psicológicas de los agentes económicos y al papel del gobierno en el proceso económico.

El auge de la macroeconomía keynesiana al rango de ortodoxia y el renovado interés de los ciclos económicos, hizo que autores tan disímbolos en el análisis económico como Schumpeter, Kalecki, Kaldor y Samuelson proporcionaran las nuevas teorías y modelos modernos del ciclo económico. Posteriormente, al conjugarse con el desarrollo de los sistemas dinámicos en el campo de las matemáticas, dio lugar al establecimiento del análisis dinámico en el proceso de crecimiento de una economía de mercado con decisiones centralizadas o descentralizadas, cuyo objetivo se estableció como la búsqueda de la trayectoria que las diferentes fuerzas (variables) de un modelo deben tender para dirigirse hacia una nueva posición de equilibrio, si inicialmente se encuentran lejos de una posición de equilibrio debido a un cambio en un parámetro que lleva fuera del equilibrio analizando, además, el carácter específico de la trayectoria, en el sentido de si dicho cambio es permanente, fluctuante u oscilatoria que las variables seguirán camino del equilibrio, utilizando para ello los avances de la teoría del control óptimo y del cálculo de variaciones, aplicado para los sistemas dinámicos en tiempo continuo³.

Pero, no es sino hasta los años 1970s cuando, con el advenimiento de la tecnología computacional y con la característica de que los fenómenos económicos no podían ser explicados con el análisis macroeconómico tradicional, al presentarse shocks de oferta inesperados, desaceleración económica pese a los empujes de demanda e inacción de los agentes económicos ante la política monetaria y fiscal por la presencia de incertidumbre que gira en torno a las decisiones de los agentes económicos; entonces, para poder llevar a cabo un análisis macroeconómico mediante la construcción de modelos que incorporaran los anteriores elementos, y pudieran tanto explicar la evolución de las principales variables económicas a lo largo del tiempo como entender la dinámica del sistema de precios, se hizo necesario utilizar las técnicas de la dinámica estocástica en la modelación macroeconómica de crecimiento económico (Brock and Mirman, 1972) primero y después en los modelos de política económica (Lucas 1972) y de ciclos económicos (Lucas, 1977, y Kidland and Prescott, 1982).

Asimismo, dado el consenso en torno a que un rasgo esencial que prevalece en las economías reales es la presencia de incertidumbre, tanto en el efecto de un instrumento de política económica como en el de las decisiones de los agentes privados, entonces, la dinámica estocástica es una herramienta matemática que ha venido recibiendo una atención y uso creciente entre los economistas para formular modelos macroeconómicos que expliquen los fenómenos económicos presentes.

³ Aquí cabe destacar la importancia del Principio de Bellman (1957): “Una política óptima tiene la propiedad de que, cualesquiera sean el estado y las decisiones iniciales, las decisiones restantes deben constituir una política óptima con respecto al estado resultante de la decisión inicial”.

Derivados de los procesos de expansión del sistema de economías de mercado que conlleva per se un alto grado de incertidumbre y no una cotidianeidad económica determinista como se supone en los modelos simples de macroeconomía⁴.

No obstante lo anterior, desde fines de la última década del siglo pasado, se ha venido utilizando, en mayor medida, las herramientas del cálculo estocástico en el desarrollo de los modelos de equilibrio general de la literatura económica⁵, al considerarse como de primordial importancia atender la volatilidad de las variables económicas como precios o tasas de crecimiento, por ejemplo, pero suponiendo que tienen una distribución normal.

Esto es, sin movimientos inesperados, de auges o caídas, en la trayectoria de la variable considerada. Aunque, de forma evolutiva, en la última década, el supuesto de considerar que las variables siguen una distribución normal o log normal se ha dejado atrás. En cambio, dada la evidencia empírica, se ha considerado que los movimientos volátiles de las variables son los que ocurren con más frecuencia, siendo sobre todo externos y repentinos. Esto ha implicado el análisis de procesos de difusión con saltos dentro del cálculo estocástico.

Por consecuencia, el objetivo del presente trabajo es mostrar que para el desarrollo del análisis económico en general, y macroeconómico en particular, es necesario utilizar los métodos matemáticos que permitan que la formulación y selección de un modelo, que represente de manera simplificada el fenómeno económico de interés con sus características recurrentes, sea contrastado con la información disponible al respecto.

Uno de estos métodos que cumplen con estas características es el análisis dinámico estocástico. Para mostrar lo anterior, el trabajo se divide en cuatro secciones. En la primera sección se desarrolla un esquema general de la dinámica estocástica, en general, como herramienta matemática para su utilización en la modelización macroeconómica.

En la segunda sección se muestra la evolución respecto al uso de la dinámica estocástica en el análisis macroeconómico para posteriormente, en la tercera sección, formular un modelo macroeconómico utilizando la herramienta de la dinámica estocástica para analizar un fenómeno económico de renovado interés: el crecimiento económico fluctuante en situaciones de incertidumbre. Por último, en la cuarta sección se presentan las conclusiones respecto a las ventajas y desventajas del uso de la dinámica estocástica para la formulación de modelos macroeconómicos en particular.

2.1 Dinámica estocástica

2.1.1 Análisis clásico bajo previsión perfecta

Cuando el tiempo es una variable que influye en las relaciones propuestas de un modelo cualquiera que represente cualquier fenómeno a estudiar, se tiene una relación del tipo:

⁴ Welfens (2008) y Flaschel et al (2008) proporcionan una guía completa respecto a los tópicos tratados en los modelos macroeconómicos hoy en día, conjuntamente con las técnicas matemáticas usadas. Mientras que libros de texto de Macroeconomía Avanzada como los de Romer (2002), Blanchard and Fisher (1996), Azariadis (1993), Turnovsky (1995) y Shone (1997), entre otros, en general siguen tratando los problemas de crecimiento y fluctuaciones del consumo e inversión, como determinantes del producto, por un lado, y del manejo de la política económica, por el otro, con la salvedad de que en lugar de tener ecuaciones deterministas y de optimización estática, como en los viejos textos de macroeconomía, se tienen relaciones dinámicas y estocásticas.

⁵ Los ejemplos clásicos al respecto son Giulano y Turnovsky (2003), Turnovsky (1999), y Turnovsky y Smith (2006).

$$\dot{x} = f(x) \quad (2.1)$$

Que describe la evolución de una función X a lo largo del tiempo. Este es un sistema dinámico donde la variable es continua con valores de X en el campo de los números reales (\mathbb{R}) y dominio en los naturales (\mathbb{N}).

Si consideramos al tiempo como una variable discreta que puede tomar valores $t=0, 1, 2, \dots$ entonces (2.1) es una función con valores de X en el campo de los números reales y dominio en los naturales, por lo tanto se tiene una sucesión de vectores X_0, X_1, X_2, \dots , donde cada vector se supone relacionado con el vector previo por medio de una relación dada por

$$x_{t+1} = f(x_t) \quad (2.2)$$

La cual nos proporciona una forma de pasar de un periodo al siguiente, lo que implica que el valor de la variable en un momento dado depende sólo del valor de las variables en el periodo anterior. Pero, si consideramos al tiempo como una variable del modelo mismo, entonces tendríamos

$$x_{t+1} = f(x_t, t) \quad (2.3)$$

Que representa un sistema dinámico discreto general, el cual puede ser de orden m si se presenta como una ecuación de la forma

$$x_{t+m} = f(x_{t+m-1}, x_{t+m-2}, \dots, x_{t+m-2}, t) = f_t(x_{t+m-1}, x_{t+m-2}, \dots, x_{t+m-2}, x_t) \quad (2.3.1)$$

La cual será lineal si la función f es lineal y donde $f: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$ constituyendo un espacio vectorial que tiene como subconjunto al conjunto de estados (o imagen de la función). Por lo tanto, el estado de la variable X depende no solo del estado anterior, sino de los estados en los m periodos anteriores.

En consecuencia, siguiendo la metodología desarrollada, entre otros, por Malliaris and Brock (1991), Aoki (1998), Shone (1997), Lomelí y Rumbos (2003) y Medio (1992), en la formulación de un modelo que presente una dinámica estocástica va a depender de determinar si las observaciones (o datos) que representan las variables siguen un proceso estocástico⁶ (aleatorio) o bien si están generados por un fenómeno no lineal.

De tal manera que asume un comportamiento caótico. Por tal motivo, es necesario suponer la linealidad del modelo para que así la existencia del comportamiento estocástico se explique por la introducción de variables aleatorias, conformando un modelo lineal estocástico.

Así, supongamos que $\{x_t\}$ es una sucesión de variables relacionadas por la ecuación de diferencias:

⁶ Cuando una variable aleatoria, x_t , sigue una distribución de probabilidad, se dice entonces que la sucesión $\{x_t\}$ forma un proceso estocástico discreto, el cual será estacionario si su media y varianza son invariantes en el tiempo. Para ello, es necesario que dicho proceso sea ruido blanco, lo cual implica que sea independiente e idénticamente distribuido (es decir, siga una distribución normal), con media cero y varianza sigma cuadrada, para toda t . Sin embargo, dicho proceso puede estar o serialmente correlacionado, si la covarianza de la variable aleatoria en el periodo t esta ligada al periodo anterior $t-s$, o ser autorregresivo, si la variable aleatoria en el periodo t , está en función de la misma variable aleatoria en periodos anteriores, $t-s$. Por último, los procesos estocásticos serán martingalas si su valor esperado es igual al valor de la variable aleatoria en el periodo actual, t , condicionada a la utilización de toda la información disponible a dicho periodo. Esto significa entonces que una martingala es un proceso estocástico tal que la mejor predicción que de él se pueda hacer, dada cierta información disponible, es simplemente el valor antes observado.

$$x_t = \alpha x_{t+1} + \beta \quad (2.4)$$

Donde el valor de la variable X depende del valor futuro o más concretamente de lo que se espera sea en el futuro, β es un coeficiente.

Haciendo iteración hacia adelante:

$$x_t = \alpha(\alpha x_{t+2} + \beta) + \beta = \alpha(\alpha(\alpha x_{t+3} + \beta) + \beta) + \beta = \dots = \alpha^n x_{t+n} + \beta \sum_{k=0}^{n-1} \alpha^k$$

Y la solución existe si se cumplen las siguientes condiciones

$$|\alpha| < 1$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha^n x_{t+n} \text{ existe}$$

Si $\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha^n x_{t+n} = 0$, entonces la solución esta dada por $x_t = \frac{\beta}{1-\alpha}$. El término $\beta \sum_{k=0}^{\infty} \alpha^k = \frac{\beta}{1-\alpha}$ es la parte fundamental de la solución. Mientras el término $\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha^n x_{t+n}$ es la parte de burbuja de la solución. Si $\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha^n x_{t+n} \neq 0$, entonces la solución no es la parte fundamental y se puede decir que existen burbujas especulativas. Sin embargo, aun cuando no existan dichas burbujas y tengamos una variable adicional en la ecuación (2.4), de forma que se denote la siguiente relación:

$$x_t = \alpha x_{t+1} + \beta y_t \quad (2.4.1)$$

Iterando hacia el futuro:

$$x_t = \alpha^n x_{t+n} + \beta \sum_{k=0}^{n-1} \alpha^k y_{t+k+1}$$

Suponiendo que se cumple $\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha^n x_{t+n} = 0$, la solución $x_t = \beta \sum_{k=0}^{\infty} \alpha^k y_{t+k}$ no nos permitirá conocer el límite de la serie, en tanto no se tenga toda la información acerca de la sucesión $\{y_{t+k}\}_{k=0}^{\infty}$. Lo contrario implica que se tiene una previsión perfecta acerca del futuro, lo cual es irreal, por la presencia de incertidumbre en la cotidianidad.

2.1.2 Análisis clásico con incertidumbre

Si a la ecuación (4^a) se le da un sentido aleatorio, esta se reescribe como:

$$x_t = \alpha \mathbb{E}(x_{t+1}) + \beta y_t \quad (2.5)$$

Donde \mathbb{E} es el valor esperado o esperanza matemática en el periodo t de la variable X en el periodo posterior $(t+1)$. Siguiendo a Malliaris and Brock (1991: pp.8-19), la forma de calcular \mathbb{E} puede variar, desde la clásica función de distribución para una variable aleatoria discreta, donde \mathbb{E} es el primer momento, lo cual implica que el valor esperado o esperanza matemática se forma por el promedio de los valores pasados; hasta producto de una probabilidad condicional, de tal manera que \mathbb{E} es igual al conjunto de información disponible en el momento t , formándose así una martingala.

Por lo anterior, la forma de calcular el valor esperado de la variable X como mejor indicador para el futuro con presencia de incertidumbre, es una elección que depende de lo siguiente: si se toma al valor esperado como el primer momento de la variable aleatoria central, entonces tenemos que $\mathbb{E}(x_{t+1}) = \bar{x}$, donde \bar{x} denota el promedio de los valores pasados; pero, si consideramos a la esperanza matemática como una martingala, de forma que está condicionada por toda la información disponible en el periodo, entonces tenemos que $\mathbb{E}(x_{t+1}/I_t) = x_t$, donde I_t denota el conjunto $\{x_{t-i}, y_{t-i}; i = 0, 1, \dots, t\}$ de toda la información disponible en el periodo t , es decir, todos los valores pasados de las variables, así como también al conjunto de valores de todos los parámetros del modelo.

Esto último supone que se tiene toda la información pasada y es idéntica para todos. Si además, se considera que existe un conjunto de información mínima, I_m , contenido en todos los conjuntos de información, entonces es posible tomar la esperanza matemática con respecto a alguna medida de probabilidad común⁷.

Por tanto, para resolver (2.5), iteramos un periodo hacia el futuro y tomamos la esperanza condicionada a la información en t y obtenemos

$$\mathbb{E}_t(x_{t+1}) = \alpha \mathbb{E}_t(\mathbb{E}_{t+1}(x_{t+2})) + \beta \mathbb{E}_t(y_{t+1})$$

Aplicando la Ley de Esperanzas Iteradas⁸,

$$\mathbb{E}_t(x_{t+1}) = \alpha \mathbb{E}_t(x_{t+2}) + \beta \mathbb{E}_t(y_{t+1})$$

Y sustituyendo este resultado en (2.5):

$$x_t = \alpha[\alpha \mathbb{E}_t(x_{t+2}) + \beta \mathbb{E}_t(y_{t+1})] + \beta y_t = \alpha^2 \mathbb{E}_t(x_{t+2}) + \alpha\beta \mathbb{E}_t(y_{t+1}) + \beta y_t \quad (2.6)$$

Si, en cambio, se itera dos periodos a (2.5), se toma la esperanza condicionada en t y se aplica la ley de esperanzas iteradas, se obtiene

$$\mathbb{E}_t(x_{t+2}) = \alpha \mathbb{E}_t(x_{t+3}) + \beta \mathbb{E}_t(y_{t+2})$$

Y sustituyendo en (2.5):

$$\begin{aligned} x_t &= \alpha^2 [\alpha \mathbb{E}_t(x_{t+3}) + \beta \mathbb{E}_t(y_{t+2})] + \alpha\beta \mathbb{E}_t(y_{t+1}) + \beta y_t \\ &= \alpha^3 \mathbb{E}_t(x_{t+3}) + \alpha^2 \beta \mathbb{E}_t(y_{t+2}) + \alpha\beta \mathbb{E}_t(y_{t+1}) + \beta y_t \end{aligned} \quad (2.7)$$

Después de n iteraciones se obtiene

$$x_t = \alpha^n \mathbb{E}_t(x_{t+n}) + \beta \sum_{k=0}^{n-1} \alpha^k \mathbb{E}_t(y_{t+k}) \quad (2.8)$$

El cual es el equivalente estocástico de la solución de la ecuación (2.4.1).

⁷ Aunque el valor futuro de x_t es desconocido y pueda tomar toda una gama de valores, cada uno de ellos con cierta probabilidad, pues x_t es una variable aleatoria para cada periodo, de alguna manera es posible utilizar toda la información disponible para encontrar esta distribución de probabilidad y es con respecto a ésta que se toma el valor esperado o esperanza.

⁸ La cual señala que para todo I_t y $k \geq 0$, entonces se cumple $\mathbb{E}_t(\mathbb{E}_{t+k}(\cdot)) = \mathbb{E}_t(\cdot)$, $\mathbb{E}_{t+k}(\mathbb{E}_t(\cdot)) = \mathbb{E}_t(\cdot)$

Suponiendo que no hay burbujas especulativas, es decir que se cumple $\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha^n \mathbb{E}(x_{t+n}) = \mathbf{0}$, la solución es $x_t = \beta \sum_{k=0}^{\infty} \alpha^k \mathbb{E}(y_{t+k})$, que es la parte fundamental de una ecuación dinámica estocástica. Sin embargo, se continúa sin conocer el límite de la serie a menos de que tengamos más información acerca de la sucesión $\{\mathbb{E}(y_{t+k})\}_{k=0}^{\infty}$.

Ahora bien, en caso de que $\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha^n \mathbb{E}(x_{t+n}) \neq \mathbf{0}$; es decir, que la solución de la ecuación estocástica (2.2) admita burbujas (o equilibrios múltiples), además de suponer que x_t^* es la solución fundamental y, por tanto, que

$$x_t = x_t^* + \gamma_t \quad (2.9)$$

Sea cualquier otra solución, donde $\gamma_t = \alpha \mathbb{E}_t(\gamma_{t+1})$. Entonces, despejando la esperanza: $\mathbb{E}_t(\gamma_{t+1}) = \gamma_t \alpha^{-1}$, se tiene que, para cualquier periodo: $\mathbb{E}_t(\gamma_{t+k}) = \gamma_t \alpha^{-k}$. Si $|\alpha| < 1$, el límite que se obtiene es:

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \mathbb{E}_t(\gamma_{t+k}) = \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha^{-k} \gamma_t$$

El cual diverge puesto que la esperanza de γ_t es explosiva, por lo tanto, γ_t representa la burbuja de la solución⁹.

En cambio, si consideramos que la sucesión $\{y_t\}$ esta determinado de manera exógena, se tiene entonces que x_t está dado por

$$x_t = \alpha_0 + \alpha_1 \mathbb{E}_{t-1}(x_t) + \alpha_2 \mathbb{E}_{t-2}(x_t) + y_t \quad (2.10)$$

Donde $\alpha_i \in (0, 1)$ y los valores esperados de x_t que se tuvieron en los dos periodos anteriores. Así, x_t puede expresarse en forma reducida si está en función de $\{y_t\}$. Esto se logra si se toma la esperanza más antigua de (2.10), \mathbb{E}_{t-2} , a toda esa ecuación, se utiliza luego la ley de esperanzas iteradas y del resultado se despeja $\mathbb{E}_{t-2}(x_t)$, obteniendo

$$\mathbb{E}_{t-2}(x_t) = \frac{1}{1-\alpha_1-\alpha_2} [\mathbb{E}_{t-2}(y_t) + \alpha_0]$$

Realizando el mismo proceso para \mathbb{E}_{t-1} :

$$\mathbb{E}_{t-1}(x_t) = \frac{1}{1-\alpha_1} \left[\alpha_0 + \alpha_2 \left[\frac{1}{1-\alpha_1-\alpha_2} [\mathbb{E}_{t-2}(y_t) + \alpha_0] \right] + \mathbb{E}_{t-1}(y_t) \right]$$

Sustituyendo $\mathbb{E}_{t-2}(x_t)$ y $\mathbb{E}_{t-1}(x_t)$ en (2.10), y simplificando se obtiene la forma reducida para x_t :

$$x_t = y_t + \frac{\alpha_1}{1-\alpha_1} \mathbb{E}_{t-1}(y_t) + \frac{\alpha_2}{(1-\alpha_1-\alpha_2)(1-\alpha_1)} \mathbb{E}_{t-2}(y_t) + g$$

$$\text{Donde } g = \alpha_0 \left(1 + \frac{\alpha_1}{1-\alpha_1} + \frac{\alpha_1 \alpha_2}{1-\alpha_1} + \frac{\alpha_2}{1-\alpha_1-\alpha_2} \right)$$

⁹ Sin embargo, si x_t esta sujeta a una condición terminal en el futuro, $t=T$, entonces en T se tiene que $\gamma_T = \mathbf{0}$. Iterando hacia el pasado a partir de $t=T$ se tiene que $\gamma_t = \mathbf{0}$ para todo $t=0, \dots, T$, de manera que no hay burbujas.

Es obvio que el análisis puede extenderse para $\mathbb{E}_{t-k}(x_t), k = 1, \dots, t$. En consecuencia, y_t , en general, puede representar un vector de variables exógenas que pueden incluir shocks estocásticos. Sin embargo, también es posible que se presenten situaciones donde los valores esperados de x_t , dependen tanto de la varianza que se tuvo de la misma en el periodo anterior, la esperanza del valor futuro y algún parámetro y_t . En este caso, la técnica adecuada es la de coeficientes indeterminados para hallar la solución respectiva.

Ahora bien, generalmente los sistemas dinámicos no lineales presentan un comportamiento caótico. Esto también puede presentarse cuando un fenómeno está descrito por un sistema lineal y una o más variables del modelo son intrínsecamente estocásticas¹⁰. Por tanto, si identificamos al caos como un comportamiento netamente desordenado, lo que se desea es mostrar la inestabilidad del sistema dinámico definido por (2.2).

Dada una condición inicial x_0 , considérese un punto cercano $y_0 = x_0 + \delta_0$ en donde $|\delta_0|$ es pequeño y mide la separación entre la condición inicial y el punto cercano. Iterando n veces, comenzando con x_0 y y_0 , de manera que se obtenga la separación que existe entre ambos puntos después de n iteraciones, $\delta_n = y_n - x_n$. Si $|\delta_n| \simeq |\delta_0| e^{n\lambda}$, donde λ es el exponente de Liapunov, que se define como

$$\lambda = \lim_{\delta_0 \rightarrow 0} \frac{1}{n} \ln \left| \frac{\delta_n}{\delta_0} \right| \equiv \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} \ln |f'(x_k)|$$

Si el límite existe¹¹. Por lo tanto, si $\lambda > 0$ existe caos, debido a la sensibilidad de las condiciones iniciales.

2.1.3 Procesos estocásticos de difusión: Movimiento browniano geométrico

Si queremos, por otra parte, analizar la dinámica de la variable X , donde ésta presenta movimientos aleatorios continuos y está determinada tanto por situaciones deterministas como por la incertidumbre, de manera que contiene la información generada por un proceso estocástico y tenemos entonces que representar la dinámica estocástica de X a través de la denominada ecuación diferencial estocástica:

$$dX(t) = \mu(t)dt + \sigma(t)dW(t) \quad (2.11)$$

Donde $\mu(t)dt$ es un término de tendencia (determinístico) y $\sigma(t)dW(t)$ es el diferencial de un proceso de Wiener¹² (estocástico).

¹⁰ Esto es de particular importancia, pues hacer el tiempo discreto tiene implicaciones para la dinámica del modelo, pues puede generarse un comportamiento caótico en donde antes no lo había. Por lo tanto, se debe tener en cuenta si esta complejidad es o no deseable considerando si ésta es endógena al sistema o resultado de una mala modelización como, por ejemplo, si se considera un modelo logístico, este es simple en tiempo continuo, pero en tiempo discreto tiene un comportamiento complejo, Cfr. Medio (1992), chapter 11.

¹¹ Para una idea general de la demostración de la definición, véase Lomeli y Rumbos (2003), pp.189 y ss. donde, además, muestran que también se puede analizar el comportamiento caótico por medio del teorema de Li y Yorke.

¹² Un proceso de Wiener $\{W(t)\}$ se caracteriza por las siguientes propiedades: i) El proceso comienza en cero ($W(0) = 0$); Las diferencias $\Delta W(t) = W(t) - W(s)$ son ruido blanco gaussiano, por lo cual se distribuyen como una normal con media cero y varianza $t - s = \Delta t$ para toda $s < t$; iii) Para todo $s < t \leq v < x$ las diferencias $W(t) - W(s)$ y $W(x) - W(v)$ son variables aleatorias independientes y; iv) Las trayectorias de un proceso de Wiener son continuas.

Donde σ mide la variabilidad de la variable X a lo largo de su trayectoria en el tiempo t y μ es una constante determinista. Por consecuencia, X representa una familia indexada de variables aleatorias en el intervalo de tiempo $[0, T]$, $\{X(t)\}$, cuyas trayectorias que se obtengan son una aproximación de una simulación discreta de un proceso continuo, las cuales son curvas continuas que no son diferenciables en ningún punto¹³.

La derivación de la ecuación (2.11) proviene de lo siguiente: Dado un proceso de Wiener, W , se dice que cualquier proceso g pertenece a la clase $L^2[a, b]$ si es adaptado a la filtración¹⁴ $\{F_t^W\}_{t \geq 0}$ tal que $\int_a^b |g(s)|^2 ds < \infty$.

Es decir, el proceso g debe ser de cuadrado integrable, donde el conjunto de puntos donde no se cumple es despreciable¹⁵. Además, el proceso g es simple en $[a, b]$ si existe un conjunto de puntos determinísticos $a = t_0 < t_1 < \dots < t_n = b$ y un conjunto de constantes c_0, c_1, \dots, c_{n-1} tales que $g(t) = c_k$ si $t_k < t < \dots < t_{k+1}$ para $k = 0, 1, \dots, n-1$, lo que implica la constancia de g .

Por lo anterior, la integral estocástica en el intervalo $[a, b]$ del proceso simple g será

$$\int_a^b g(s) dW(s) = \sum_{k=0}^{n-1} g(t_k) [W(t_{k+1}) - W(t_k)]$$

Si existe una sucesión de procesos simples cuando $n \rightarrow \infty$, entonces podemos obtener la sucesión $X_n = \int_a^b g_n(s) dW(s)$, para cada n , de forma que la sucesión X_n tiene el límite, X , cuando $n \rightarrow \infty$, entonces:

$$X(t) = \int_a^b g(s) dW(s) = \lim_{n \rightarrow \infty} \int_a^b g_n(s) dW(s) \quad (2.12)$$

Donde X es un proceso estocástico de ruido blanco y dadas las propiedades de esperanza nula y varianza¹⁶, entonces X es F_t^W -medible porque está dentro de las trayectorias del proceso de Wiener en el intervalo $[a, b]$.

¹³ Esto es porque dada la segunda propiedad de un proceso de Wiener, se tiene entonces que el valor esperado de las diferencias es nulo ($E[\Delta W(t)] = 0$) y la varianza es la diferencia temporal: $E[\Delta W(t)^2] = Var[\Delta W(t)] = \Delta t$ y $Var[\Delta W(t)^2] = 2(\Delta t)^2$.

¹⁴ La filtración F_t^X se puede interpretar como un flujo de información generado por el proceso X desde $t = 0$. El funcionamiento es el siguiente: Sea A un evento tal que su información proporcionada esta dentro de la información generada por el proceso $\{X\}$ en el intervalo $[0, t]$, entonces es posible escribir ello como $A \in F_t^X$ lo cual, además, nos permite saber si A ocurre o no dentro de la trayectoria $X(t)$. Asimismo, si Z es una variable aleatoria tal que se determina dentro de la trayectoria $X(t)$, entonces también $Z \in F_t^X$. A su vez, si $\{Y(t)\}$ es otro proceso estocástico, tal que para todas las variables aleatorias dentro de $Y(t)$ con $0 \leq t$ se cumple que $Y(t) \in F_t^X$, entonces se puede decir que $\{Y(t)\}$ es adaptado a la filtración F_t^X . Esto significa que las observaciones de las variables aleatorias contenidas en el proceso estocástico quedan supeditadas a las observaciones de la trayectoria $X(t)$, Cfr. Maillairis and Brock (1991).

¹⁵ Esto significa que el proceso g pertenece a la clase L^2 si $g \in L^2[0, t]$ para todo $t > 0$.

¹⁶ Esto es: i) $E[X] = 0$ y ii) $E[X^2] = \int_a^b E[|g(s)|^2] ds$.

Lo anterior implica que para cualquier proceso $g \in L^2$, el proceso X definido en (2.12), para el intervalo $[0, t]$, es una F_t -martingala¹⁷. En consecuencia, si consideramos adicionalmente al proceso estocástico, X , un número real, x_0 , y a μ y σ como dos procesos F_t^W -adaptados, tenemos que:

$$X(t) = x_0 + \int_0^t \mu(s)ds + \int_0^t \sigma(s) dW(t) \quad \text{para toda } t \geq 0 \quad (2.13)$$

Si consideramos la condición inicial $X(0) = x_0$ y diferenciamos (2.13), obtenemos el diferencial estocástico de X dado por:

$$dX(t) = \mu(t)dt + \sigma(t)dW(t) \quad (2.14)$$

Esta ecuación representa la dinámica estocástica de X , donde el primer término corresponde a la tendencia y el segundo término es el componente de ruido gaussiano (aleatorio).

Ambos términos pueden ser representados por funciones del tipo $f = f(t, X)$, siendo estas diferenciables una vez en t y doblemente diferenciables en X . Por tanto, podemos transformar (2.14) en lo que se denomina proceso de difusión, el cual es un proceso estocástico dado por la ecuación:

$$dZ = f(t, X(t))(t) = \mu(t, X(t))dt + \sigma(t, X(t))dW(t) \quad (2.14.1)$$

La cual puede relacionarse con modelos determinísticos con incertidumbre y es plenamente coincidente con (2.11) en términos del tiempo¹⁸ y el problema entonces se reduce a encontrar un proceso estocástico que satisfaga la ecuación diferencial estocástica y la condición inicial. Sin embargo, para resolver la ecuación diferencial estocástica, es necesario que se encuentre primero el diferencial de una función de un proceso estocástico. Para hacerlo se utiliza el denominado Lema de Itô¹⁹ que proporciona la solución simple a una ecuación diferencial estocástica como (2.14). Donde, además, si μ y σ son constantes y $\sigma > 0$, entonces la solución es el proceso estocástico denominado Movimiento browniano geométrico, la cual cumple con las siguientes propiedades:

X es un proceso estocástico F_t^W -adaptado,

X tiene trayectorias continuas,

X es un proceso de Markov, y

¹⁷ Un proceso estocástico X se llama F_t -martingala si cumple lo siguiente: i) X es adaptado a la filtración $\{F_t\}_{t>0}$; ii) $E[|X(t)|] < \infty$ para toda t ; y; iii) Para toda s y t tal que $s \leq t$, dadas las propiedades de esperanzas condicionadas, $E[X(t)/F_s] = X(s)$. El cumplimiento de estas propiedades implica que toda la información generada por los eventos observados hasta el momento t se obtiene a partir del proceso X , por lo cual, cualquier otra variable aleatoria depende de la trayectoria de $X(s)$ en el intervalo $0 \leq s \leq t$ (Nuñez y Segundo (2012: Cap. 3).

¹⁸ Nótese que si a las ecuaciones (11) y (14^a) las dividimos por la variable aleatoria X obtenemos:

$\frac{dX}{X} = \mu dt + \sigma dW$. Lo cual significa que la proporción del crecimiento de la variable X , para un corto periodo de tiempo, dt , tiene una distribución normal con media μdt y varianza $\sigma^2 dt$.

¹⁹ El Lema de Ito señala lo siguiente: Sea X un proceso estocástico con diferencial estocástico $dX(t) = \mu(t)dt + \sigma(t)dW(t)$ donde μ y σ son procesos adaptados y sea $f = f(t, X)$ una función diferenciable respecto a t y doblemente diferenciable respecto a X . Si Z es un proceso definido como $Z = f(t, X(t))$, entonces Z tiene un diferencial estocástico, dZ , dado por $dZ = df(t, X(t)) = \left\{ \frac{\partial f}{\partial t} + \mu \frac{\partial f}{\partial x} + \frac{1}{2} \sigma^2 \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} \right\} dt + \sigma \frac{\partial f}{\partial x} dW(t)$.

Existe una constante C tal que $E[|X(t)|] \leq C e^{Ct}(1 + |x_0|^2)$

Así, la solución esta dada por:

$$X(t) = x_0 e^{\left(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2\right)t + \sigma W(t)} \quad (2.15)$$

Cuyo valor esperado es

$$E[X(t)] = x_0 e^{\mu t} \quad (2.16)$$

(2.15) es una solución válida cuando el proceso estocástico tiene una sola fuente de aleatoriedad. En cambio, si hay más de una fuente, entonces se tendrán soluciones que muestran procesos brownianos n -dimensionales. Por ejemplo, sea el caso de un proceso que tiene dos fuentes, entonces tenemos que considerar un proceso $W = [w_1, w_2]$ siendo w_1 y w_2 dos procesos de Wiener independientes, con media, $\mu = [\mu_1(t), \mu_2(t)]$, o vector de tendencia y la matriz de varianza-covarianza, $\sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11}(t) & \sigma_{12}(t) \\ \sigma_{21}(t) & \sigma_{22}(t) \end{bmatrix}$, la matriz de difusión.

Por tanto, el proceso bi-dimensional $X = [x_1, x_2]$, presenta un diferencial estocástico dado por:

$$\begin{bmatrix} dx_1(t) \\ dx_2(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_1(t) \\ \mu_2(t) \end{bmatrix} \cdot dt + \begin{bmatrix} \sigma_{11}(t) & \sigma_{12}(t) \\ \sigma_{21}(t) & \sigma_{22}(t) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dw_1(t) \\ dw_2(t) \end{bmatrix} \equiv dX(t) = \mu(t)dt + \sigma(t)dW(t) \quad (2.17)$$

Si Z es un proceso tal que $Z = f(t, X(t))$, siendo f una función de \mathcal{R}^3 en \mathbb{R} diferenciable en t y doblemente diferenciable en X , y si X es un proceso bi-dimensional con diferencial estocástico dado por (2.17), entonces, aplicando el Lema de Itô, f tiene el siguiente diferencial estocástico:

$$df = \frac{\partial f}{\partial t} + \mu_1 \frac{\partial f}{\partial x_1} + \mu_2 \frac{\partial f}{\partial x_2} + \frac{1}{2} s_1 dt + s_2 \quad (2.18)$$

Siendo $s_1 = \{\sigma_{11}^2 + \sigma_{12}^2\} \frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2} + 2(\sigma_{21}^2 \sigma_{11}^2 + \sigma_{22}^2 \sigma_{12}^2) \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_2} + (\sigma_{12}^2 + \sigma_{22}^2) \frac{\partial^2 f}{\partial x_2^2}$ y

$$s_2 = \{\sigma_{11} + \sigma_{21}\} \frac{\partial f}{\partial x_1} dW_1 + (\sigma_{12} + \sigma_{22}) \frac{\partial f}{\partial x_2} dW_2$$

La ecuación (2.18) es equivalente a²⁰

$$df = \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{\partial f}{\partial x_1} dx_1 + \frac{\partial f}{\partial x_2} dx_2 + \frac{1}{2} S \quad (2.19)$$

Donde $S = \frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2} dx_1 dx_1 + \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_2} dx_1 dx_2 + \frac{\partial^2 f}{\partial x_2^2} dx_2 dx_2$

De forma que (2.19) representa la solución al proceso estocástico bi-dimensional.

²⁰ Ello resulta cuando se aplica lo siguiente: i) $(dt)^2 = 0$; ii) $dt \cdot dw_i = 0 \quad i = 1, 2$; iii) $(dw_i)^2 = dt \quad i = 1, 2$ y; iv) $dw_i dw_j = 0 \quad i = 1, 2$.

2.1.4 Procesos Estocásticos de Difusión con Saltos

Cuando una variable X presenta una frecuencia alta de movimientos volátiles, causados de manera externa y repentina, entonces tenemos que dicha variable presenta un proceso estocástico de difusión con saltos, de tal forma que su dinámica se representa por medio de la ecuación:

$$dX(t) = \alpha X(t)dt + \sigma X(t)dW(t) + vX(t)dQ(t) \quad (2.20)$$

Donde α es un parámetro que muestra la tendencia de la variable X condicionada a que ningún salto se produzca; σ es la volatilidad esperada de la variable; v mide los posibles saltos de la variable; W es un proceso de Wiener estandarizado²¹. Por su parte, se supone que los saltos en la variable siguen un procesos de Poisson, Q , cuyo parámetro de intensidad queda definido por las condiciones:

$$\begin{aligned} X_r\{\text{un salto unitario durante } dt\} &= X_r\{dQ(t) = 1\} = \lambda_X dt + 0(dt) \\ X_r\{\text{ningún salto en } dt\} &= X_r\{dQ(t) = 0\} = 1 - \lambda_X dt + 0(dt) \end{aligned} \quad (2.21)$$

Por tanto, los saltos quedan estandarizados por:

$$E[dQ(t)] = Var[dQ(t)] = \lambda_X dt \quad (2.22)$$

Por lo cual, el número inicial de saltos se supone nulo, lo que implica que $Q(0) = 0$. En consecuencia, si suponemos la no correlación entre los procesos de Wiener, $W(t)$, y de Poisson, $Q(t)$, entonces podemos obtener endógenamente a los componentes de tendencia, α , de difusión, $\sigma dW(t)$, y de salto, $vdQ(t)$, de (2.20).

Sea m el vector de componentes exógenos que determina a los componentes estocásticos de difusión y saltos y $\frac{1}{X}$ es el inverso de la variable en cuestión, por lo que su cambio porcentual queda dado por:

$$Xd\left(\frac{1}{X}\right) = \alpha_m dt + \sigma_m dW(t) + \left(\frac{1}{1+v_m} - 1\right)dQ(t) \quad (2.23)$$

Entonces aplicando el Lema de Itô al proceso estocástico (2.20), se tiene que el comportamiento de la variable X esta determinado endógenamente por el modelo mismo, de tal manera que lo anterior implica que los cambios que ocurran en la variable X se verán afectados por la volatilidad, determinada por el proceso de Wiener aplicada a la misma variable X y por saltos ocurridos en ésta, derivados estócasticamente, y definidos mediante un proceso de Poisson.

2.2 Evolución de la dinámica estocástica en el análisis macroeconómico convencional

El tipo de economías a las que se les puede aplicar los métodos estocásticos para el análisis económico es sorprendentemente grande, sobre todo cuando se tiene el consenso de que éstas fluctúan con una tendencia marcada y muestran una dinámica que puede ser aproximada mediante una ecuación lineal de movimiento a lo largo del tiempo, con presencia de incertidumbre.

²¹ Esto significa que W presenta incrementos normales independientes cuyo valor esperado es $E[dW(t)] = 0$ y varianza $Var[dW(t)] = dt$.

Dicho comportamiento aunque ha sido observado desde la evolución del sistema capitalista, su análisis mediante el uso de sistemas dinámicos ha sido paulatino, en principio, y excesivamente tratado últimamente.

Sin embargo, a pesar de lo anterior, por mucho tiempo la utilización del tiempo continuo en el análisis económico mostró su utilidad, sobre todo cuando se aproximaban procesos en donde la evolución de una situación a la siguiente no era muy brusca y se tiene la posibilidad adicional de analizar los estados intermedios; por tanto, de aquí surge la razón del porque la modelización económica pospuso la consideración del tiempo como variable y se inició con modelos estáticos, donde a partir de un conjunto de hipótesis sobre los agentes (denominadas comúnmente como racionalidad), se llega a la conclusión de la existencia de un equilibrio entre las fuerzas económicas.

Pero, también se tiene la deficiencia de no describir como se llega al equilibrio, por lo cual no se identifica lo *aleatorio o estocástico* que aqueja la cotidianeidad económica sino que se considera a ésta como un fenómeno esencialmente determinista, con lo cual se genera una incapacidad predictiva de los modelos, misma que proviene o de la formulación de las ecuaciones, pues las variables pueden ser intrínsecamente estocásticas y, por lo tanto, su evolución es impredecible hasta cierto punto; o de que las variables involucradas sean de origen determinista, pero su evolución esté descrita por un sistema dinámico no lineal que presente un comportamiento caótico fuera de la realidad.

Ahora bien, conforme el análisis de las series de tiempo tradicional, se puede observar que el comportamiento de las variables económicas agregadas pueden separarse en dos partes: la primera es una tendencia determinista y la segunda está formada por fluctuaciones alrededor de dicha tendencia. Este hecho motivó, en principio, al desarrollo de la teoría keynesiana²² con el fin de principal de analizar, reducir, y hasta eliminar, estas fluctuaciones con base en políticas monetaria y fiscal adecuadas, en coordinación con las expectativas de los agentes económicos, bajo el supuesto de que el gobierno (o la autoridad monetaria, en caso de bancos centrales autónomos) tienen la capacidad de anticipar estas fluctuaciones y deben actuar en consecuencia.

Sin embargo, dado que los datos de las variables económicas se recopilan y archivan para periodos de tiempo uniformemente espaciados, el análisis de variables macroeconómicas sobre conjuntos discretos de valores de tiempo se fue extendiendo desde la aparición de los trabajos simultáneos de Harrod y Samuelson en 1939²³.

El trabajo de Harrod (1939), utiliza la dinámica en tiempo discreto para formular un modelo de análisis del crecimiento del ingreso nacional en una economía en expansión a través del tiempo. Su planteamiento consiste en suponer que tanto el ahorro como la inversión en el tiempo t , dependen, el primero de una fracción positiva del ingreso actual, $S_t = \alpha Y_t$, mientras que la segunda de una fracción positiva del incremento último del ingreso, $I_t = \beta(Y_t - Y_{t-1})$, que al igualarse en el equilibrio, genera la siguiente ecuación en diferencias de primer orden:

²² Sobre todo en el marco de los llamados Modelos Neo Keynesianos o modelos de equilibrio temporal fundamentada en una Macroeconomía del Desequilibrio, donde se intenta modelar las expectativas de los agentes, considerando que la toma de decisiones se da en un marco de incertidumbre, producto de limitaciones de información, problemas de coordinación, rigideces de precios y cantidades e interdependencia de mercados, para un análisis in extenso de estos modelos Véase Romer (2002). Sin embargo, esto no implica que las otras corrientes no tuvieran un desarrollo pues, por ejemplo, la corriente post keynesiana, considerando que son las expectativas y la división social los factores que inciden sobre la formación de precios (tasa de interés, salarios y ganancias), ha desarrollado los modelos que explican el problema de la inestabilidad del sistema capitalista, destacando que el mecanismo de ajuste es por medio de la distribución del ingreso.

²³ “An Essay in Dynamic Theory”, *The Economic Journal*, Vol. 49, pp. 14-39; y “Interactions between the Multiplier Analysis and the Principle of Acceleration”, *Review of Economics and Statics*, Vol. 21.

$$Y_t = \left(\frac{\beta}{\beta-\alpha}\right) Y_{t-1} \quad (2.23.1)$$

Cuya solución es:

$$Y_t^* = \left(\frac{\beta}{\beta-\alpha}\right)^t Y_0 \Rightarrow I_t = S_t = \alpha \left(\frac{\beta}{\beta-\alpha}\right)^t Y_0 \quad (2.23.2)$$

Donde $\frac{\beta}{\beta-\alpha} \geq 1$, dado que el ingreso se asume como no negativo, conjuntamente con las fracciones α y β , siendo las sucesiones $\{Y_t\}$, $\{I_t\}$ y $\{S_t\}$, monótonas crecientes, por lo cual las variables divergen del equilibrio, mostrando una economía inestable, que depende de que las expectativas sean satisfechas y de que se tenga una política económica que fomente el ahorro para la disposición de la inversión que haga posible un crecimiento periodo tras periodo y tener una tasa actual de crecimiento que iguale tanto a la tasa garantizada como a la tasa natural de crecimiento económico.

Por su parte, Samuelson realiza un análisis del ingreso nacional. Se parte planteando un modelo macroeconómico de economía cerrada, donde el ingreso nacional actual es igual al consumo, inversión y gasto público corriente, $Y_t = C_t + I_t + G_t$, siendo el consumo función de la propensión marginal a consumir, que se supone constante, respecto al ingreso anterior, $C_t = \alpha Y_{t-1}$.

La inversión se supone igual a una constante del incremento en el consumo respecto al periodo precedente (este es el llamado principio de aceleración), $I_t = \beta(C_t - C_{t-1})$. Por su parte, el gasto público, G_t , se supone exógeno, lo cual implica que es una constante periodo a periodo, entonces $G_t = 1$. Bajo estas tres relaciones macroeconómicas, se genera la siguiente ecuación en diferencias de segundo orden:

$$Y_t = \alpha Y_{t-1} + \beta(\alpha Y_{t-1} - \alpha Y_{t-2}) + 1 \quad (2.23.3)$$

Cuya solución es:

$$Y_t^* = r^t (C_1 \cos \theta_t + C_2 \operatorname{sen} \theta_t) + \frac{1}{1-\alpha} \quad (2.23.4)$$

Siendo $r = \sqrt{\alpha\beta}$, C_1 y C_2 , constantes arbitrarias. Pero, si el límite del primer término tiende a cero, entonces la solución es:

$$Y_t^* = \frac{1}{1-\alpha} \quad (2.23.5)$$

Donde las condiciones necesarias y suficientes para que Y_t^* sea un valor de equilibrio estable son $0 < \alpha < 1$ y $\alpha\beta < 1$. Es decir, tanto la propensión marginal al consumo (el consumo de un año con respecto al ingreso del año anterior) como su producto con el parámetro acelerador deben ser menores que uno para que la sucesión de valores de ingreso converja a Y_t^* para todas las posibles condiciones iniciales del ingreso nacional.

La utilización del análisis dinámico discreto y de la conceptualización macroeconómica keynesiana de Harrod y Samuelson, abrió importantes consensos para el análisis macroeconómico en materia del manejo de la política económica que mantuvieran las fluctuaciones del ingreso nacional y de las principales variables económicas.

Dejando la cuestión de la tendencia o crecimiento para mejores ocasiones²⁴. Sin embargo, dado que el análisis supone coeficientes constantes, sobre todo en lo que respecta a las propensiones marginales a consumir y a ahorrar, la crítica neoclásica, en un primer momento, señaló al respecto que no existe fundamento microeconómico que justifique por qué los individuos se tienen que comportar de esa manera y, en un segundo momento, retomando la incertidumbre respecto a las decisiones de ahorro e inversión planteadas por Keynes, se empezó a formular el importante papel de las expectativas de los agentes económicos para el diseño y resultados de la política económica, en especial de la política monetaria, ante los problemas crecientes de inflación y desempleo.

Por consiguiente, considerando que tanto el análisis de las burbujas especulativas de la solución de un sistema dinámico como la introducción de variables aleatorias en dicho sistema es de gran utilidad para la formulación y tratamiento de modelos monetarios.

De manera tal que éstos capten las burbujas en el nivel de precios que conllevan a hiperinflaciones o a deflaciones²⁵, se puso atención en la infinidad de equilibrios múltiples que se podrían encontrar por la deliberada política monetaria para financiar los déficits públicos, generados por la idea aceptada de que la inversión, pública o privada, podía acelerar el crecimiento. Razón por la cual, el gobierno debía financiar el gasto de inversión con emisión monetaria. Sin embargo, ello supone implícitamente que los individuos tienen previsión perfecta acerca del futuro y que no hay respuestas anticipadas a shocks de política económica, por lo que, en contrario sensu, se planteó la hipótesis neoclásica acerca de que la monetización del déficit conduce a una dinámica inflacionaria que genera una mayor incertidumbre entre los agentes, los cuales reaccionarían ante las medidas de política económica para protegerse. Esto dio pie al nacimiento del debate macroeconómico sobre la efectividad de la política monetaria, introduciendo al análisis dinámico un componente aleatorio respecto al comportamiento del conjunto de variables consideradas. Así, por ejemplo, Cagan (1956), formula un modelo de dos ecuaciones: una ecuación dinámica de demanda de dinero y una ecuación que describe la formación de expectativas inflacionarias de los agentes como reacción a las medidas de política de monetización de los déficits²⁶.

Por consecuencia, la demanda de dinero es una función exponencial de saldos reales, M_t , que responde inversamente a la tasa esperada de inflación que, en equilibrio, es igual al stock monetario real, y puede ser representada en tiempo discreto de la siguiente manera

$$\frac{M_t}{P_t} = \exp[-\alpha(\mathbb{E}[P_{t+1} - P_t])] \quad (2.23.6)$$

Siendo P_t son los precios en el periodo t. Tomando logaritmos a la ecuación, expresados en letras minúsculas:

²⁴ A pesar de ello, es importante mencionar la crítica de Hicks respecto a la hipótesis de proporcionalidad de la inversión al cambio en el ingreso presentes en el análisis macroeconómico convencional keynesiano. La idea es que la relación entre la inversión y el cambio en el ingreso es lineal (proporcional) únicamente para tasas de cambio pequeñas en el ingreso, pero, si el ingreso crece desproporcionadamente, los factores productivos no podrán ajustarse igual, limitando la producción y, por lo tanto, la inversión. Del mismo modo, si el ingreso cae con rapidez, entonces la inversión no necesariamente se reduce en la misma proporción, ya que el capital instalado no puede destruirse y desaparecer. Un modelo basado en esta crítica se presenta en Lomelí y Rumbos (2003), p.199.

²⁵ Es común que en los mercados financieros existan periodos en los cuales los precios de algunos activos excedan cualquier predicción acerca del valor presente de los rendimientos futuros; en tales casos existen burbujas especulativas. Sólo si el valor final de un activo esta dado, entonces su precio no tiene burbujas especulativas. Este es el caso típico de los bonos gubernamentales.

²⁶ La formación de expectativas considerada sigue un proceso de ajuste adaptativo, de forma que $\pi_{t+1} = \mathbb{E}(\pi_t - \pi_{t-i})$, con $i=0,1,\dots,t$, siendo π_{t+1} la inflación esperada, \mathbb{E} , el valor esperado, π_t la inflación actual y π_{t-i} la inflación de periodos previos, por lo tanto la expectativa inflacionaria se forma del promedio de la inflación previa.

$$m_t - p_t = -\alpha(\mathbb{E}[P_{t+1} - P_t]) \quad (2.23.7)$$

Despejando los precios:

$$p_t = \alpha(\mathbb{E}[P_{t+1}]) + (1 - \alpha)m_t \quad (2.23.8)$$

Donde $\alpha = \frac{\alpha}{1+\alpha}$.

Esto implica que el nivel de precios depende del nivel de precios esperado para el siguiente periodo y del stock monetario actual. Así, si la autoridad monetaria decide monetizar los déficits, lo hará a costa de una mayor inflación que, en determinado caso, podría desatar un proceso hiperinflacionario, por lo que se concluía que la política monetaria era inefectiva en sus propósitos: sólo los cambios inesperados en la oferta monetaria podrían tener efectos reales junto con los inflacionarios, considerando que las variables económicas son invariables en el tiempo (lo cual significa que las series de tiempo consideradas siguen un proceso estacionario).

Bajo este marco de análisis, en los 1970s, el debate sobre la efectividad de la política monetaria llegó a su clímax, con el advenimiento de las expectativas adaptativas por las racionales como forma de racionalidad de los agentes económicos para anticiparse a shocks imprevistos de la autoridad monetaria. Basándose en los trabajos de Lucas (1972 y 1976), sobre la neutralidad de la política monetaria y sobre la crítica respecto al uso de modelos macroeconómicos a gran escala²⁷, y utilizando la dinámica estocástica como herramienta para el análisis macroeconómico, se formula el siguiente modelo con expectativas racionales

$$\begin{aligned} y_t^d &= m_t - p_t + v_t \\ y_t^o &= p_t - \mathbb{E}_{t-1}(p_t/I_t) + u_t \end{aligned} \quad (2.23.9)$$

La primera ecuación representa la demanda agregada y la segunda un tipo de curva de oferta agregada de Lucas, que relaciona al producto con sorpresas monetarias, que no es más que una curva de Phillips²⁸ con expectativas. m_t son los saldos monetarios, p_t el índice de precios y v_t y u_t son shocks estocásticos. $\mathbb{E}_{t-1}(p_t/I_t)$ es el valor esperado del nivel de precios dado un conjunto de información en cada periodo que contiene todos los valores pasados de las variables y los shocks, lo cual implica que los individuos forman sus expectativas de manera racional y pueden anticiparse o responder inmediatamente a shocks estocásticos provocados por la autoridad monetaria respecto a la oferta monetaria. Igualando tanto la oferta como la demanda agregada se tiene:

$$p_t = \frac{1}{2}(\mathbb{E}_{t-1}[P_t/I_t]) + m_t + v_t - u_t \quad (2.23.10)$$

Aplicando \mathbb{E}_{t-1} , se tiene $\mathbb{E}_{t-1}[P_t]$, despejándolo y sustituyendo en la anterior ecuación se obtiene la forma reducida para p_t , puesto que m_t es exógena, pues está dada por la política monetaria

²⁷ Es de resaltar que en el trabajo de Lucas (1976) es de donde resulta la llamada *Crítica de Lucas*, la cual radica esencialmente en que dado que para el diseño de las políticas macroeconómicas, se utilizan modelos macroeconómicos que suponen estabilidad en los valores de los parámetros, cuando en realidad no lo son, sobre todo si las políticas cambiaran radicalmente, razón por la cual, las estimaciones econométricas de estos modelos no son confiables en tanto no reflejan la estructura real de la economía, y sobre todo, por que no se estiman correctamente las expectativas de los agentes al suponerlas fijas o adaptables.

²⁸ La Curva de Phillips originalmente se utilizó para postular una relación de intercambio entre el empleo y el nivel salarial. Posteriormente ha sido utilizada para analizar el trade off entre el nivel de empleo y el nivel de precios.

$$p_t = \frac{1}{2} [\mathbb{E}_{t-1}[m_t] + \mathbb{E}_{t-1}[v_t] - \mathbb{E}_{t-1}[u_t] + m_t + v_t - u_t] \quad (2.23.11)$$

Sustituyendo en la ecuación de oferta, se tiene que:

$$y_t = \frac{1}{2} [m_t - \mathbb{E}_{t-1}[m_t] + v_t - \mathbb{E}_{t-1}[v_t] + u_t + \mathbb{E}_{t-1}[u_t]] \quad (2.23.12)$$

Si los shocks u_t y v_t siguen algún tipo de proceso conocido y se conocen todos los valores pasados de los shocks, entonces la autoridad monetaria puede decidir que su política monetaria estará dada de acuerdo con

$$m_t = Au_{t-1} + Bv_{t-1} \quad (2.23.13)$$

Esto implica que la oferta monetaria se ajusta de acuerdo con los shocks del periodo anterior y A y B definen algún objetivo. Por tanto, aplicando la esperanza \mathbb{E}_{t-1} se obtiene:

$$\mathbb{E}_{t-1}(m_t) = A\mathbb{E}_{t-1}(u_{t-1}) + B\mathbb{E}_{t-1}(v_{t-1}) = m_t \quad (2.23.14)$$

Por lo cual, si sustituimos este resultado en el producto, y_t , se tiene que m_t no influye en lo absoluto y sólo es afectado por los shocks estocásticos; es decir, la política monetaria no tiene ningún efecto real, pero si en el nivel de precios, de manera proporcional.

Esto implica que la sorpresa monetaria es una sorpresa inflacionaria, pero, como los agentes tienen expectativas racionales, entonces conocen todos los parámetros, por lo cual m_t es predecible, excepto si ocurre un error en el diseño o ejecución de la política monetaria del banco central.

Pero dicho error, al ser estocástico, no es sistemático y, por tanto, no constituye una política, pues el producto sólo se afecta por errores de política monetaria, aunque si tendrá efectos sistemáticos sobre el nivel de precios.

Este nuevo planteamiento sobre la efectividad de la política monetaria ha llevado a construir respuestas neo keynesianas, afirmando que aun cuando la política monetaria pueda ser prevista por expectativas racionales, ésta puede ser eficaz, si se considera que los ajustes no son instantáneos a los cambios esperados en las políticas²⁹.

En este sentido, la existencia de contratos limita la conducta de los agentes privados dado que los salarios quedan predeterminados por un periodo en base a toda la información disponible al momento de la firma del contrato.

Sin embargo, si una vez firmado el contrato las autoridades cambian su política, aunque los agentes prevean los efectos de dicho cambio, no podrán ajustar el salario porque éste ha sido fijado, evitando así la fluctuación de precios, haciendo que la política monetaria sea eficaz en el corto plazo utilizando un ancla nominal³⁰.

²⁹ Esto implica que si bien el conjunto de información es completo, el conjunto de oportunidades no lo es. Al respecto, véase Shone, R., (1997), Chapter 9.

³⁰ Para deducir estos resultados, siguiendo el modelo desarrollado en Blanchard and Fischer (1996: chapter 9), se plantea la siguiente ecuación del producto: $y_t = \frac{1}{2} \left[\frac{1}{3} (m_t - \mathbb{E}_{t-1}[m_t]) + \frac{2}{3} (m_t - \mathbb{E}_{t-2}[m_t]) \right] + \frac{1}{2} \left[\frac{1}{3} (u_t - \mathbb{E}_{t-1}[u_t]) + \frac{2}{3} (v_t - \mathbb{E}_{t-2}[v_t]) \right]$, que se obtiene de proponer una función de demanda agregada que depende de los saldos reales y de un shock, u_t , una oferta agregada que

La cual permite que dada una perturbación monetaria no esperada, u_t , una parte de los trabajadores no pueden modificar su salario nominal debido a que esta fijo por dos periodos. Por consecuencia, ante un incremento de la oferta monetaria que provoque un aumento del nivel de precios, aunque los trabajadores conozcan este efecto, no pueden hacer nada, por lo cual los salarios reales disminuyen, provocando un efecto sobre la demanda agregada y sobre el producto, en tanto se retarda el ajuste de los salarios, donde dichos efectos habrán durado dos periodos por la inercia inherente al proceso de ajuste salarial.

Por su parte, el análisis de las fluctuaciones alrededor de la tendencia del producto comúnmente llamados ciclos económicos, después de un letargo de los años 1950s a los 1970s, resurgió con el trabajo de Lucas (1977), mediante el cual se intentó responder a la cuestión del porqué en las economías de mercado, el producto y el empleo oscilan alrededor de una tendencia.

Con las herramientas matemáticas de la dinámica estocástica, Lucas definió a los ciclos económicos como las desviaciones del producto agregado alrededor de su tendencia, basadas en las propiedades estadísticas de los co-movimientos de dichas desviaciones en diferentes series de tiempo agregadas³¹.

Esta definición difiere de la que era aceptada hasta ese momento³², aportándose un avance metodológico en la teoría de los ciclos económicos, donde la razón de la nueva definición se encuentra en la observación de los hechos acerca de que la actividad económica en las economías de mercado se ha caracterizado por un crecimiento sostenido.

Donde también prevalecen las fluctuaciones al igual que en países no industrializados, por lo tanto, la explicación de los ciclos se debe basar en las leyes generales que rigen las economías de mercado en lugar de fundamentarse en las características peculiares de cada país o periodo de tiempo.

Así, en su trabajo, Lucas utiliza las técnicas estocásticas en tiempo discreto para mostrar que los shocks monetarios aleatorios y un efecto acelerador interactúan para generar movimientos cíclicos serialmente correlacionados en el producto real y movimientos pro cíclicos en los precios, en la razón inversión-producto y en la tasa de interés nominal, pero alrededor de su tendencia. Sin embargo, Lucas no define el concepto de tendencia, por lo cual, Kidland and Prescott (1982), proponen que dicho concepto es el conocido estado estacionario de la teoría del crecimiento neoclásica, el cual se caracteriza porque el producto per cápita, el consumo, la inversión, el stock de capital y los salarios reales crecen a una tasa constante determinada por la tecnología.

se establece en base a los salarios reales, y una regla salarial, donde los salarios se suponen fijos en dos periodos, revisándose en el tercero, por lo cual una mitad de trabajadores tienen contratos al inicio del periodo t y lo revisan al principio del periodo $t+2$ y la otra mitad firma al inicio de $t+1$ y lo revisan en $t+3$.

³¹ Así, la ecuación $y_t = a + by_{t-1} + e$, donde e es una perturbación aleatoria de media cero, es suficiente para generar un movimiento cíclico en y , que será más marcado cuanto menor sea el valor de b . Obviamente este es un fenómeno netamente empírico que depende de la amplitud o volatilidad y de la conformidad o coherencia de los movimientos de la serie y del carácter de la variable, la cual puede ser procíclica o contracíclica y adelantada o rezagada, lo cual implica que no se refleja ninguna uniformidad determinista. Sin embargo, es justo recordar que fue Eugen Slutsky (1937), quién propuso que el ciclo económico podía ser el resultado agregado de una suma de causas aleatorias, es decir, de una ecuación en diferencias estocástica finita de bajo orden con raíz real positiva. Pero para ser estables, se necesitan que los shocks sean de gran tamaño o que las pequeñas perturbaciones estuvieran correlacionadas.

³² Dicha definición era la propuesta por Mitchell (1927), quién definió a los ciclos como una secuencia de expansiones y contracciones caracterizadas por las fases de prosperidad, crisis, depresión y recuperación.

En consecuencia, basaron su análisis en los fundamentos microeconómicos de la función producción donde se introdujeron shocks de oferta que afectan la producción y otras variables mediante algún mecanismo de propagación.

Lo anterior implica que si tasa de cambio tecnológico fuera constante, entonces la tendencia del producto real debe ser una función del tiempo, aunque la tasa de cambio tecnológico es variante en el tiempo y entre países, por lo cual Kidland y Prescott deducen que esta variación es el problema central del desarrollo económico, debido a que dicha tasa de cambio esta relacionada con los acuerdos institucionales que los individuos esperan utilizar en el futuro.

Pues aun en sociedades estables las instituciones cambian en el tiempo y ello genera cambios en el crecimiento de la productividad que hace que las economías fluctúen alrededor de su tendencia, por lo cual los cambios institucionales deben considerarse como shocks estocásticos que inciden en las desviaciones del producto alrededor de su tendencia³³.

Esto implica suponer, a pesar de la presencia de shocks aleatorios, que las tasas de crecimiento siguen una distribución normal, por lo cual no se generan movimientos inesperados (auges o caídas) en la trayectoria de crecimiento.

En este sentido, considerando lo señalado por el paradigma keynesiano respecto a la concepción del ciclo económico, el cual define como resultado de perturbaciones exógenas, ampliadas y prolongadas por mecanismos internos, donde la naturaleza de las perturbaciones se buscan en la demanda agregada, como la volatilidad de las decisiones de inversión (animal spirits), derivada de la incertidumbre capitalista, y la volatilidad de la fuerza laboral. Ambas fuerzas generan perturbaciones reales constantes, con mecanismos de propagación basadas en las rigideces nominales, sobre todo de los salarios.

Por ello, en los últimos años la conceptualización de la economía ha experimentado una serie de cambios y transformaciones profundas. Esto ha permitido el empleo de herramientas más sofisticadas, cuyo objetivo ha sido el generar una mayor comprensión de los fenómenos estocásticos que supere el marco determinista convencional, de manera tal que sea posible incluir la incertidumbre (y riesgo) en algunos de los modelos fundamentales de la economía que conllevan movimientos inesperados denominados procesos estocásticos. Este es el caso del desarrollo de los modelos de equilibrio general.

Por ejemplo, retomando el análisis de crecimiento económico neoclásico tenemos que el modelo de Solow (1956) se fundamenta en la utilización de la función producción con rendimientos constantes a escala y en la acumulación de capital, cuya combinación se resume en la ecuación fundamental dada por la expresión:

$$\dot{k} = sAk^\alpha - (n + \delta)k \quad (2.23.15)$$

³³ En este sentido, Kidland y Prescott supusieron que estos shocks son una sucesión de variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas (ruido blanco en el análisis econométrico), por lo tanto los shocks “tecnológicos” se presentan como shocks estocásticos que afectan la función producción y esto explica porque el ciclo económico no sigue una tendencia determinista en una economía de mercado. Sin embargo, aunque los shocks son “ruido blanco” y puede ser estimado mediante una relación econométrica, también es necesario suponer que la información disponible esta siendo utilizada por los agentes económicos, lo cual implica problemas de estimación, pues ello eliminaría la función de distribución de las expectativas. Sobre la modelización de las relaciones intertemporales entre consumo presente y ahorro y consumo futuro, entre trabajo y ocio y algún mecanismo que explique el largo desarrollo temporal en la inversión, como la exigencia de un cierto tiempo para llevar a cabo una inversión (time to build) o costes de ajuste, derivadas de shocks tecnológicos sobre la función producción, véase Romer (2002: capítulo 4).

De esta relación, se obtiene la conclusión de que el crecimiento económico tiene causas exógenas. El crecimiento depende de la evolución del grado de eficiencia técnica de la economía y del cambio en la relación capital-trabajo. Pero, como la acumulación de capital depende de las decisiones de inversión y éstas de las decisiones de ahorro, conforme las preferencias de los individuos, entonces no hay política pública que pueda incidir sobre dichas decisiones. En consecuencia, los países que tienen altas tasas de ahorro, producto de los gustos y preferencias de los individuos, tenderán a ser más prósperos, pues pueden acumular más capital por trabajador y generar una producción mayor. En cambio, si los países pobres se destacan por un alto índice demográfico, esto provoca que buena parte del ahorro se destine a mantener la relación capital-trabajo y se acumule menos.

Por lo anterior, Solow sugiere que el crecimiento cesa a menos que la tecnología de la producción mejore exponencialmente. Esto significa, en términos de política, que los países deben ahorrar e invertir (condición necesaria) parte de su ingreso nacional para sostener un crecimiento de largo plazo que amplíe el capital para después profundizar en su utilización materializada (condición suficiente), hasta el punto en que el producto marginal del capital sea nulo. Así, los cambios de política que afectan la inversión sólo tienen efectos de nivel más no efectos de crecimiento. Entonces la creencia de que aumentando la tasa de ahorro se incrementa el crecimiento económico es errónea, pues la tasa de ahorro no tiene ningún efecto sobre la tasa de crecimiento de estado estacionario: no importa cual sea el valor de la tasa de ahorro, la economía crecerá al ritmo que requiera la ampliación del capital. Lo que sí puede afectar la tasa de ahorro es la tasa de crecimiento de corto plazo y el nivel de ingreso per cápita en el largo plazo.

Sin embargo, si incluimos un análisis de riesgo que conllevan a movimientos inesperados en el nivel del producto, generado por la volatilidad de las variables de las cuales depende éste, entonces la trayectoria de crecimiento seguirá un Movimiento Browniano Geométrico. La razón es la siguiente: De la ecuación fundamental de Solow (n), una de las variables exógenas con alta volatilidad que incide sobre la acumulación de capital es la fuerza laboral, la cual varía en forma estocástica y, por ende, dicha volatilidad puede ser descrita bien mediante la siguiente ecuación diferencial estocástica o mediante la integral estocástica

$$dL = nLdt + \sigma Ldz \equiv L(t) = L_0 + \int_0^t nL(s)ds + \int_0^t \sigma L(s)dz \quad (2.23.16)$$

Donde dt es el diferencial de tiempo, determinístico, dz es el diferencial de un proceso de Wiener, estocástico, σ es una constante que refleja la volatilidad de la fuerza laboral, $nLdt$ es el término de tendencia y σLdz es el término estocástico.

Si dividimos a la ecuación diferencial estocástica (2.23.16) entre la fuerza laboral, L ,

$$\frac{dL}{L} = ndt + \sigma dz \quad (2.23.17)$$

Lo cual significa que la proporción del crecimiento de la fuerza laboral tiene una distribución normal con media n y varianza σ^2 . Asimismo, dada la condición inicial $L(0) = L_0$, entonces la ecuación diferencial estocástica representa un Movimiento browniano geométrico, lo que implica una solución dada por:

$$L = L_0 e^{\left(n - \frac{1}{2}\sigma^2\right)t + \sigma z(t)} \quad (2.23.18)$$

Esto implica que la variabilidad de la fuerza laboral va a determinar la estabilidad de la trayectoria de crecimiento pues éste depende de la acumulación de capital y el capital, además de depender de si mismo, depende de la fuerza laboral, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$dK = sF(K, L)dt \quad (2.23.19)$$

Que al conjuntarse con la ecuación diferencial estocástica de la volatilidad de la fuerza laboral (2.23.19), generamos un proceso bi-dimensional, mismo que podemos resolver aplicando la fórmula de Itô en dos dimensiones, obteniendo

$$dk = \frac{\partial k}{\partial t} dt + \frac{\partial k}{\partial K} dK + \frac{\partial k}{\partial L} dL + \frac{1}{2} \left[\frac{\partial^2 k}{\partial K^2} (dK)^2 + 2 \frac{\partial^2 k}{\partial K \partial L} dK dL + \frac{\partial^2 k}{\partial L^2} (dL)^2 \right] \quad (2.23.20)$$

Aplicando:

$$\frac{\partial k}{\partial t} = 0, \quad \frac{\partial k}{\partial L} = -\frac{K}{L^2}, \quad \frac{\partial k}{\partial K} = \frac{1}{L}, \quad \frac{\partial^2 k}{\partial K^2} = 0, \quad \frac{\partial^2 k}{\partial K \partial L} = -\frac{1}{L^2}, \quad \frac{\partial^2 k}{\partial L^2} = \frac{2K}{L^3}$$

Sustituyendo estos resultados en (2.23.20):

$$dk = 0 - \frac{K}{L^2} dL + \frac{1}{L} dK + \frac{1}{2} \left[0 + 2 \left(-\frac{1}{L^2} \right) dK dL + 2 \frac{K}{L^3} (dL)^2 \right] \quad (2.23.21)$$

Sustituyendo la ecuación diferencial estocástica de la variabilidad laboral (2.23.20):

$$dk = -\frac{K}{L^2} (nLdt + \sigma Ldz) + \frac{1}{L} dK + \frac{1}{2} \left[-\left(\frac{2}{L^2} \right) dK dL + \frac{2K}{L^3} (n^2 L^2 (dt)^2 + 2n\sigma dt dz + \sigma^2 L^2 (dz)^2) \right] \quad (2.23.22)$$

Aplicando lo conducente en la fórmula de Itô:

$$\begin{aligned} dk &= -\frac{K}{L^2} (nLdt + \sigma Ldz) + \frac{dK}{L} - \frac{dK}{L} \frac{dL}{L} + \frac{1}{2} \left[\frac{2K}{L^3} \sigma^2 L^2 dt \right] \\ &= \left(-\frac{nK}{L} + \frac{sF(K, L)}{L} + \frac{K\sigma^2}{L} \right) dt - \frac{K\sigma}{L} dz = [sf(k) - k(n - \sigma^2)]dt - k\sigma dz \end{aligned}$$

Esto implica entonces que tanto la parte determinista como la parte estocástica del diferencial del capital están afectadas por la fuerza laboral, por lo cual las variaciones aleatorias del capital dependen de las fluctuaciones aleatorias de la fuerza laboral. Ahora bien, dentro del análisis de la política económica, en los últimos años se han incorporado nuevas herramientas de la dinámica estocástica cuyo fin es el de minimizar el impacto esperado de los choques exógenos de los factores de riesgo que afectan el manejo de los instrumentos de la política económica. En este sentido, si consideramos que uno de los principales problemas macroeconómicos es el de la determinación del nivel general de precios, entonces para determinar la dinámica de éste, pueden combinarse los instrumentos de política monetaria y fiscal tales como la tasa de interés, la tasa de expansión monetaria, el gasto público y los impuestos, de manera tal que permitan reducir la exposición a los diferentes riesgos prevalecientes que conlleven a efectos negativos sobre la economía generados por la varianza del nivel de precios que afectan las expectativas inflacionarias de los agentes económicos, (Venegas-Martínez, (2001)).

Supongase un modelo tal donde la economía produce y consume un solo bien. Así, productores y consumidores, que se suponen idénticos, maximizan sus beneficios y su satisfacción en función del bien en cuestión. Por consecuencia, puede suponerse que los individuos, productores y consumidores, perciben que el nivel general de precios, P , sigue un proceso estocástico de difusión con saltos, de tal forma que se tiene la siguiente ecuación diferencial estocástica:

$$dP(t) = \pi P(t)dt + \sigma P(t)dW(t) + vP(t)dQ(t) \quad (2.23.23)$$

Siendo π la tasa de inflación promedio esperada sin presencia de shocks externos, por lo cual representa también el parámetro de tendencia de la ecuación diferencial estocástica. σ , es la volatilidad esperada de la tasa de inflación y v mide los posibles saltos en el nivel general de precios. Mientras, W es un proceso de Wiener con media cero y varianza dt y, Q es un proceso de Poisson con saltos $[0,1]$ y media y varianza igual al parámetro de intensidad de los saltos ocurridos, λdt , definidos por las condiciones dadas por (2.21) para el nivel general de precios, P , siempre que los procesos de Wiener y de Poisson no estén correlacionados.

Si consideramos que los individuos poseen solo dos activos: dinero, M , y acciones (o títulos de capital, K , entonces la riqueza esta dada por la totalidad de los activos que poseen los individuos, $a = m + K$, donde $m = \frac{M}{P}$ son los saldos reales. Dado que existe un solo bien en la economía por el cual los individuos intercambian por activos para mantener su riqueza, entonces podemos definir al nivel general de precios en función de la proporción en la tenencia de los activos, de tal manera que los saldos reales y las acciones están ligadas a los movimientos en el nivel general de precios:

$$P = \frac{T_k M}{T_m K} \quad (2.23.24)$$

Siendo T_k y T_m la proporción de las tenencias de acciones de capital real y de saldos reales en los portafolios de los individuos, y $\frac{M}{K}$ la razón dinero-capital, que puede expresarse como una función de movimientos exógenos promovidos por el Banco Central conforme sus objetivos de política monetaria a través de la expansión monetaria, que afecta directamente a M , o por cambios en la tasa de interés, que afecta directamente a K :

$$f(M, K) = \frac{M}{K} \quad (2.23.25)$$

En consecuencia, para determinar la dinámica del nivel general de precios, aplicamos el Lema de Itô a (2.23.24), tomando a (2.23.25) como un proceso subyacente, y obtenemos la diferencial estocástica que depende de las variables de política monetaria y satisface:

$$dP = \left[\frac{\partial f(M,K)}{\partial M} dM + \frac{\partial f(M,K)}{\partial K} dK + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f(M,K)}{\partial M^2} (dM)^2 + \frac{\partial^2 f(M,K)}{\partial M \partial K} dM dK + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f(M,K)}{\partial K^2} (dK)^2 \right] \left[\frac{T_k}{T_m} \right]$$

$$(2.23.26)$$

Dado (2.23.24), entonces aplicando las derivadas correspondientes a (2.23.25) obtenemos:

$$dP = \left[\frac{1}{K} dM - \frac{M}{K^2} dK - \frac{1}{K^2} dM dK + \frac{M}{K^3} dK^2 \right] \left[\frac{T_k}{T_m} \right] \quad (2.23.27)$$

Misma que factorizando:

$$dP = \left[\frac{1}{K} \left(dM - M \left(\frac{dK}{K} \right) - dM \frac{dK}{K} + M \left(\frac{dK}{K} \right)^2 \right) \right] \left[\frac{T_k}{T_m} \right] \quad (2.23.27.1)$$

Multiplicando por $\frac{M}{M} = 1$:

$$dP = \left[\frac{dM}{M} - \frac{dK}{K} - \frac{dM}{M} \frac{dK}{K} + \left(\frac{dK}{K} \right)^2 \right] \left[\frac{T_k}{T_m} \frac{M}{K} \right] \quad (2.23.27.2)$$

Por lo tanto, tenemos que el cambio porcentual del nivel general de precios es:

$$\frac{dP}{P} = \frac{dM}{M} - \frac{dK}{K} - \frac{dM}{M} \frac{dK}{K} + \left(\frac{dK}{K} \right)^2 \quad (2.23.28)$$

De (2.23.28) se desprende que los cambios porcentuales en el nivel general de precios depende de directa e inversamente de los shocks exógenos que pudiera provocar la autoridad monetaria. Esto implica entonces que la inflación del proceso subyacente (2.23.27.2), π , depende positivamente de la tasa de crecimiento de la oferta monetaria y negativamente de la tasa de acumulación del capital.

Por su parte, los componentes de volatilidad y de saltos del nivel general de precios, dependen de los componentes estocásticos del grado de variabilidad y profundidad, directamente, de las tasas de expansión monetaria e, inversamente, de la acumulación de capital. Esto implica en términos de política monetaria, que los riesgos inflacionarios que corre la autoridad monetaria por tratar de sorprender con una expansión monetaria están correlacionados con la tendencia inflacionaria (inflación subyacente).

2.3 Un modelo de crecimiento económico con gasto público e incertidumbre

El análisis de la incertidumbre dentro de los modelos de crecimiento económico es relativamente reciente pues surgió con el trabajo de Brock y Mirman (1972), aunque no ha tenido una veta fecunda de investigación.

El principal dilema a resolver es el análisis de estabilidad estocástica de la distribución estacionaria provocada por la incertidumbre en las decisiones de los agentes económicos. Para ello, Brock y Mirman plantearon un modelo de crecimiento en tiempo discreto con incertidumbre utilizando los métodos de la programación dinámica tanto para encontrar puntos de equilibrio estocásticos y el comportamiento maximizador de los agentes como para el análisis de la dinámica estocástica para la estabilidad del modelo.

En el modelo presentado a continuación se sigue a lo planteado tanto por Brock and Mirman (1972), como por Lomelí y Rumbos (2003: cap. 14) y Sargent (1987: chapter 1). Es un modelo de crecimiento estocástico donde se incluye al gobierno, pues generalmente las decisiones de éste inciden sobre las decisiones de los agentes. Así, suponiendo una economía con un agente representativo, cuyo problema es:

$$\text{máx } E_t \sum_{t=1}^{\infty} \beta^t u(c_t) \quad (2.23.29)$$

Sujeto a la restricción presupuestal:

$$\sum_{i=1}^N [f_i(k_{it}, g_t, v_t) - \delta_i k_{it}] = c_t + k_{t+1} \text{ con } k_0, c_t > 0, \quad t = 1, 2, \dots; \quad i = 1, 2, \dots, N$$

En donde \mathbb{E}_t denota la esperanza matemática condicionada al conjunto de información disponible en el tiempo t , β el factor de descuento sobre la utilidad futura, u la función de utilidad del consumo, c_t el consumo en el tiempo t , k_{it} el stock de capital del productor i en el tiempo t , f_i la función producción del proceso i , g_{it} el gasto público en infraestructura que es complementario al stock de capital del tiempo t .

Común a todo proceso i , v_t shock estocástico sobre la producción en el tiempo t que es común para todo proceso i e históricamente dado, y δ_i la tasa de depreciación del capital instalado en todo proceso i .

Las sucesiones $\{c_t\}$ y $\{k_t\}$ derivadas del problema de maximización (2.23.29) implican que las decisiones de consumo e inversión en el tiempo t estarán basadas en toda la información disponible en t .

Mientras el ambiente incierto, se representa por la secuencia $\{v_t\}$ que es un vector de valores reales de variables aleatorias que se suponen independientes e idénticamente distribuidas. Por consiguiente, la ley estocástica del ambiente es el producto inducido por la probabilidad de ocurrencia de v_t , dado el supuesto de independencia de la variable aleatoria.

Así, la maximización de (2.23.29) se realiza sobre todo el proceso estocástico de las sucesiones $\{c_t\}$ y $\{k_t\}$, siendo un proceso admisible, donde la existencia de un óptimo puede ser establecido sobre el espacio de los N diferentes procesos. En el tiempo t , se decide cuanto se consume y cuanto se mantiene en forma de capital, pues se supone que el capital tiene un proceso de transformación en bienes de consumo paulatino. Después de que la distribución entre consumo presente y futuro se decide, la naturaleza revela los shocks, v_t , y las unidades de nueva producción, $f_i(k_{it}, g_{it}, v_t)$, que están disponibles para el proceso i a fin del periodo t .

Pero, $\delta_i k_{it}$ unidades de capital se han consumido a fin del periodo t . Entonces, $f_i(k_{it}, g_{it}, v_t) - \delta_i k_{it}$ representa el producto neto del proceso i . Por consiguiente, el producto total disponible para ser dividido en consumo y stock de capital en el tiempo $t+1$ esta dado por:

$$\sum_{i=1}^N [f_i(k_{it}, g_{it}, v_t) - \delta_i k_{it}] = \sum_{i=1}^N [g_i(k_{it}, g_{it}, v_t)] = y_{t+1} \equiv Ak_t^\alpha$$

Donde α es la productividad del capital, dados los insumos trabajo e infraestructura pública que inciden en el estado de la tecnología y en el grado de eficiencia productiva, A_t , la cual es una medida de la productividad total de los factores³⁴. Ello permite que incidan sobre ella shocks productivos, mismos que se verán reflejados en un incremento de la capacidad productiva de la economía en periodos subsiguientes, $k_{t+1} = g(k_t, A_t)$.

Asimismo, como suponemos expectativas racionales en la elección del consumo, c , entonces, el valor esperado de la maximización intertemporal de la función de utilidad es la maximización intertemporal misma, y si suponemos una función de utilidad bien comportada para bienes normales, por lo tanto transformamos a (2.23.29) en una función valor:

$$V_t(t) = \max \sum_{t=1}^{\infty} \beta^t \ln c_t \quad (2.23.30)$$

³⁴ Dado que el gasto público en infraestructura se propone como un insumo complementario de la función producción, el valor de α puede ser mayor, menor o igual a 1, dependiendo si dicho insumo es complementario o sustituto, de manera tal que se tengan o no efectos a escala o derramamientos productivos.

Sujeta a la restricción presupuestal:

$$y_{t+1} \equiv Ak_t^\alpha = c_t + k_{t+1}$$

Donde c_t es la variable de control y k_t la variable de estado en el proceso dinámico. En consecuencia, el nivel del capital inicial, k_0 , está dado y representa el flujo acumulado de inversión física, pública y privada, en los periodos previos al presente y constituye la infraestructura productiva de una economía utilizada por trabajador.

Asimismo, la restricción implica que la producción en el periodo t , Ak_t^α , es igual al consumo en el mismo periodo más la inversión realizada en $t+1$ (o consumo futuro en t). Dado que la secuencia de funciones valores de problemas de horizonte finito convergen uniformemente a la función valor de un problema de horizonte infinito, entonces podemos proceder a resolver (2.23.30) para j periodos truncados³⁵: Sea $F_0=0$ una función valor, continua y acotada, de tal manera que se tiene la sucesión:

$$F_{n+1}(k_t) = \max_{u_t} \{ \ln c_t + \beta F_n(k_{t+1}) \}$$

Sujeta a:

$$Ak_t^\alpha = c_t + k_{t+1} \quad \text{con } k_0 > 0 \quad \text{dado.}$$

Se tiene entonces que:

$$F_1(k_t) = \max_{u_t} \{ \ln c_t \}$$

Sujeta a la restricción presupuestal. Si los agentes decidieran elegir consumir hoy y nada mañana, como una forma de maximizar su utilidad en función del consumo presente y futuro, dado que $\ln c_t$ es la utilidad proporcionada por el consumo en el periodo t y como la preferencia intertemporal por el presente es muy alta, entonces los individuos obtienen la máxima utilidad cuando c_t es lo más grande posible.

³⁵ Este tipo de problemas de optimización estocástica se resuelve aplicando el principio de optimalidad de Bellman (1957) a la ecuación 4a, el cual señala que "Una política óptima tiene la propiedad de que, cualesquiera sean el estado y las decisiones iniciales, las decisiones restantes deben constituir una política óptima con respecto al estado resultante de la decisión inicial". Esto implica que el proceso de crecimiento de una economía de mercado con decisiones centralizadas o descentralizadas, es la búsqueda del óptimo que las diferentes fuerzas (variables) de un modelo deben tender para dirigirse hacia una nueva posición de equilibrio, en el sentido de si dicho cambio es permanente, fluctuante u oscilatorio en el equilibrio. En consecuencia, el problema es resolver la ecuación de Bellman: $\max_{u_t} \{ f(x_t, u_t) + \beta F_0(x_{t+1}) \}$ s.a. $x_{t+1} = g_t(x_t, u_t)$, donde si u_t^* es solución, sea interior o no, entonces se define $F_1(x_t) = f(x_t, u_t^*) + \beta F_0(x_{t+1})$, como la función valor para el periodo 1. Ahora, aplicando el operador a F_1 y llamando el resultado F_2 , y así sucesivamente, de manera que $F_{n+1}(x_t) = \max_{u_t} \{ f(x_t, u_t) + \beta F_n(x_{t+1}) \}$, donde la sucesión de funciones valor $\{F_n\}$ tiene como límite: $\lim_{n \rightarrow \infty} F_n = V$, lo cual implica que el límite existe y es un punto fijo del operador, el cual además es único. Esto significa reducir el problema de un número infinito de periodos a una sucesión de problemas de dos periodos, donde se inicia con cualquier función inicial F_0 , continua y acotada, y se construye la sucesión anterior para obtener como límite la función valor. La utilidad de este método es que nos permite introducir directamente variables estocásticas en el problema de control para encontrar la forma del valor óptimo o función valor más que las trayectorias de las variables de control (Principio del Máximo de Pontryagin) o las de las variables de estado (Cálculo de Variaciones).

Ello implicaría a su vez que la inversión, pública y privada, de mañana sería nula y, por tanto, no habría acumulación de capital³⁶, de manera que tendríamos que $k_{t+1} = 0$ y $c_t = Ak_t^\alpha$ por lo que el producto dependería solo de la acumulación de capital previa y de la productividad, con un deterioro del capital provocada por su propia utilización en las actividades productivas, de manera que tenemos que:

$$F_1(k_t) = \ln Ak_t^\alpha = \ln A + \alpha \ln k_t$$

Sin embargo, a pesar de este patrón de comportamiento inicial, donde las condiciones de crecimiento están limitadas a factores exógenos, y dado que influye en el siguiente término de la sucesión para un periodo posterior, entonces se tiene en dicho periodo lo siguiente:

$$F_2(k_t) = \max_{u_t} \{\ln c_t + \beta F_1(k_{t+1})\}$$

Dada la restricción presupuestal. Sustituyendo para F_1

$$F_2(k_t) = \max_{u_t} \{\ln c_t + \beta (\ln A + \alpha \ln k_{t+1})\}$$

Sujeta a la restricción presupuestal. En cuyo caso, resolviendo el problema de maximización por medio de las condiciones de primer orden³⁷, se llega a:

$$c_t = \frac{1}{1+\alpha\beta} Ak_t^\alpha$$

$$k_{t+1} = \frac{\alpha\beta}{1+\alpha\beta} Ak_t^\alpha$$

De manera que se tiene la función valor para el periodo 2:

$$F_2(k_t) = \ln \left(\frac{A}{1+\alpha\beta} \right) + \alpha \ln k_t + \beta \ln A + \alpha\beta \ln \left(\frac{\alpha\beta A}{1+\alpha\beta} \right) + \alpha^2 \beta \ln k_t$$

Siguiendo este proceso análogamente y tomando el límite de la función valor F_n cuando $n \rightarrow \infty$ se tiene:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} F_n(k_t) = V(k_t) = \frac{1}{1+\beta} \left\{ \ln[A(1-\alpha\beta)] + \frac{\alpha\beta}{1+\alpha\beta} \ln \alpha\beta A \right\} + \frac{\alpha}{1+\alpha\beta} \ln k_t$$

Lo cual implica que el consumo puede ser incrementado en el tiempo t si ocurrieran shocks inesperados sobre la oferta (un cambio tecnológico endógeno generado a través de un shock de política económica en la demanda agregada).

³⁶ Cabe destacar que esta situación es precisamente la que ha privado en los países emergentes, donde la inversión física ha sido limitada por las necesidades de consumo corriente, tanto público como privado, en detrimento de la formación de capital fijo y de infraestructura pública productiva.

³⁷ De acuerdo con el principio de optimalidad de Bellman, del problema de optimización $V_t(t) = \max \sum_{t=1}^{\infty} \beta^t \ln c_t$ sujeto a la restricción presupuestal $y_{t+1} \equiv Ak_t^\alpha = c_t + k_{t+1}$, obtenemos la ecuación de Bellman $V_2(k_t) \equiv F_2(k_t) = \max_{u_t} \{\ln c_t + \beta (\ln A + \alpha \ln k_{t+1})\}$, donde el problema de una sucesión infinita de periodos se reduce a una sucesión de problemas de dos periodos y la ecuación es válida a pesar de que se carezca de soluciones interiores.

Tal que fomentara la inversión en sectores dinámicos e innovadores, Welfens (2008), al grado que se modificara el proceso de producción en $i+1$, de manera tal que fuera permanente. O bien, que el gasto público en infraestructura tuviera efectos a escala sobre la producción para que los beneficios del capital público se bifurcaran sobre todo el proceso productivo, teniendo así impactos de largo plazo sobre la senda estacionaria del crecimiento económico. Sin embargo, también puede ocurrir lo contrario: un shock negativo sobre la producción (un desastre natural, por ejemplo) destruiría la producción, por lo que tanto el consumo como la inversión tendrían que descender, quedando solo como alternativa el financiamiento público para actividades productivas, como el medio de impulsar la trayectoria de equilibrio hacia mayores niveles.

Asimismo, si el gasto público fuera sustituto de la inversión privada, ello haría descender el nivel de la producción, reduciendo la senda de crecimiento. Sin shocks y sin gasto público, el modelo tiene las mismas características que el convencional: el crecimiento depende de los deseos de consumo actual respecto al futuro y de la productividad de los factores productivos, trabajo y capital.

2.4 Conclusiones

Es un hecho que las grandes perturbaciones del lado de la oferta de los años 1960s y 1970s, obligaron a los economistas a revisar la teoría convencional acerca de los shocks, que hasta ese entonces se atribuían al lado de la demanda (nominal o real) y por tanto las prescripciones de políticas correctoras de desequilibrios estaban dirigidas a ella. Sin embargo, los fallos de los modelos convencionales en la explicación de los problemas económicos, como se vio a lo largo de la sección 2.1, revelaban crisis más profundas de la macroeconomía convencional. Esto propicio que el paradigma keynesiano-monetarista fuera asaltado metodológicamente hablando. De un lado se hizo patente que los modelos macroeconómicos tuvieran una fundamentación microeconómica. Por otro lado, que no se soslayare la posibilidad de utilización de la información disponible de los agentes económicos, por lo cual era imposible dejar de considerar el papel de las expectativas y la incertidumbre respecto a las perturbaciones estocásticas que aquejen a la oferta. Por consecuencia, para incorporar los anteriores elementos dentro de los modelos macroeconómicos fue necesario que el análisis tanto del crecimiento económico como del ciclo económico y de la estabilización macroeconómica, en un ambiente donde la incertidumbre prevalece, recurriera al uso de los métodos y técnicas de la dinámica estocástica en la modelización macroeconómica.

Sin embargo, pese a lo anterior, el principal problema que siguen adoleciendo los modelos macroeconómicos, aún con la utilización de los métodos estocásticos, es que los coeficientes se siguen suponiendo constantes por razones de manejabilidad, pero ello no permite la inclusión de factores exógenos por lo que, aun cuando se acepte que muchos de los parámetros económicos tienden a permanecer relativamente constantes para periodos largos de tiempo. No se debe confiar plenamente sobre la validez de las trayectorias de equilibrio de largo plazo de las variables ya que, al aceptar la hipótesis de coeficientes constantes, se congela el ambiente económico el cual depende solo del ajuste endógeno del modelo sin intrusión de factores exógenos que lo perturben. Por lo tanto, un camino a seguir es estudiar con mayor detenimiento la naturaleza cambiante en el tiempo de las distintas perturbaciones y los mecanismos de propagación, para profundizar en las interrelaciones entre cambio tecnológico, desempleo y recesiones, en un ambiente dinámico, explícitamente estocástico, que reflejen los shocks fundamentales directamente observables, aun cuando no sean controlables, utilizando los métodos del análisis dinámico indispensables para no caer en la construcción de modelos con uso de técnicas sofisticadas pero sin contenido económico en sus planteamientos y resultados o que, en el mejor de los casos, repiten los resultados que ya previamente se obtuvo mediante el análisis económico convencional.

Referencias

- Aoki, Masanao, (1998), *New Approaches to Macroeconomic Modeling: Evolutionary Stochastic Dynamics, Multiple Equilibria, and Externalities as Field Effects*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Azariadis, Costas, (1993), *Intertemporal Macroeconomics*, Blackwell, Cambridge.
- Bellman, R., (1957), *Dynamic Programming*, Princeton University Press, Princeton.
- Blanchard, O. J. and S. Fischer, (1996), *Lectures on Macroeconomics*, MIT Press, Cambridge, 2a edición.
- Brock, W. A. and L. J. Mirman, (1972), “Optimal Economic Growth and Uncertainty”, *Journal of Economic Theory*, Vol. 4, No. 3.
- Chiang, A. C., (1992), *Elements of Dynamic Optimization*, McGraw-Hill, New York.
- Chiang, A. C. y K. Wainwright, (2006), *Métodos Fundamentales de Economía Matemática*, McGraw-Hill, México, 4ª edición.
- Cagan, Phillip, (1956), “The Monetary Dynamics of Hyperinflation”, in Milton Friedman (ed.), *Studies in the Quantity Theory of Money*, University of Chicago Press. Chicago.
- Diamond, Peter A., (1965), “National Debt in a Neoclassical Growth Model”, *American Economic Review*, Vol. 55.
- Flaschel, Peter, Gangolf Groh, Christian Proaño and Willi Semmler, (2008), *Topics in Applied Macrodynamics Theory*, Springer-Verlag, Berlin.
- Gandolfo, G., (1976), *Métodos y Modelos de Economía Matemática*, Edit. Tecnos, Madrid.
- Giulano, P. y S.J. Turnovsky, (2003), “Intertemporal substitution risk aversion and economic performance in a stochastically growing economy”, *Journal of International Money and Finance*, vol. 22, núm. 4, pp. 529-556.
- Harrod, R. F., (1939), “An Essay in Dynamic Theory”, *The Economic Journal*, Vol. 49, pp. 14-39.
- Kidland, F. E. and E. C. Prescott, (1982), “Time to Build and Aggregate Fluctuations”, *Econometrica*, Vol. 50, No. 6, pp. 1345-1370.
- Lomelí, H. y B. Rumbos, (2003), *Métodos Dinámicos en Economía: otra búsqueda del tiempo perdido*, Thomson, México.
- Lucas, Robert E. (1972), “Expectations and the Neutrality of Money”, *Journal of Economic Theory*, Vol. 4.
- Lucas, Robert E. (1976), “Econometric Policy Evaluation: A Critique”, *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, No. 5.
- Lucas, Robert E., (1977), “Understanding Business Cycles”, *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, No. 5, pp. 7-29.

Malliari, A.G. and W.A. Brock, (1991), *Stochastics Methods in Economics and Finance (Advanced Textbooks in Economics, Vol. 17)*, North-Holland, Amsterdam.

Medio, Alfredo, (1992), *Chaotic Dynamics: Theory and Applications to Economics*, Cambridge University Press, Cambridge.

Mitchell, Wesley, (1927), *Business Cycles: the problem and its setting*, National Bureau of Economic Research, New York.

Núñez Mora, José Antonio y Alejandro Segundo Valdés, (2012), *Cálculo Estocástico con aplicaciones financieras*, Jit Press, México.

Ramsey, F., (1928), "A Mathematical Theory of Savings", *The Economic Journal*, Vol. 38, pp. 543-559, Reimpreso en español en *Lecturas del Fondo No.*, FCE. México.

Romer, D., (2002), *Macroeconomía Avanzada*, McGraw-Hill, México.

Sargent, T. J., (1987), *Dynamic Macroeconomic Theory*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.

Shone, R., (1997), *Economic Dynamics*, Cambridge University Press, Cambridge.

Slutzky, E., (1937), "The Summation of Random Causes as the Source of Cyclical Processes", *Econometrica*, Vol. 5, pp. 105-46.

Stokey, N. and R. E. Lucas Jr., (1989), *Recursive Methods in Economic Dynamics*, Harvard University Press, Cambridge.

Takayama, A., (1985), *Mathematical Economics*, Cambridge University Press, Cambridge, 2a edition.

Turnovsky, Stephen, (1993), "Macroeconomic Policies, Growth, and Welfare in a Stochastic Economy", *International Economic Review*, Vol. 34, No. 4, pp. 953-981.

Turnovsky, Stephen. (1995), *Methods of Macroeconomic Dynamics*, MIT Press, Cambridge, MA.

Turnovsky, Stephen. (1999), "On the Role of Government in a Stochastically Growing Economy", *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol. 23, núm. 5-6, pp. 873-908.

Turnovsky, S.J. y W.T. Smith, (2006), "Equilibrium Consumption and Precautionary Savings in a Stochastically Growing Economy", *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol. 30, núm. 2, pp. 243-278.

Venegas-Martínez, Francisco, (2001), "Temporary Stabilization: A Stochastic Analysis", *Journal of Economics Dynamics and Control*, Vol. 25, No. 9, pp. 1429-49.

Welfens, Paul J.J., (2008), *Innovations in Macroeconomics*, Springer-Verlag, Second Edition, Berlin.

Capítulo 3

Relación de procesos de persistencia estimados a través de los coeficientes Hurst y volatilidad implícita en el mercado mexicano

Guillermo Sierra

G. Sierra

Universidad de Guadalajara, Departamento de Métodos Cuantitativos, CUCEA, Periférico Norte 799, Núcleo Universitario Los Belenes, Zapopan, Jalisco.

gsierraj@yahoo.com.mx

M.Ramos, F.Miranda (eds.) *Optimización-Estocástica-Recursiva-Coherente-Sistémica y sus variantes (probabilidad, econometría y estadística aplicada)*, Temas Selectos de Optimización-©ECORFAN-Santiago de Compostela, España, 2012.

Abstract

This paper proposes a comparative analysis in periods of high volatility of the persistence (measure with Hurst exponent process). In general the persistence is constant or even reduced for the underlying Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) before the highest volatility value. Besides using The H-J-B method gets the Black Scholes equation and to propose a solution for the case with stochastic volatility and finally call and put options are valued for different Hurst coefficients and the volatility.

3 Introducción

La volatilidad es un tema financiero de gran importancia en la actualidad y ha sido estudiado en la literatura desde varios modelos. Sin embargo, el enfoque que planteamos en este trabajo está relacionado principalmente con la metodología de Rango Reescalado (R/S) cuyos trabajos seminales fueron originalmente propuestos por Mandelbrot [1968] y [1982] y en una aplicación muy específica en el área de hidrología por Hurst[1951]. También los libros de Peters[1991] y los trabajos de Sierra[2007] y [2008] son referencias básicas para este trabajo.

El otro tema importante en este trabajo es el relativo al movimiento browniano fraccional (MBF). Entre los autores que han publicado sobre el movimiento browniano fraccional y su aplicación en las Finanzas son Oksendal [2004] y Hu[2000], además de Duncan y Pasik-Duncan(2002). Estos trabajos van recuperando varias de las técnicas matemáticas que el modelo Black-Scholes tradicional utiliza, además mediante el uso del producto Wick, las derivadas Malliavin y las integrales Skorohod es posible generalizar entre otros, el teorema de Girsanov, las esperanzas condicionales y lema de Ito para su posterior aplicación en las finanzas. Los artículos de Necula [2002][2002 b] y de Rosek (2006) presentan una perspectiva diferente de los estudios de Oksendal y Hu y en forma practica presentan una deducción de la ecuación Black-Scholes a partir de movimientos browniano fraccionales.

3.1 Antecedentes sobre la volatilidad

El tema de la volatilidad se relaciona como indicador de la incertidumbre de los rendimientos y generalmente está asociado al estimador de desviación estándar de un activo. En los hechos empíricos se observa dos características importantes: la primera es que volatilidades altas tienden a persistir por periodos prolongados antes de alcanzar un equilibrio de largo plazo (efecto conocido como clustering). La segunda característica que hay que considerar es que la volatilidad aumenta más que proporcionalmente cuando los rendimientos aumentan que cuando los rendimientos disminuyen, esta propiedad es conocida como apalancamiento.

En la sección siguiente se propone la volatilidad como un proceso estocástico, que además también posee un comportamiento de persistencia o de memoria larga. Además se revisa y se aplica la metodología de Hurst para comprobar dicha hipótesis. Existen distintas formas de modelar la volatilidad como pueden ser: la estimación paramétrica, la histórica con promedio móvil, utilizando series de tiempo (ARMA, GARCH), con procesos estocásticos y la volatilidad implícita. El método paramétrico es el más sencillo pero el menos preciso de los métodos. La volatilidad es un parámetro que no cambia en el tiempo y mantiene su mismo valor durante toda la serie del tiempo. La volatilidad histórica de promedio móvil abre una ventana móvil de un cierto tamaño. A diferencia del caso anterior, la volatilidad no es un parámetro sino un proceso que va evolucionando en el tiempo.

El modelo ARMA (modelo autoregresivo y de promedios móviles) considera que el promedio de los rendimientos es de cero y modela la varianza de los rendimientos o el cuadrado de los rendimientos mediante una regresión lineal con el cuadrado de los rendimientos de periodos anteriores. Este modelo se puede pensar como una generalización del caso anterior donde los coeficientes o pesos están determinados mediante un proceso de regresión. El propósito del modelo GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) es estimar la varianza no condicional de los rendimientos de los activos financieros. En el modelo más sencillo GARCH(1,1) mediante una regresión lineal supone que la varianza condicional como función de un término independiente, del error del periodo anterior y de la varianza del periodo anterior que corresponde al término autoregresivo. Para que en modelo sea estacionario se requiere que los estimadores o coeficientes de la regresión sean positivos (incluyendo el término independiente) y que la suma de los dos primeros sea menor o igual a uno. El modelo de la volatilidad estocástica consiste en estimar mediante un movimiento geométrico browniano el comportamiento de la varianza de un activo compuesto por un término de tendencia y una parte estocástica de un movimiento browniano.

3.2 Análisis de la volatilidad con metodología rango reescalado (R/S)

En el trabajo seminal de Black-Scholes (1973), el término estocástico del subyacente se planteaba modelado con un movimiento browniano. Más adelante se propuso modelar simultáneamente el subyacente y la volatilidad como un proceso estocástico, como es el caso de artículo de 1987 de Hull and White, donde se plantea la ecuación y la solución cerrada para la generalización de la fórmula Black-Scholes.

Considerando lo anterior, el siguiente paso es determinar si las serie financiera estocástica de la volatilidad del índice IPC pueden ser considerada como series persistentes, antipersistentes o independientes. Para lograr esto se aplica la metodología de rango reescalado (R/S) para el cálculo del coeficiente Hurst .

Hurst desarrollo la metodología de Análisis de Rango Reescalado (R/S), cuyo coeficiente o exponente conocido como Hurst, es una medida de independencia de las series de tiempo y una manera de distinguir series fractales. Este método inicialmente fue propuesto para resolver un problema de la hidrología. Por medio de una regresión lineal de los puntos de $\ln(R/S)_n$ contra $\ln(n)$ se determina el exponente de Hurst (H). Si la serie tiene características de independencia entonces $H = 0.50$, si $0.5 < H < 1.0$ la serie de tiempo es persistente, es decir caracterizadas por efectos de memoria de largo plazo que suceda hoy impactara en el futuro por siempre y si $0.0 < H < 0.5$ significa antipersistencia. En términos generales, la metodología de Rango Reescalado (R/S) consiste en tomar los rendimientos logarítmicos de una serie de tiempo de tamaño T . Posteriormente se forman A subperiodos contiguos de longitud t y para cada subperiodo I_a de longitud t se determina el valor promedio del rendimiento de la variable. Se van sumando las diferencias de cada elemento respecto de la media para obtener una nueva serie acumulada y se determina Rango a la diferencia entre los valores máximo y mínimo de la serie. Por otra parte, se estima la desviación estándar muestral tradicional S_{Ia} de las series de diferencias de la forma tradicional. Y para cada periodo el rango R_{Ia} se normaliza dividiendo por su desviación estándar muestral S_{Ia} correspondiente. Por lo tanto el rango reescalado para cada subperiodo I_a es igual a R_{Ia} / S_{Ia} . Como tenemos A periodos continuos de longitud n , entonces tomamos el valor promedio R/S para periodos de longitud. La longitud t o el tamaño del subperiodo se incrementada al siguiente valor entero posible de $(T-1)/t$. Iniciamos con el valor más pequeño de acuerdo a la condición anterior y se repiten los pasos y se repiten hasta $t = (T-1)/2$ Posteriormente aplicamos una regresión de mínimos cuadrados de $\log(R/S)_t$ contra $\log(t)$.

La ordenada al origen es el $\log(c)$ y la pendiente de la ecuación es la estimación del exponente Hurst H . Para mayores detalles consultar Hurst[1951] o Sierra[2007].

Aplicando la metodología del Rango Reescalado, después de seguir los pasos del algoritmo se hace una regresión de $\ln(R/S)$ contra $\ln(t)$. Sin embargo se debe establecer un criterio para plantear una prueba de significancia sobre los resultados de un análisis (R/S) similar a las pruebas "t" de las regresiones lineales.

Siguiendo Peters [1991] encontramos un resumen de los estimadores propuestos para el valor esperado y la varianza sobre el coeficiente H realizados por Feller y Alanis and Lloyd. El estadístico que nos dice cuantas desviaciones estándar se encuentra alejado del valor medio $E(H)$ y el valor obtenido de H en el proceso de Rango-Reescalado. Supone en la hipótesis nula que $H=0.5$ tiene un comportamiento de caminata aleatoria o de browniano tradicional y por tanto de independencia contra las hipótesis alternativas ($H \neq 0.5$) que corresponde a comportamiento persistente o antipersistente de los procesos. Aplicando la metodología (R/S) y los estadísticos asociados para determinar su nivel de significancia sobre la serie del IPC llegamos un coeficiente Hurst de 0.5512 y no resulta estadísticamente significativo para ser considerado como con un proceso con persistencia, para mayores detalles consultar Sierra.

Si se considera únicamente el valor del exponente H se podría deducir que la serie IPC no sigue el comportamiento de una serie persistente. Pero para confirmarlo se necesita considerar las pruebas de hipótesis para ver si el resultado para esa muestra es significativo, entonces se acepta la hipótesis inicial de una serie con características de independencia. Aplicando el mismo análisis (R/S) sobre la serie de la volatilidad de los rendimientos del IPC generada de la ventana móvil mencionada en anteriormente llegamos un coeficiente Hurst de 0.7384 y en este caso si resulta estadísticamente significativa para ser considerada una serie con persistencia.

3.3 Método H-J-B con movimiento browniano fraccional para modelar volatilidad estocástica

El problema del consumidor estocástico es un problema de control óptimo estocástico donde se considera una función a maximizar sujeto a una restricción con un término estocástico modelado por un movimiento browniano, para resolver el problema se aplica la metodología de Hamilton-Jacobi-Bellman puede aplicarse a la solución de este problema. Una referencia importante para revisar el método es Venegas [2006]. Suponemos inicialmente un agente racional que representa a todos los inversionistas y cuya utilidad depende del consumo. Este agente desea formar un portafolio tres diferentes tipos de activos: un bono de tasa fija, una acción y un derivado sobre esa acción. El problema consiste en encontrar el consumo óptimo y las inversiones que deberán realizarse en cada uno de los títulos de tal forma que maximicen su utilidad.

El problema del consumidor plantea maximizar la siguiente función conocida como de utilidad indirecta o de consumo utilizando la función de utilidad logarítmica $u(C_0) = \ln(C_0)$

$$J(W, t) = \max \bar{E} \left[\int_0^t \ln C_0 e^{-\rho t} dt \mid F_t \right], \quad (3.1)$$

Donde \bar{E} son las expectativas cuasicondicionales recordando que ahora estamos proponiendo un movimiento browniano fraccional en el término estocástico ver artículo de Necula [2002], Hu and Oksendal[2004]. La restricción presupuestal del flujo a invertir esta dada por el cambio en la riqueza definida de la siguiente forma:

También se sugiere que para modelar el comportamiento de la volatilidad de una manera más general podría hacerse mediante un movimiento browniano fraccional, es decir, se puede proponer a un activo subyacente S modelado por un browniano fraccional con un exponente Hurst H_1 , cuya volatilidad V a su vez, sea modelada por otro browniano fraccional exponente Hurst H_2 como en el caso siguiente:

$$dS = \mu S dt + \sigma S dB_{H_1} \quad (3.2)$$

$$dV = \alpha V dt + \beta V dB_{H_2} \quad (3.2.1)$$

Con $V = \sigma^2$ y además podemos suponer en el caso más sencillo que los dos movimientos brownianos fraccionales del subyacente y de la volatilidad no tienen correlación alguna o bien:

$$COV(dB_{H_1}, dB_{H_2}) = 0$$

Se propone un derivado financiero que sea función de un activo subyacente y de su volatilidad estocástica del mismo, entonces $C = C(t, S, V)$ y de la generalización del lema de Ito considerando los dos procesos se llegaría a lo siguiente:

$$\frac{dC}{C} = \alpha_C dt + \kappa_C dB_{H_1} + \eta_C dB_{H_2} \quad (3.3)$$

Con α_C , κ_C y η_C dados por:

$$\alpha_C = \frac{1}{C} \left(\frac{\partial C}{\partial t} + \mu S \frac{\partial C}{\partial S} + \alpha \frac{\partial C}{\partial V} + \sigma^2 S^2 H_1 t^{2H_1-1} \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} + \beta^2 V^2 H_2 t^{2H_2-1} \frac{\partial^2 C}{\partial V^2} \right) \quad (3.3.1)$$

$$\kappa_C = \frac{1}{C} \left(\sigma S \frac{\partial C}{\partial S} \right) \quad (3.3.2)$$

$$\eta_C = \frac{1}{C} \left(\beta V \frac{\partial C}{\partial V} \right) \quad (3.3.3)$$

Considerando un agente racional que constituye un portafolio con la posibilidad de elegir entre, un bono de tasa fija de tipo, una acción y un derivado sobre esa acción, pero suponiendo que la volatilidad estocástica se describe con un movimiento browniano fraccional. El problema de optimización consiste en determinar el consumo óptimo y las inversiones en cada uno de sus títulos de tal forma que maximicen su utilidad y para resolverlo utilizaremos el método H-J-B. La restricción presupuestal del cambio en la riqueza compuesta por los rendimientos del bono, la acción y el derivado, donde w_1 , w_2 y $1-w_1-w_2$ son las proporciones del portafolio asignados a cada uno de los activos respectivamente y donde dB_H es un movimiento browniano fraccional, y de la sección anterior α_C y σ_C entonces tenemos:

$$dA = \alpha A dt + \sigma_{A1} dB_{H_1} + \sigma_{A2} dB_{H_2} \quad (3.3.4)$$

Con α_A y σ_{A1} y σ_{A2} como:

$$\alpha_A = A(w_1 r + w_2 \mu + (1-w_1-w_2)\alpha_C - \frac{C_0}{A}) \quad (3.3.4.1)$$

$$\sigma_{A1} = A(w_2 \sigma + (1-w_1-w_2)\kappa_C), \quad (3.3.4.2)$$

$$\sigma_{A2} = A\eta_C(1 - w_1 - w_2) \quad (3.3.4.3)$$

Se aplica el método H-J-B estocástico y el problema de elección consiste en encontrar C_0 , w_1 y w_2 que maximice la ecuación (3.1) sujeta a la restricciones (3.3.4, 3.3.4.1, 3.3.4.2 y 3.3.4.3), donde recordemos que $\tilde{E}[\cdot]$ es la esperanza cuasicondicional consultar Hu and Oksendal [2000]

$$J(w_1, w_2, t) = \max_{\{C_0, w_1, w_2\}} \tilde{E} \left[\int_t^\infty \ln C_0 e^{-\rho t} dt \mid F_t \right], \quad (3.5)$$

Que también puede escribirse como:

$$J(w_1, w_2, t) = \max_{\{C_0, w_1, w_2\}} \tilde{E} \left[\int_t^{t+dt} \ln C_0 e^{-\rho t} dt + \int_{t+dt}^\infty \ln C_0 e^{-\rho t} dt \mid F_t \right], \quad (3.6)$$

Después de desarrollar, se sigue:

$$J(w_1, w_2, C_0) = \max_{\{C_0, w_1, w_2\}} \tilde{E} \left[\ln C_0 e^{-\rho t} dt + o(dt) + J(t, A) + dJ(t, A) + o(dt) \mid F_t \right] \quad (3.7)$$

Se sustituyen $dJ(t, A)$ del Lema de Ito fraccional y después de ordenar y despreciar algunos términos, tomando el valor esperado condicionado y recordando que se supone que la covarianza entre los dos brownianos fraccionales es cero, se llega a:

Se toma:

$$0 = \max_{\{C_0, w_1, w_2\}} \tilde{E} \left[\ln C_0 e^{-\rho t} dt + \left(\frac{\partial J}{\partial t} + \alpha_A \frac{\partial J}{\partial A} + (\sigma_{A1}^2 H_1 t^{2H_1-1} + \sigma_{A2}^2 H_2 t^{2H_2-1}) \frac{\partial^2 J}{\partial A^2} \right) dt \right] \quad (3.8)$$

Se propone la solución para $J(t, A)$ del siguiente estilo:

$$J(t, A) = (V(A) + g(V))e^{-\rho t} \quad (3.9)$$

Como siguiente paso, ahora se propone una solución para $V(A)$ de la siguiente forma:

$$V(A) = \beta_0 + \beta_1 \ln A \quad (3.10)$$

Se deriva parcialmente y después de ordenar términos la ecuación anterior respecto a C_0 , w_1 y w_2 y se obtiene el siguiente sistema de ecuaciones:

$$C_0 = \frac{A}{\beta_1} \quad (3.11)$$

$$w_1 + \left(1 + \frac{H_1 t^{2H_1-1} \sigma \kappa_C}{H_1 t^{2H_1-1} \kappa_C^2 + H_2 t^{2H_2-1} \eta^2_C} \right) w_2 = 1 + \frac{r - \alpha_C}{2(H_1 t^{2H_1-1} \kappa_C^2 + H_2 t^{2H_2-1} \eta^2_C)} \quad (3.12)$$

$$w_1 + \left(1 + \frac{H_1 t^{2H_1-1} \sigma (\kappa_C - \sigma)}{H_1 t^{2H_1-1} \kappa_C (\kappa_C - \sigma) + H_2 t^{2H_2-1} \eta^2_C} \right) w_2 = 1 + \frac{\mu - r}{2} \frac{1}{H_1 t^{2H_1-1} \kappa_C (\kappa_C - \sigma) + \eta^2_C H_2 t^{2H_2-1}} \quad (3.13)$$

De las ecuaciones anteriores, el consumo no se ve afectado por el proceso estocástico que lo modela, mientras que las posibles inversiones son funciones de los exponentes Hurst (H_1 y H_2) y de tiempo inicial t . Si en la ecuación de soluciones se considera una solución de esquina $w_1 = 0$ y $w_2 = 1$, se sustituyen las expresiones generales de κ_c y α_c se llega a la ecuación Black-Scholes equivalente para movimientos brownianos fraccionales con volatilidad estocástica fraccional.

$$\frac{\partial C}{\partial t} + rS \frac{\partial C}{\partial S} + \alpha \frac{\partial C}{\partial V} + \sigma^2 S^2 H_1 t^{2H_1-1} \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} + \beta^2 V^2 H_2 t^{2H_2-1} \frac{\partial^2 C}{\partial V^2} - rC = 0 \quad (3.14)$$

En donde $r = \mu - 2\sigma^2 H_1 t^{2H_1-1}$ y el valor de mercado de riesgo estará dado por:
 $\lambda = 2\sigma H_1 t^{2H_1-1}$

La ecuación (3.14) es similar a la ecuación Black-Scholes con volatilidad estocástica obtenida por Hull and White (1987) pero con la diferencia que los procesos estocástico considerados son movimientos brownianos fraccionales y no existe correlación entre el comportamiento del subyacente y su volatilidad.

3.4 Volatilidad implícita de una opción europea modelada con un MBF

El precio de una opción call europea en cualquier $0 \leq t \leq T$, dado un precio de ejercicio K , una tasa libre de riesgo r , una volatilidad, un vencimiento en T y un coeficiente Hurst H de la serie financiera subyacente modelada por un su parte estocástica por un movimiento browniano fraccional de acuerdo al trabajo de Necula (2002) esta dado por:

$$C(t, S(t)) = S(t)N(d_1) - K e^{-r(T-t)} N(d_2) \quad (3.15)$$

Donde:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S(t)}{K}\right) + r(T-t) + \frac{1}{2}\sigma^2(T^{2H} - t^{2H})}{\sigma\sqrt{T^{2H} - t^{2H}}} \quad (3.16)$$

Y

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S(t)}{K}\right) + r(T-t) - \frac{1}{2}\sigma^2(T^{2H} - t^{2H})}{\sigma\sqrt{T^{2H} - t^{2H}}} \quad (3.16.1)$$

Que satisface la ecuación Black-Scholes Fraccional:

$$\frac{\partial C(t, S)}{\partial t} + H\sigma^2 t^{2H-1} S^2 \frac{\partial^2 C(t, S)}{\partial S^2} + rS \frac{\partial C(t, S)}{\partial S} - rC(t, S) = 0 \quad (3.17)$$

Con condiciones de Frontera:

$$C(t, S) = \text{Max}(S - K, 0)$$

Algunos modelos están basados en información histórica y en sus pronósticos no incorporan eventos extremos o cambios estructurales. Para corregir esto se debe incluir la información de la volatilidad implícita en el precio de opciones.

La volatilidad implícita toma los precios de los contratos de las opciones que cotizan en el mercado y a partir de estos se infieren las expectativas de mercado por lo tanto tiene la ventaja de maximizar las oportunidades de inversión, de arbitraje, de cobertura e incluso de especulación. Este modelo utiliza la valuación de opciones de Black-Scholes y un método numérico de aproximaciones (como el de Newton o Newton-Raphson) para estimar la volatilidad partiendo del conocimiento del precio y de las variables y los parámetros restantes.

De acuerdo con este modelo a partir del precio de contratos de opciones europeas (call o put), del precio del activo subyacente, del vencimiento de la opción y la tasa de interés libre de riesgos se estima la volatilidad correspondiente en cada momento del tiempo.

Este procedimiento ya existía en el caso de procesos estocásticos, la novedad consiste en aplicarlos a procesos modelados con brownianos fraccionales y exponentes Hurst.

Con el valor de la prima y la solución de la ecuación de Black-Scholes Fraccional (3.15, 3.16.1 y 3.16.2) y el método de Newton podemos determinar el valor de la volatilidad implícita con un algoritmo recurrente de acuerdo a la siguiente expresión para el caso que se conoce el precio de un contrato call europeo:

$$\sigma_{t+1} = \sigma_t + \frac{C - (S(t)N(d_1) - Ke^{-r(T-t)}N(d_2))}{S(t)N'(d_1)(\sqrt{T^{2H} - t^{2H}} - \frac{d_1}{\sigma}) + Ke^{-r(T-t)}N'(d_2)(\sqrt{T^{2H} - t^{2H}} - \frac{d_2}{\sigma})} \quad (3.18)$$

De forma análoga para el put europeo podemos encontrar una fórmula la volatilidad implícita en el caso de un movimiento browniano fraccional:

$$\sigma_{t+1} = \sigma_t + \frac{P - (Ke^{-r(T-t)}N(-d_2) - S(t)N(-d_1))}{S(t)N'(d_1)(\sqrt{T^{2H} - t^{2H}} - \frac{d_1}{\sigma}) + Ke^{-r(T-t)}N'(d_2)(\sqrt{T^{2H} - t^{2H}} - \frac{d_2}{\sigma})} \quad (3.19)$$

Para realizar la estimación de la volatilidad implícita de una opción ecuaciones (3.18) y (3.19) con información del mercado de valores, utilizaremos la publicación del Mercado Mexicano de Derivados (Mexder) de Indicadores del Mercado en el Boletín de Opciones.

En este caso se observaría que la volatilidad implícita para determinado precios de ejercicio del IPC va aumentando conforme la serie tiene mayor persistencia (a medida que H va aumentando). En otras palabras, la volatilidad implícita de opciones call europeas con subyacente que posea persistencia, es mayor que la volatilidad de opciones call con subyacentes de incrementos independientes, ver Sierra [2007].

Otra función importante de la volatilidad implícita además de ser un indicador asociado al riesgo o la incertidumbre es ayudar a la creación de indicadores, de productos referenciados e índices. Su importancia y su aceptación han crecido en los últimos años ya que brinda una idea de la volatilidad que el mercado esta esperando.

3.5 El índice de volatilidad Vimex

La metodología del índice de volatilidad implícita del mercado mexicano, VIMEX, refleja la volatilidad esperada del mercado accionario y estimada la volatilidad implícita a través de las opciones del IPC listadas en el MexDer. El procedimiento consiste principalmente de tres etapas que se mencionan a continuación (la metodología puede ser revisada con mayor detalle en la página electrónica del MexDer).

En la primera etapa del procedimiento se estima el promedio de las volatilidades implícitas de las parejas de opciones europeas (call y put) que se ubican por arriba y por abajo del precio strike teórico de acuerdo a los vencimientos de opciones más próximas y los segundos vencimientos más próximos. La segunda etapa consiste en encontrar la volatilidad implícita del precio de ejercicio en el dinero interpolando las volatilidades de la etapa anterior utilizando los precios de ejercicio inmediatos por arriba y por abajo del cierre de mercado respectivamente en el momento del cálculo y el nivel de cierre del IPC del mercado de capitales.

En la etapa final de la estimación se ponderan las volatilidades del vencimiento más cercano y del segundo más cercano para crear un periodo constante considerando que los vencimientos son trimestrales. Considerando las ecuaciones (3.18) y (3.19) puede estimarse las volatilidades implícitas para diferentes niveles de persistencia.

3.6 Persistencia y volatilidad implícita

Tomando la volatilidad implícita VIMEX del mercado mexicano, estimada de acuerdo a la metodología de la sección anterior y reportada por el mercado mexicano de derivados en su página electrónica y por otra parte calculando el exponente o coeficiente Hurst de acuerdo a la sección 3 tomando ventana anuales desde el año 2004 y hasta 2012, para determinar la persistencia del mismo índice IPC como de su volatilidad obtenemos las figuras 3.1 y 3.2.

Figura 3.1 Volatilidad Implícita (MEXDER), Coeficiente Hurst del IPC y su Volatilidad en el tiempo

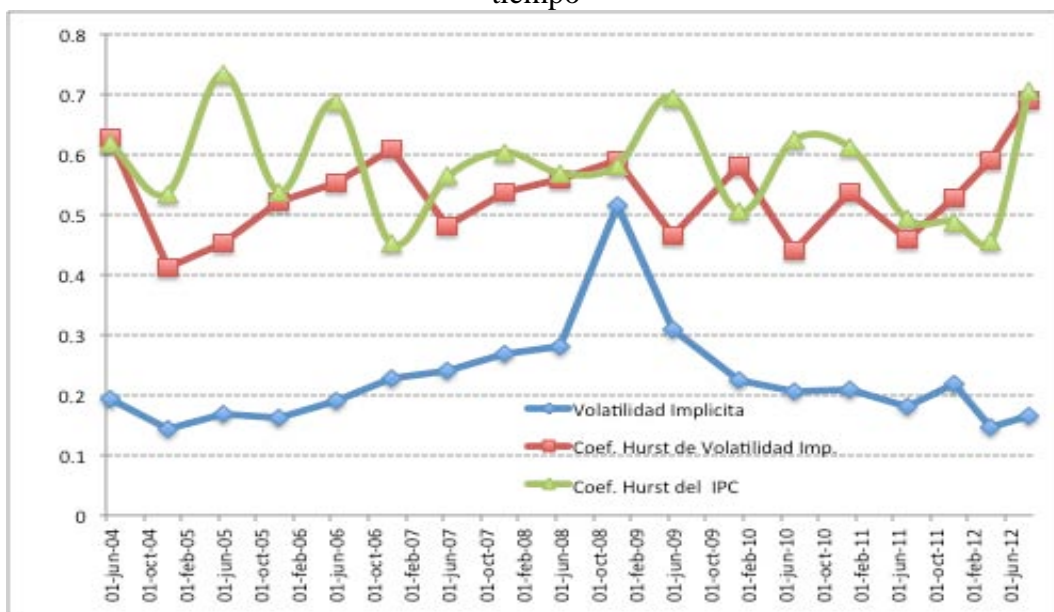
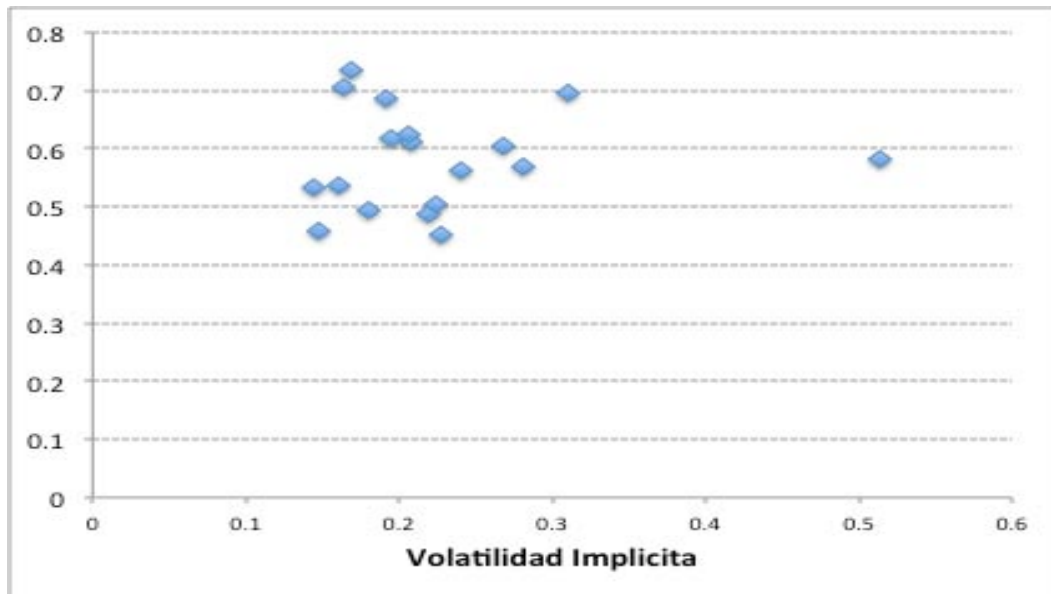


Figura 3.2 Coeficiente Hurst contra Volatilidad Implícita del IPC



Como puede observarse de la gráfica 3.1 el coeficiente Hurst debería considerarse más que como un número constante o un parámetro como un proceso, es decir, es una variable que va cambiando en el tiempo alrededor del valor de $H = 0.5$ que es el caso de independencia y con forma senoidal o pudiera ser con regresión a la media.

El coeficiente Hurst del IPC es más volátil que el coeficiente Hurst de la volatilidad implícita. Incluso, si ahora en un segundo paso se estima en ambas series el coeficiente Hurst del proceso del coeficiente Hurst resulta que sus valores son $H=0.5916$ y $H=0.5445$ para la serie de la volatilidad y de índice IPC respectivamente que efectivamente concuerda con lo que se aprecia de la gráfica, más persistencia en el coeficiente de la volatilidad.

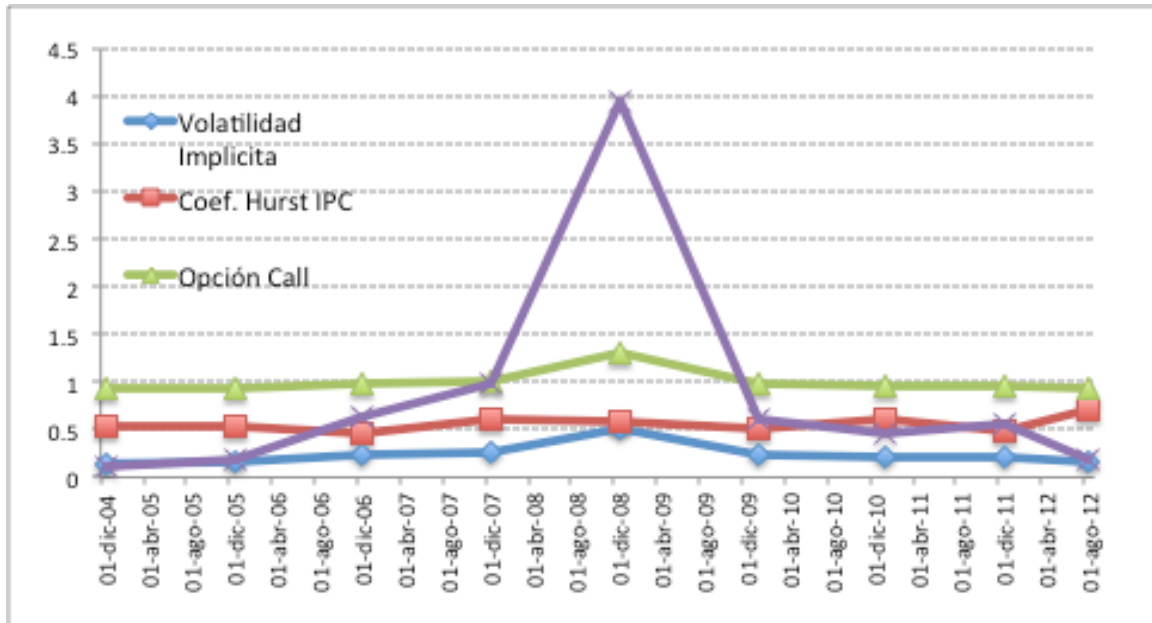
Estimando una regresión lineal de la serie de volatilidad y procesos Hurst del IPC, tomando como variable dependiente la primera e independiente la segunda, resulta una R^2 de casi cero y no significativa la relación.

Por otra parte, de las figuras 3.1 y 3.2 se observa que en periodos de baja volatilidad el coeficiente Hurst del IPC puede ir fluctuando alrededor de el valor medio de 0.5 y previos al valor máximo de la volatilidad se pierde este comportamiento y se observa una tendencia a la baja.

Posterior al máximo en la etapa en que empieza a disminuir la volatilidad, la persistencia del IPC empieza a aumentar.

Por último, haciendo el ejercicio de estimar el valor de la prima call y put siguiendo las ecuaciones 3.15, 3.16.1 y 3.16.2, asumiendo solamente cambios en la volatilidad implícita y del coeficiente Hurst en el mismo periodo 2004-2011 y considerando los otros parámetros sin cambios importantes (tasa libre de riesgo=0.04, Precio de ejercicio= 35,000, Precio del Subyacente (IPC)=42,500 y vencimiento 1 año)se obtiene la figura 3.2 en donde se aprecia que el factor de volatilidad en la estimación de las primas de las opciones es más importante que el coeficiente Hurst.

Figura 3.3 Valor de la prima de las Opciones Call y Put considerando únicamente cambios en la volatilidad y la persistencia



3.7 Conclusiones

Se revisa las propiedades de independencia de la serie IPC y de su volatilidad, confirmando que la presencia de persistencia llega a ser significativas. Con base a este resultado y de otros autores, se propone que el comportamiento, tanto el activo subyacente como su volatilidad sea modelado por un movimiento browniano fraccional.

Proponiendo el método H-J-B sobre un activo y su volatilidad y modelando su términos estocásticos con dos procesos brownianos fraccionales no correlacionados es posible plantear a una ecuación de tipo Black-Scholes fraccional generalizada.

El coeficiente Hurst puede plantearse de una forma más general que como un parámetro, más bien como un proceso que tiene un comportamiento similar a una senoidal oscilando alrededor del valor de serie independiente.

En este caso en periodos previos a alta volatilidad, el coeficiente Hurst del IPC tiende a tener un valor constante o incluso a tener un comportamiento ligeramente decreciente. El análisis de regresión lineal no aporta ningún resultado concluyente.

El valor que predomina para la estimación de las primas de los calls y puts, es el de la volatilidad más que el del coeficiente Hurst, especialmente en los casos de alta volatilidad.

Referencias

Black, F. and M. Scholes (1973) The pricing of Options and corporate liabilities, Journal of Political Economy, 81, pp. 637-659.

Duncan, T. E., Y., Hu and B., Pasik-Duncan (2002) Stochastic Calculus for Fractional Brownian Motion, SIAM J. Control Optim., 38, pp. 582-612.

Hu, Y. and B. Oksendal (2000) Fractional White Noise Calculus and Applications to Finance, Preprint University of Oslo.

Hull, J. and A. White (1987) The Pricing of Options on Assets with Stochastic Volatilities, The Journal of Finance, 42(2), pp. 281-300.

Hurst, H. (1951) The long-term storage capacity of reservoirs Transactions of American Society Civil Engineer, pp. 116 - 195.

Mandelbrot, B. (1982) The Fractal Geometry of Nature, NY W.H. Freeman

Mandelbrot, B. and V. Ness (1968) Fractional Brownian Motions, Fractional Noises and Applications, SIAM review 10, 11(3).

Necula C. (2002) Modeling and detecting Long Memory in Stock returns, Academy of Economic Studies, Dissertation Paper.

Necula C. (2002) Option Pricing in a Fractional Brownian Motion Environment, Academy of Economic Studies, Bucharest Romania.

Oksendal B. (2004) Fractional Brownian Motion in Finance Preprint University of Oslo.

Peters, E. (1991), Chaos and Order in Capital Markets, New York: John Wiley and Sons.

Rosek S. and R. (2006) Schobel Risk Preference Based Option Pricing in Fractional Brownian Market, Preprint Faculty of Economics and Business Administration, University of Tbingen, Germany.

Sierra, G. (2007), Procesos Hurst y Movimiento Browniano Fraccional en Mercados Fractales, Tesis de Doctorado en Ciencias Financieras ITESM, CCM.

Sierra G, "Aplicación del método H-J-B para la modelación estocástica de la volatilidad en series con persistencia: El caso del IPC en México", Eeconomía, Número 20, Octubre-Diciembre 2008, pp 73-99

Venegas F. (2006), Riesgos Financieros y Económicos, Thompson.

Capítulo 4

Corrección de los sesgos de agregación en el convencional índice de DIVISIA para la medida de la productividad: Una aplicación para el caso de la minería española

Xosé Rodríguez & Pilar González

X.Rodríguez & P.González
Universidad de Santiago de Compostela, Departamento de Economía Cuantitativa, Avda. Burgo das Nacións, s/n.15782
Santiago de Compostela, España.
xoseanton.rodriguez@usc.es

M.Ramos, F.Miranda (eds.) *Optimización-Estocástica-Recursiva-Coherente-Sistémica y sus variantes (probabilidad, econometría y estadística aplicada)*, Temas Selectos de Optimización-©ECORFAN-Santiago de Compostela, España, 2012.

Abstract

The main goal of this paper is to illustrate, in a methodological and empirical way, the necessity of adjusting or correcting the aggregation biases –which are due to the so-called output (or market) effect and price effect- in the decomposition equation of the conventional Divisia index for the measurement of productivity where there exists no competitive equilibrium in the good and factor markets in the long run.

The empirical results show that the estimated aggregation biases condition significantly the evolution of the productivity in the case of the Spanish mining industry. In this sector, the absence of correction of such biases implies a substantial underestimation of its growth.

4 Introducción

Al elaborar índices con la finalidad de medir la evolución de la productividad, los procedimientos de agregación que se utilizan en los mismos se convierten en cuestiones principales, pues de ellos dependen los resultados de la descomposición de dichos índices y la representación adecuada de la realidad productiva que se pretende explicar.

El índice de Divisia es un indicador ampliamente utilizado en el análisis de la productividad ya desde la publicación del trabajo pionero de Solow (1957), en el que demuestra que bajo determinados supuestos este índice es el instrumento adecuado para expresar lo se denomina "cambio tecnológico".

El índice de Divisia podemos definirlo como una media ponderada de tasas de crecimiento, en la que las ponderaciones son las participaciones en el valor total de las correspondientes componentes. En un contexto productivo en el que existen diversidad de inputs (x_i y w_i , cantidad y precio del input i -ésimo) y de productos (q_j y p_j , cantidad y precio del output j -ésimo), las tasas de variación del output y del input agregados se pueden expresar utilizando el tradicional índice de Divisia³⁸.

Una vez obtenidas las variaciones de los agregados del input y del output, y dado que definimos el índice de productividad total de los factores como $PTF = Q/F$, la tasa de crecimiento o variación de dicho índice se obtiene como $\hat{TFP} = \hat{Q} - \hat{F}$, que también se denomina índice de Divisia de la productividad total de los factores.

Dado que este índice lo que representa son las variaciones del output agregado que no se deben a las variaciones del input agregado, resulta de vital importancia el descomponer dicha diferencia (residuo) entre los principales factores o fuentes que lo determinan o explican.

Ello es posible relacionando el índice de referencia con la teoría de la producción (coste). Partiendo de una función genérica de producción $Q=f(x_1, x_2, \dots, x_n, t)$ o de su dual de costes $C=g(w_1, w_2, \dots, w_n, Q, t)$ -en las cuales (x_i) y (w_i) representan, respectivamente, las cantidades y los precios de los factores productivos, (Q) el nivel de producción y (t) la variable tecnológica.

³⁸ Para el caso del output se obtendría como $\hat{Q} = \frac{1}{Q} \sum p_j \dot{q}_j$ siendo \dot{q}_j la tasa de crecimiento o variación del output agregado; $\sum p_j q_j$ los ingresos totales y \dot{Q} la tasa de crecimiento del output j -ésimo. De forma similar se define el índice de Divisia para la agregación del input: $\hat{F} = \frac{1}{F} \sum w_i \dot{x}_i$ donde \dot{x}_i es la tasa de crecimiento o variación del input agregado; $\sum w_i x_i$ es el coste total y \dot{F} es la tasa de crecimiento del input i -ésimo.

Bajo los supuestos de rendimientos constantes a escala y equilibrio competitivo en el mercado de los productos e inputs y efectuando las derivaciones totales respecto al tiempo (reorganizando los términos), se demuestra (para más detalle ver Rodríguez, 1995a) que $\hat{TFP} = -\hat{B} = \hat{A} = \hat{Q} - \hat{F}$, representando $\hat{A} = \partial \ln f / \partial t$ los desplazamientos en la función de producción a través del tiempo, también llamado habitualmente "cambio técnico", y $\hat{B} = \frac{1}{C} \frac{\delta g}{\delta t}$ los cambios o desplazamientos en la función de costes.

Analizando el planteamiento expuesto, la pregunta surge de inmediato, ¿qué ocurre cuando los supuestos de referencia no se cumplen?.

La respuesta parece obvia: los avances técnicos no pueden explicar por si solos la evolución de la productividad, es decir, el residual de productividad también se debe a otros componentes. Además, el incumplimiento de dichas hipótesis también puede condicionar el procedimiento de agregación y, por tanto, la definición del propio índice.

En este trabajo se plantea cómo el incumplimiento de la hipótesis de equilibrio competitivo condiciona la propia definición del índice de Divisia (el procedimiento de agregación de los factores productivos y de las producciones diversas) y, consecuentemente, los resultados de la descomposición del mismo.

Más concretamente, este estudio se enmarca dentro de la línea de investigación de trabajos como los de Denny, Fuss y Waverman (1981), Bauer (1990) o Morrison (1992), pero corrigiendo los sesgos de agregación debidos a los efectos precios y mercados en la ecuación de descomposición de dicho índice.

Desde el punto de vista empírico, si se pretende cuantificar la evolución de la PTF mediante el tradicional índice de Divisia a partir de la suma de sus condicionantes (los cuales se determinan en la correspondiente ecuación de descomposición) es preciso corregir dicho índice teniendo en cuenta los sesgos de agregación de los inputs y de las producciones.

Si no se ajusta, por tanto el índice de referencia, y se calcula el valor del mismo como suma de sus componentes en la ecuación de descomposición, la cuantía resultante no mide adecuadamente la evolución de la productividad total.

El trabajo se organiza de la siguiente forma. En el apartado 4.2 se plantea un proceso genérico y flexible de descomposición del índice de Divisia. En el apartado 4.3 se ajusta o corrige dicho índice; en el 4.4 se ilustra a nivel empírico los procedimientos de descomposición y ajuste; y el trabajo concluye destacando a modo de conclusiones los resultados más relevantes.

4.2 Procedimiento de descomposición del usual índice de divisia de la productividad

Para diseñar un método genérico y flexible (que no esté sujeto a importantes restricciones o hipótesis) de descomposición del índice de referencia, mediante el cual se pueda ofrecer una medida lo más completa posible de la productividad global, deben tenerse en cuenta que las situaciones de ajuste instantáneo (principalmente debido que los inputs pueden presentar rigideces de adaptabilidad).

Con el consiguiente equilibrio permanente a largo plazo, son poco frecuentes; mientras que lo habitual es encontrar contextos de desequilibrio a largo plazo o equilibrio temporal, en los cuales la capacidad de utilización de los recursos no es la óptima.

Además, lo más habitual es que los distintos mercados presentan importantes imperfecciones, en el sentido de que raras veces coincide el precio que se paga por los factores productivos y por los productos con sus respectivos costes marginales.

Por otra parte, los procesos productivos que manifiestan rendimientos constantes a escala son infrecuentes y que lo más normal es que existan economías de escala o deseconomías.

Para desarrollar el procedimiento de descomposición de puede partir de una función de producción genérica que represente las posibilidades de elaboración de un vector de outputs $Q' = (q_1, q_2, \dots, q_m)$ generados a partir de los (n) inputs, con el estado de la tecnología (t) :

$$Q' = f(x_1, x_2, \dots, x_r, x_{r+1}, x_{r+2}, \dots, x_n, t) \quad (4.1)$$

En la que se diferencian los inputs variables (x_1, \dots, x_r) -aquellos que pueden presentar un ajuste rápido ante las nuevas circunstancias productivas- y los inputs cuasi-fijos (x_{r+1}, \dots, x_n) que pueden ofrecer rigideces a la hora de adaptarse a las variantes características productivas en el corto plazo.

Si la función de producción expresada en (4.1) satisface ciertas condiciones de regularidad (Lau, 1976) y las empresas pretenden minimizar sus costes de elaboración, dados los precios de los factores variables, existe una función de costes variable, dual de la primera, que recoge la principal información sobre la tecnología de producción en estudio, con la siguiente especificación genérica:

$$CV = h(w_1, w_2, \dots, w_r, x_{r+1}, x_{r+2}, \dots, x_n, q_1, q_2, \dots, q_m, t) \quad (4.2)$$

Siendo w_1, w_2, \dots, w_r los precios de los inputs variables de x_1, x_2, \dots, x_r .

Dados los costes variables, representados en la formulación anterior, se puede definir una función de costes total como:

$$C = CF + CV \quad (4.3)$$

Donde $CF = \sum_{i=r+1}^n w_i x_i$ representa los costes fijos o cuasi-fijos.

Efectuando la derivación total de (4.3) respecto al tiempo, dividiendo la ecuación resultante entre (C) y reorganizando los términos se obtiene la siguiente expresión:

$$\hat{B} = \hat{C} - \sum_{i=1}^n \frac{X_i W_i}{C} \hat{W}_i - \sum_{i=r+1}^n (W_i - Z_i) \frac{X_i}{C} \hat{X}_i - \sum_{j=1}^m \varepsilon_{C q_j} \hat{q}_j \quad (4.4)$$

O su expresión equivalente:

$$\hat{B} = \hat{F} - \sum_{i=r+1}^n (W_i - Z_i) \frac{X_i}{C} \hat{X}_i - \sum_{j=1}^m \varepsilon_{C q_j} \hat{q}_j \quad (4.5)$$

Donde $\hat{B} = \frac{1}{C} \cdot \frac{\delta h}{\delta t}$ es la elasticidad del coste total respecto al tiempo y representa, la ya mencionada, medida dual de \hat{A} y $\frac{\delta h}{\delta X_i} = -Z_i$ es el valor o precio sombra del input cuasi-fijo i -ésimo.

Teniendo en cuenta la definición del índice de Divisia ($T\hat{F}P = \hat{Q} - \hat{F}$), el método de agregación del output (en el cual la tasa de crecimiento de cada producto se pondera según su participación en el valor de la producción total) y siempre que no se cumpla que $\frac{\delta C}{\delta q_j} = P_j, \forall_j$, en el comportamiento de Q se introduce (mediante el valor de p_j) lo que se puede denominar "efecto mercado", el cual pasa a formar parte de la tasa residual $T\hat{F}P$.

Una forma alternativa de definir el crecimiento del output, considerando el coste (pues parece coherente afirmar que la participación de cada output en el coste de producción puede ser una medida más adecuada desde el punto de vista de la productividad que su participación en los ingresos totales), consiste en utilizar, como ponderación del crecimiento de los distintos productos, las elasticidades de coste (las elasticidades de cada uno de los outputs en relación a la suma de las elasticidades de todos ellos), de manera que se puede expresar \hat{Q} como:

$$\hat{Q}^c = \sum_j \left[\frac{\varepsilon_{C q_j}}{\sum_j \varepsilon_{C q_j}} \right] \hat{q}_j = \left[\sum_j \varepsilon_{C q_j} \hat{q}_j \right] \left[\sum_j \varepsilon_{C q_j} \right]^{-1} \quad (4.6)$$

Si se despeja $\sum_j \varepsilon_{C q_j} \hat{q}_j$ en la ecuación anterior, se sustituye en (4.5), se tiene en cuenta que la tasa de variación de la productividad total se define como $T\hat{F}P = Q^y - F$ (a Q se le pone el superíndice (y) para indicar que la ponderación que se considera es la de participación del valor de cada output en los ingresos totales).

Se tiene en cuenta la relación de la elasticidad coste-producciones a corto plazo y los rendimientos a escala globales y el nivel de la capacidad de utilización económica³⁹, se obtiene la siguiente expresión para la descomposición de $T\hat{F}P$:

³⁹ Siguiendo la propuesta de De la Fuente (1999) y Bosca, Escribá y Murgui (2002), en el esquema metodológico que planteamos (de producciones múltiples y diversidad de inputs variables y cuasi-fijos) podemos relacionar la elasticidad coste-producción con la capacidad de utilización y con los rendimientos globales a escala de la siguiente forma:

$$\sum_j \varepsilon_{C q_j} = \frac{CU}{RS}, \text{ siendo } RS = \sum_j \sum_i \varepsilon_{q_j x_i} \text{ y } CU = S_{x_1} + \dots + S_{x_r} + S_{x_{r+1}}^* + \dots + S_{x_n}^*, \text{ donde } S_{x_i} \text{ y } S_{x_i}^* \text{ son}$$

respectivamente las participaciones observadas de los inputs variables en el coste total y las participaciones sombra de los inputs cuasi-fijos en el coste total.

$$T\hat{F}P = -\hat{B} + \sum_{i=r+1}^n (Z_i - W_i) \frac{X_i}{C} \hat{X}_i + \left(1 - \frac{CU}{RS}\right) \hat{Q}^c + (\hat{Q}^y - \hat{Q}^c) \quad (4.7)$$

[a]
[b]
[c]
[d]

De modo que la evolución de $T\hat{F}P$ queda determinada por el comportamiento de cuatro factores fundamentales:

Medida dual de \hat{A} , que pretende recoger los avances en la tecnología desde la vertiente del coste (AT).

Representa los efectos globales (de ajuste y de utilización no óptima de los factores productivos) de una situación de desequilibrio a largo plazo o equilibrio temporal (EGDE).

En un contexto de equilibrio competitivo se cumple que $W_i = Z_i$ para todo $i=r+1, r+2, \dots, n$, es decir, el precio o valor sombra coincide con el coste explícito o precio de mercado, de manera que el término [b] se anula.

Fuera de esta situación para cualquiera de los inputs cuasi-fijos no tiene porque darse la igualdad de referencia y, por tanto, habrá que considerar los efectos del desequilibrio.

Recoge los posibles efectos de escala (EE) sobre la evolución de la productividad total.

Al existir factores productivos que pueden presentar rigideces de adaptación en el corto plazo es posible que las empresas no operen con el nivel de capacidad económica óptima (pueden subestimar o sobrestimar dicha capacidad), circunstancia que hay que tener en cuenta mediante (CU) en la medida de los posibles efectos de escala.

Cuando existan rendimientos constantes a escala (RS=1) y la capacidad económica que se use sea la óptima (CU=1), este componente se anulará.

Este componente puede denominar "efecto mercado" (EM) y se debe a la no coincidencia entre los precios y los costes marginales o la no existencia de aumentos uniformes de los precios sobre los costes marginales, pues si se cumple que $(\delta C / \delta q_j) = p_j$ par todo j, entonces resulta que $\hat{Q}^c = \hat{Q}^y$ y, por consiguiente, no existe el mencionado "efecto mercado".

Igualmente se anulará el componente (d) en el caso, también infrecuente, de que los precios diverjan de los costes marginales de forma uniforme para todos los outputs, es decir, $p_j = \alpha \frac{\delta c}{\delta q_j}$ para todo j, siendo (α) cualquier constante.

4.3 Ajuste del índice de divisia para la medida de la productividad

Analizando el subapartado anterior, se aprecia que, en caso de producciones múltiples, la tasa de variación de la productividad global se puede descomponer en un cuarto efecto que se debe a la forma en cómo se agregan las producciones diversas, es el llamado "efecto mercado".

Por tanto, como éste pensamos que es consecuencia de un defecto de agregación en el sentido de que la importancia de cada output en el mercado puede no representar adecuadamente su participación en el proceso productivo, desvirtúa en cierta proporción la medida de las variaciones en la productividad total.

Un razonamiento similar se puede hacer para el caso de los factores productivos. En una situación de equilibrio competitivo a largo plazo en el ámbito de los factores productivos, el valor de la productividad marginal de los inputs se iguala a sus respectivos precios y costes marginales, lo que es lo mismo que decir que las elasticidades coste de dichos inputs están adecuadamente representadas por sus respectivas participaciones en el coste

$\varepsilon_{cx_i} = \frac{\delta \ln c}{\delta \ln x_i} = \frac{w_i x_i}{C} = S_i$ para $\forall i = 1, 2, \dots, n$ y la definición $\hat{F} = \sum_i S_i \hat{X}_i$ de las variaciones en el agregado de los factores productivos sería correcta.

Fuera de una situación de equilibrio competitivo, la utilización de las participaciones en los costes como ponderación de las variaciones en los respectivos factores productivos puede sesgar la cuantificación de la evolución de la productividad en la medida en que los costes marginales de los inputs no coinciden con sus precios de mercado (efecto precio).

La definición habitual del índice de Divisia $TFP = \hat{Q} - \hat{F}$ se fundamenta en una situación de equilibrio competitivo en la cual la tasa de variación del coste total se debe a las tasas de variación de los precios de los factores y de sus cantidades, ambas ponderadas por la participación del coste de cada input en el coste total; y esta tasa de variación del coste se iguala con las tasas de variación del valor de la producción que, a su vez, se explica por las tasas de variación de los precios y de las cantidades de los outputs, ambas ponderadas por la participación del valor de cada producto respecto al valor de la producción total:

$$\sum_i \frac{w_i x_i}{C} \hat{w}_i + \sum_i \frac{w_i x_i}{C} \hat{x}_i = \sum_j \frac{p_j q_j}{Y} \hat{q}_j + \sum_j \frac{p_j q_j}{Y} \hat{p}_j$$

$$\hat{F} \qquad \hat{Q} \qquad (4.8)$$

La igualdad anterior contiene los índices agregados de la cantidad del input (\hat{F}) y del output (\hat{Q}) y refleja una situación de equilibrio competitivo a largo plazo en la que no existen ni beneficios ni pérdidas y, por consiguiente, $\frac{\delta c}{\delta q_j} = p_j$, para $\forall j$, y donde $\frac{\delta C}{\delta x_i} = w_i \quad \forall i$.

Si no se cumplen estas condiciones (lo más habitual) la igualdad de referencia (4.8) no es correcta y, consecuentemente, ello afecta de forma principal a la agregación de las producciones (\hat{Q})⁴⁰ y de los factores productivos (\hat{F}) que pueden estar sesgadas por las condiciones de mercado (los precios no representan adecuadamente los costes marginales), pues como afirma Lipsey (1981) haciendo referencia al mercado de las producciones, "la relación entre el ingreso y el output no es la misma para todas las empresas. Depende del grado de competencia que la empresa tiene que afrontar". En efecto, la situación del mercado puede influir en la curva de demanda (precio) o de ingresos a la que las empresas, con sus respectivos productos, se enfrentan.

⁴⁰ Resulta fácil de demostrar que no se producirá dicho efecto en el caso, poco frecuente, de que la divergencia entre precio y coste marginal sea uniforme para todos los productos.

El razonamiento anterior sugiere que es necesario ajustar la ecuación de descomposición (4.7) teniendo en cuenta (4.6), de modo que el componente [d] de (4.7) desaparece al agregar las producciones ponderando según la elasticidad coste de cada output respecto a la elasticidad total:

$$T \hat{F} P^* = \hat{Q}^C - \hat{F} = -\hat{B} + \sum_{i=r+1}^n (Z_i - W_i) \frac{X_i}{C} \hat{X}_i + \left(1 - \frac{CU}{RS}\right) \hat{Q}^C \quad (4.9)$$

La descomposición que recoge en (4.9) se puede completar realizando un planteamiento similar para el caso de los factores productivos. Es decir, fuera de una situación de equilibrio competitivo las participaciones en el coste de los distintos inputs puede que no representen adecuadamente sus correspondientes elasticidades de costes y, por tanto, parece más adecuado ponderar la agregación de los inputs en términos de estas últimas (la variación en la utilización de cada factor productivo se pondera según la participación de su elasticidad coste en la elasticidad coste total):

$$\hat{F}^C = \sum_i \left[\frac{\mathcal{E}_{c x_i}}{\sum_i \mathcal{E}_{c x_i}} \right] \hat{x}_i \quad (4.10)$$

De modo que si se considera la definición anterior en la ecuación (4.9) se obtiene un nuevo ajuste del índice de Divisia ($T \hat{F} P^{**} = \hat{Q}^C - \hat{F}^C$), en la que se tiene en cuenta adicionalmente la posible divergencia entre el coste marginal de los factores y sus precios de mercado (el efecto precio):

$$T \hat{F} P^{**} = -\hat{B} + \sum_{i=r+1}^n \left(Z_i - \frac{\delta C}{\delta x_i} \right) \frac{X_i}{C} \hat{X}_i + \left(1 - \frac{CU}{RS}\right) \hat{Q}^C + \sum_{i=1}^n (\varepsilon_{c x_i} - S_i) \hat{F}^C \quad (4.11)$$

En la ecuación (4.11) se descompone el crecimiento de la productividad total en cuatro elementos principales: el que representa los posibles avances técnicos (\hat{B}); el que recoge los posibles efectos del desequilibrio ($\sum_{i=r+1}^n \left(Z_i - \frac{\delta C}{\delta x_i} \right) \frac{X_i}{C} \hat{X}_i$) y que diferenciamos como EGDE**^{*}; el indicador de los posibles efectos de escala $\left(1 - \frac{CU}{RS}\right) \hat{Q}^C$.

Y el cuarto componente que ilustra que cuando se corrige el índice de agregación de los inputs la ecuación es necesario incluir el elemento $\left(\sum_{i=1}^n (\varepsilon_{c x_i} - S_i) \hat{F}^C\right)$, que también se denominar efecto precio y puede interpretarse en cierta medida como un indicador de ineficiencia asignativa (CEA) en el sentido de que muestra el efecto de no combinar adecuadamente los factores productivos para garantizar el coste mínimo (este elemento se anula en el caso de que $\frac{\partial C}{\partial X_i} = W_i$).

En una situación de equilibrio competitivo a largo plazo $\frac{\partial C}{\partial X_i} = W_i = Z_i$ y la ecuación (4.11) se convierte en una formulación de descomposición en con dos elementos: el que corresponde al cambio técnico y el que recoge los posibles efectos de escala:

$$T \hat{F} P^{**} = - \hat{B} + \left(I - \frac{1}{RS} \right) \hat{Q}^C \quad (4.12)$$

Si adicionalmente se asume que existen rendimientos constantes a escala la ecuación (4.11) coincide con el habitual residual de Solow $T \hat{F} P^{**} = T \hat{F} P = \hat{Q} - \hat{F} = - \hat{B}$.

Por tanto, la ecuación (4.11) recoge un procedimiento de descomposición genérico, que puede ser adecuado para estimar la evolución de la productividad (muestras temporales⁴¹) a partir de sus componentes para el caso de agregados económicos como pueden ser sectores o ramas productivas. En este tipo de estudios la formulación (4.11) permite considerar la existencia de economías de escala, la posibilidad de que los factores sean intrínsecamente distintos (algunos pueden presentar rigideces de adaptación) y que se actúe en contextos económicos de desequilibrio.

4. Resultados empíricos

A nivel empírico se trata de ilustra la importancia de los posibles sesgos de agregación mediante la estimación de las ecuación de descomposición 4.7 (en la que no se realiza ningún tipo de ajuste de los sesgos de agregación), de la ecuación 4.9 (en la que se corrigen los sesgos de agregación del output) y de la ecuación 4.11 (en la cual se corrigen los sesgos de agregación del output y del input). La aplicación se realiza utilizando la información estadística disponible del sector minero español, en el que se consideran tres factores productivos variables -el trabajo (L), la energía (E) y los materiales intermedios consumidos (M)-, un input cuasi-fijo -el capital (K)-, y el output que está constituido por las producciones de sus cuatro subsectores principales: de la minería energética (q_e), de la minería metálica (q_m), de la minería no metálica (q_n) y los productos de cantera(q_c).

Se parte de la siguiente función de costes variable:

$$CV = h(W_L, W_E, W_M, X_K, q_e, q_m, q_n, q_c, t) \quad (4.13)$$

Donde los W_i son los precios de los factores variables y X_K es la cantidad de capital, a la que le corresponde la consiguiente función de coste total de corto plazo:

$$C = h(W_L, W_E, W_M, X_K, q_e, q_m, q_n, q_c, t) + X_K W_K \quad (4.14)$$

Para la descomposición de las ecuaciones de referencia se precisa que la función de costes variable tenga una forma concreta, de modo que la estimación de sus parámetros posibiliten los cálculos de las distintas elasticidades, precios sombra y demás términos de las ecuaciones. En este trabajo se ha probado de manera alternativa con dos formas funcionales genéricas y flexibles, que han sido habitualmente utilizadas en las aplicaciones empíricas en las cuales se considera algún tipo de input cuasi-fijo. Se trata de la función de costes variable Leontief Generalizada -usada en trabajos como los de de Morrison (1988), Morrison y Schwartz (1996) o Morrison (1999) y la función de costes variable tranlog -usada entre otros trabajos en los de Brown y Christensen (1981), Berndt y Hesse (1986), Rodríguez (1995a). Coincidiendo con los resultados que se habían obtenido en estudios anteriores sobre la productividad en el sector minero español -ver Rodríguez (1995b)⁴², la alternativa translog ofrece en general resultados estadísticamente más robustos y representa de una forma más adecuada la estructura de costes de una actividad que genera más de un tipo de output.

⁴¹ En caso de trabajar con muestras con datos de corte transversal sería aconsejable incluir en la ecuación de descomposición algún componente específico que midiera la posible ineficiencia de las distintas unidades productivas.

⁴² En este trabajo se ha contrastado la operatividad de las dos formas funcionales en veinte aplicaciones distintas (en diversidad de minerales y grupos de minerales) dentro del sector minero español y para el periodo 1974-1991.

Se ha especificado una la función de costes variable translog que permitiera recoger las características de la actividad en estudio, contrastar las condiciones de curvatura y reducir al máximo los posibles problemas de multicolinealidad.

En concreto, se a utilizado y seleccionado la siguiente función:

$$\begin{aligned} \ln CV = & \alpha_0 + \sum_s \alpha_s \ln q_s + \sum_i \alpha_i \ln W_i + \beta_k \ln X_k + \alpha_t t + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \alpha_{ij} \ln W_i \ln W_j + \\ & + \sum_i \sum_s \alpha_{is} \ln W_i \ln q_s + \sum_i \delta_{ik} \ln W_i \ln X_k + \sum_s \delta_{st} \ln q_s t + \sum_i \alpha_{it} \ln W_i t \end{aligned} \quad (4.15)$$

Donde $i, j = (L, E, M)$ y $s = (e, m, n, c)$.

Aplicando el lema de Shephard a (4.15) se pueden obtener las tres ecuaciones de participación en el coste variable ($S_i = \frac{\partial CV}{\partial W_i}$) para $i=(L, E, M)$, las cuales se estiman conjuntamente con la función de costes variable.

Se han impuesto al sistema las habituales condiciones de simetría y homogeneidad de grado uno en los precios de los inputs.

Para evitar la singularidad se ha eliminado la ecuación de participación correspondiente a los materiales.

El sistema formado por las tres ecuaciones se ha sido estimado siguiendo el método ISUR (Iterative Seemingly Unrelated Regression).

La estimación se llevo a cabo utilizando datos anuales desde 1983 a 2009 para el sector minero español tomados de la Estadística Minera de España (Ministerio de Industria-Energía y Ministerio de Economía).

Los resultados, que se presentan en el anexo, son robustos como sugiere el hecho de que los parámetros son en general significativos, que la bondad del ajuste es elevada para las tres ecuaciones, que se cumplen las condiciones de curvatura de la función de costes y que sus signos son consistentes con las características del sector analizado.

Los resultados de la estimación de los modelos de descomposición que se recogen en las ecuaciones 4.7 y 4.9 se presentan en la tabla 1.

Se aprecia en esta tabla que los componentes de cambio tecnológico (AT) y de escala ofrecen una aportación media positiva al crecimiento de la productividad del 3,98% y del 3,71%, respectivamente.

Los efectos de escala positivos son consecuencia de la existencia de rendimientos crecientes a escala con un nivel de la capacidad de utilización media del orden del 0,90.

Los otros dos componentes ofrecen contribuciones negativas del 0,07% en el caso del los EGDE ($Z_k \neq W_k$) y del 4,87% para EM ($\frac{\partial C}{\partial q_s} \neq p_s$).

Como suma de estos cuatro elementos se obtiene un crecimiento de la productividad (Δ PTF, según la ecuación 4.7) del 2,52%.

Dado que el último componente (EM) se debe a un sesgo de agregación de las producciones, su corrección, según la ecuación 4.9, da como resultado un crecimiento medio de la productividad (Δ PTF*) mucho mayor (del 7,39%).

Tabla 4.1 Tasas de crecimiento de la productividad y de sus componentes (ecuaciones 4.7 y 4.9)

AÑOS	AT	EGDE	EE	EM	Δ PTF	Δ PTF*
1984	0,0351	-0,0011	0,0445	-0,0570	0,0214	0,0784
1985	0,0355	-0,0003	0,0359	-0,0533	0,0178	0,0712
1986	0,0369	-0,0006	0,0620	-0,0394	0,0590	0,0984
1987	0,0380	0,0033	0,0392	-0,0163	0,0642	0,0805
1988	0,0376	-0,0071	0,0561	-0,0284	0,0582	0,0866
1989	0,0380	0,0003	0,0691	-0,0010	0,1065	0,1075
1990	0,0382	-0,0010	0,0908	-0,0722	0,0558	0,1280
1991	0,0381	-0,0023	0,0383	-0,0195	0,0547	0,0742
1992	0,0387	0,0053	0,0217	-0,0111	0,0546	0,0657
1993	0,0393	0,0043	-0,0190	0,0308	0,0554	0,0246
1994	0,0391	-0,0014	0,0254	-0,0729	-0,0097	0,0631
1995	0,0393	0,0004	0,0280	-0,0637	0,0041	0,0678
1996	0,0398	0,0044	0,0014	-0,0899	-0,0443	0,0456
1997	0,0398	-0,0030	0,0181	-0,0413	0,0135	0,0548
1998	0,0404	-0,0007	0,0609	-0,0290	0,0716	0,1005
1999	0,0415	0,0039	0,0529	-0,1136	-0,0152	0,0984
2000	0,0414	-0,0007	-0,0449	0,0497	0,0455	-0,0042
2001	0,0409	-0,0041	0,0562	-0,1149	-0,0220	0,0929
2002	0,0398	-0,0024	-0,0020	-0,0590	-0,0235	0,0355
2003	0,0398	0,0002	0,0364	-0,0750	0,0014	0,0764
2004	0,0396	0,0019	0,0394	-0,0174	0,0634	0,0808
2005	0,0395	-0,0045	0,0155	-0,0570	-0,0066	0,0505
2006	0,0393	-0,0016	0,1127	-0,2060	-0,0555	0,1504
2007	0,0388	-0,0006	0,0197	-0,0105	0,0474	0,0579
2008	0,0385	-0,0004	0,0116	0,0093	0,0590	0,0497
2009	0,0380	-0,0095	0,0954	-0,1068	-0,0206	0,0862
Media	0,0389	-0,0007	0,0371	-0,0487	0,0252	0,0739

Si además del sesgo en la agregación de las producciones se corrigen también los existentes en los inputs, se obtienen los resultados que se presentan en la tabla 4.2 (ecuación 4.11).

En esta tabla se aprecia que el componente que recoge los efectos globales de desequilibrio (EGDE**) sigue siendo el que tiene una menor entidad en la explicación de las variaciones de la productividad (0,03%) pero en este caso con signo positivo ($Z_k \neq \frac{\partial C}{\partial X_k}$).

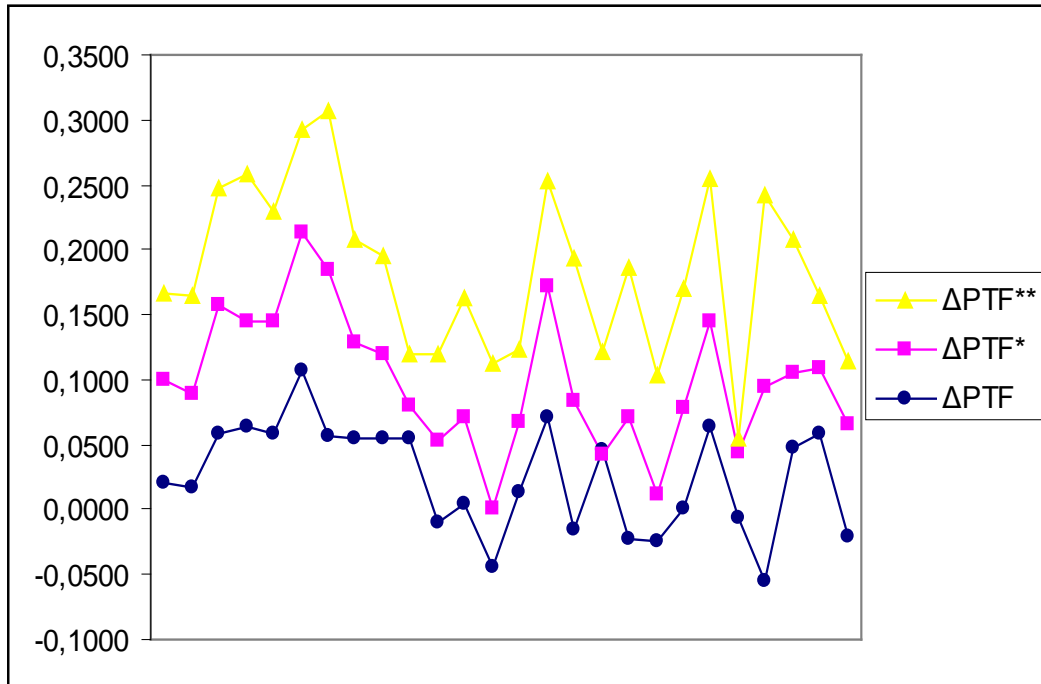
Por otra parte el componente de eficiencia asignativa (CEA) ofrece una contribución media positiva del 0,96% ($\frac{\partial C}{\partial X_i} \neq W_i$), indicando en cierta medida una mejora temporal de este tipo de eficiencia.

Como resultado de la corrección de los dos tipos de sesgos se obtiene aún una tasa media de crecimiento del 8,45%, tasa superior a la obtenida con ΔPTF^* y muy superior a la obtenida con ΔPTF .

Tabla 4.2 Tasas de crecimiento de la productividad y de sus componentes (ecuación 4.11)

AÑOS	AT	EGDE2	EE	CEA	ΔPTF^{**}
1984	0,0351	0,0005	0,0445	-0,0134	0,0667
1985	0,0355	0,0001	0,0359	0,0039	0,0755
1986	0,0369	0,0003	0,0620	-0,0091	0,0902
1987	0,0380	-0,0032	0,0392	0,0396	0,1136
1988	0,0376	0,0064	0,0561	-0,0151	0,0850
1989	0,0380	-0,0006	0,0691	-0,0286	0,0780
1990	0,0382	0,0012	0,0908	-0,0069	0,1233
1991	0,0381	0,0029	0,0383	0,0004	0,0797
1992	0,0387	-0,0083	0,0217	0,0236	0,0757
1993	0,0393	-0,0083	-0,0190	0,0269	0,0388
1994	0,0391	0,0026	0,0254	-0,0008	0,0663
1995	0,0393	-0,0009	0,0280	0,0249	0,0913
1996	0,0398	-0,0095	0,0014	0,0788	0,1105
1997	0,0398	0,0058	0,0181	-0,0085	0,0551
1998	0,0404	0,0014	0,0609	-0,0215	0,0812
1999	0,0415	-0,0133	0,0529	0,0295	0,1106
2000	0,0414	0,0020	-0,0449	0,0815	0,0800
2001	0,0409	0,0095	0,0562	0,0091	0,1156
2002	0,0398	0,0043	-0,0020	0,0489	0,0911
2003	0,0398	-0,0003	0,0364	0,0166	0,0925
2004	0,0396	-0,0027	0,0394	0,0336	0,1099
2005	0,0395	0,0064	0,0155	-0,0510	0,0104
2006	0,0393	0,0022	0,1127	-0,0067	0,1476
2007	0,0388	0,0007	0,0197	0,0438	0,1031
2008	0,0385	0,0004	0,0116	0,0062	0,0566
2009	0,0380	0,0094	0,0954	-0,0565	0,0486
Media	0,0389	0,0003	0,0371	0,0096	0,0845

Por último, se presenta en el gráfico 1 los efectos de la corrección de los sesgos de agregación de las distintas producciones e inputs, ilustrando como la no corrección de los mismos ocasiona una importante subvaloración del crecimiento de la productividad en el sector minero español.

Gráfico 4.1 Efectos de los sesgos de agregación

4.5. Conclusiones

En este trabajo se propone un procedimiento de descomposición genérico y flexible, que puede ser adecuado para medir el crecimiento de la productividad (muestras temporales), como suma de sus componentes principales, para el caso de agregados económicos.

Permite la existencia de producciones múltiples, de inputs que pueden ser poco flexibles a las condiciones productivas cambiantes (situaciones de desequilibrio) y la posibilidad de que no existan rendimientos constantes a escala.

Los resultados obtenidos para el caso de la minería española ponen de manifiesto que la no consideración de los posibles sesgos de agregación en las producciones y en los inputs condiciona de forma importante las estimaciones del crecimiento de la productividad.

En este caso, la no corrección de los sesgos de agregación suponen una subvaloración muy relevante del crecimiento de la productividad de casi seis puntos porcentuales (si se corrigen los sesgos de agregación la productividad crece en el periodo considerado al 8,45%, mientras que sin corregir dichos sesgos su crecimiento es del 2,52%).

Anexo Resultados de la estimación del modelo TRANSLOG

Parameters	Estimate	Std. Error	t-Statistic	Prob.
α_0	9.204930	2.460990	3.740337	0.0004
α_e	0.428230	0.067336	6.359578	0.0000
α_m	-0.196800	0.060225	-3.267754	0.0018
α_n	0.172080	0.063361	2.715864	0.0087
α_c	0.197076	0.094922	2.076202	0.0424
α_L	0.985259	0.762327	1.292436	0.2014
α_E	0.156081	0.214780	0.726704	0.4704
β_k	-0.196436	0.185516	-1.058864	0.2941
α_t	-0.037418	0.008599	-4.351257	0.0001
α_{LL}	0.138911	0.018180	7.640768	0.0000
α_{EE}	0.081275	0.005606	14.49711	0.0000
α_{LE}	-0.075416	0.005031	-14.98971	0.0000
α_{Le}	-0.044885	0.019257	-2.330853	0.0233
α_{Ee}	0.019524	0.005362	3.641397	0.0006
α_{Lm}	0.038579	0.017319	2.227512	0.0299
α_{Em}	-0.007910	0.004849	-1.631151	0.1084
α_{Ln}	-0.036847	0.017451	-2.111422	0.0391
α_{En}	0.004304	0.004907	0.877180	0.3841
α_{Lc}	0.010739	0.028325	0.379157	0.7060
α_{Ec}	0.018135	0.009528	1.903360	0.0620
δ_{Lk}	-0.020039	0.054444	-0.368068	0.7142
δ_{Ek}	-0.017228	0.015192	-1.134048	0.2615
α_{Lt}	-0.003747	0.002571	-1.457382	0.1505
α_{Et}	0.003521	0.000729	4.827943	0.0000
R-squared (lnCV=0.965365)				
R-squared ($S_L=0.923945$)				
R-squared ($S_E=0.9987405$)				

Estimation Method: Iterative Seemingly Unrelated Regression. Programa: Eviews 4.1

Referencias

BAUER, P. (1990): "Decomposing TFP Growth in the Presence of Cost Inefficiency, Nonconstant Returns to Scale, and Technological Progress", *The Journal of Productivity Analysis*, vol. 1, pp. 287-299.

BERNDT, E. R.; HESSE, D. (1986): "Measuring and Assessing Capacity Utilization in the Manufacturing Sector of Nine OECD Countries", *European Economic Review*, Vol. 30, N°5.

BOSCÁ, J. E.; ESCRIBÁ, J.; MURGUI, M. J.(2002): "TFP growth in spanish regions: effects of quasi-fixed and external factors and varying capacity utilization". *Efficiency Series Paper 2002/08*. Universidad de Oviedo.

BROWN, R.S.; CHRISTENSEN, L.R. (1981): "Estimating Elasticities of Substitution in a Model of Partial Static Equilibrium: An application to U. S. Agriculture 1947 to 1974", *Modeling and Measuring Natural Resource Substitution*. Cambridge, Massachusetts: M.I.T. Press. E.R. Berndt and B. C. Fields [ed.].

DE LA FUENTE, A.(1999): "On the determinants of cost performance and the decomposition of returns to scale measures in the presence of quasi-fixed inputs. A comment on Morrison and Schwart (1996) and related work". UAB-IAE WP 445.00

DENNY, M.; FUSS, M.; WAVERMAN, L. (1981): "The Measurement and Interpretation of Total Factor Productivity in Regulated Industries, with an Application to Canadian Telecommunications. *In Productivity Measurement in Regulated Industries*, T. G. Cowing and R.E. Stevenson (Eds), New York: Academy Press.

DIEWERT, W.E. (1971): "An Application of the Shephard Duality Theorem: A Generalized Leontief Production Function", *Journal of Political Economy*, Vol. 79, No. 3, pp. 481-507.

LAU, L.J. (1976): "A Characterizacion of the Normalized Restricted Profit Funtion", *Journal of Economic Theory*, Vol. 8, pp. 131-163.

LIPSEY, R.G. (1981): *Introducción a la economía positiva*. Barcelona: Vicens-Vives.

McFADDEN, D. (1966): "Cost, Revenue and Profit Functions: A Cursory Review", *Working Paper*, N86. Institute for Busines and Economic Research. University of California-Berkeley.

McFADDEN, D. (1978): *Cost, Revenue and Profit Funtions, in Production Economics: A Dual Approach to Theory and Applications*. M.Fuss and D.McFadden [ed.]. North-Holland.

MINISTERIO DE INDUSTRIA-ENERGÍA Y MINISTERIO DE ECONOMÍA: *Estadística Minera de España*, 1983-2009. Ministerio de Industria y Energía; Ministerio de Economía. Madrid.

MORRISON, C. (1985): "Primal and Dual Measures of Economic Capacity Utilization: An Appication to the Productivity Measurement in the U. S. Automobile Industry ", *Journal of Business and Economics Statistics* 4, 312-324.

MORRISON, C. (1988): "Quasi-fixed inputs in U.S. and Japanese manufacturing: a Generalized Leontief restricted cost function approach ", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 70, May, pp. 275-287.

MORRISON, C. (1992): "Unraveling the Productivity Growth Slowdown in the United States, Canada and Japan: the Effects of Subequilibrium, Scale Economies and Markups", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. LXXIV, No. 3, pp. 381-393.

MORRISON, C.; SCHWARTZ, A. (1996): "State Infrastructure and Productive Performance ", *American Economic Review*, 86(5), pp. 1095-1111.

MORRISON, C. (1999): "Scale Economy Measures and Subequilibrium Impacts", *Journal of Productivity Analysis* 11, 55-66.

RODRÍGUEZ, X.A. (1995a):"Una propuesta metodológica para medir la productividad global", *Estudios de Economía Aplicada*, nº 4, pp. 95-113.

RODRÍGUEZ, X.A. (1995b): *La medida de la productividad global. Análisis desagregado para la minería española durante el periodo 1974-1991*. Servicio de publicaciones de la Universidad de Santiago de Compostela.

SHEPHARD, R.W. (1953): *Cost and Production Functions*. Princeton, NJ.: Princeton University Press.

SHEPHARD, R.W. (1970): *Theory of Cost and Production Functions*. Princeton, NJ.: Princeton University Press.

SOLOW, R.M. (1957): "Technical Change and the Aggregate Production Function", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 39, No. 3, pp. 312-320.

UZAWA, H. (1964): "Duality Principles in the Theory of Cost and Production", *Internacional Economic Review*, (may), pp. 216-220.

Capítulo 5

Modelación de la actitud hacia la compra en línea: Un estudio empírico en alumnos de posgrado

Milka Escalera, Arturo García y Gustavo Gallegos

M.Escalera, A.García & G. Gallegos
Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Avenida Colorines s/n, Col. Prados Glorieta, C. P. 78390, San Luis Potosí,
S. L. P.
milkaech@uaslp.mx

M.Ramos, F.Miranda (eds.) *Optimización-Estocástica-Recursiva-Coherente-Sistémica y sus variantes (probabilidad, econometría y estadística aplicada)*, Temas Selectos de Optimización-©ECORFAN-Santiago de Compostela, España, 2012.

Abstract

This work postulates a model based on the Theory of Technology Acceptance (TAM) to test its validity with the data the sample. The test of validity of the structure, trying to determine to what extent the questions designed to measure attitudes toward online shopping really do it. This work was developed in graduate students of Universidad Autónoma de San Luis Potosi through structural equation modeling using the AMOS 19. The results reveal a model that supports the theoretical model in the way that the attitude online is due to three factors: Orientation utilitarian, hedonic orientation and perceived benefits, however, assigning each item to each factor is not appropriate as promotions on the home page should be reassigned to hedonic orientation, also there is overlap in content between items ítems H32 y H33;H34 y H35 y B6 y B9; B9 y B10, which definitely will need a review its contents, test the model and check the results with various graduate students and from other countries

5 Introducción

Uno de los avances más importantes de la evolución de las tecnologías de la información y comunicación es sin duda alguna, el internet. El uso de esta herramienta ha crecido vertiginosamente como un medio de comunicación utilizado tanto por la sociedad en general y en el ámbito de los negocios. A medida que pasa el tiempo, las empresas han visto en el uso del internet, un mecanismo para establecer diferentes formas de realizar transacciones, por ser un medio bien aceptado y consolidado por un grupo considerable de hombres y mujeres de todas las edades. Ante este nuevo contexto, diligente y eficaz, las empresas se ven obligadas a considerar al comercio electrónico como un nuevo canal de venta y requieren por ende, conocer el perfil de los consumidores y su proceder para realizar estrategias encaminadas a posicionarse en este nuevo sector del mercado.

En este trabajo se postula un modelo con base en la teoría de Aceptación Tecnológica (TAM) para probar su validez dado los datos de la muestra.

En la prueba de validez de la estructura, se trata de determinar en qué medida las preguntas diseñadas para medir un determinado factor realmente lo hacen. Éste trabajo se desarrolló en estudiantes de posgrado de una Universidad Autónoma de San Luis Potosí a través de la modelación de ecuaciones estructurales. Los resultados de este trabajo proporcionarán a los dirigentes de los negocios información sobre las características y comportamiento del consumidor en línea, con el ánimo de proyectar estrategias a fin de mejorar la calidad del servicio que la empresa ofrece.

El trabajo está integrado por cinco apartados. En el primero se describe el modelo teórico con base a las teorías acción razonada (TRA) y el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) En el segundo apartado se presenta la revisión de la literatura de los constructos: Orientación utilitaria, orientación hedónica, actitud hacia la compra en línea y beneficios percibidos.

El tercero presenta la descripción del instrumento de medida, el cuarto describe la modelización por medio de las ecuaciones estructurales, y el quinto hace referencia con las conclusiones del trabajo.

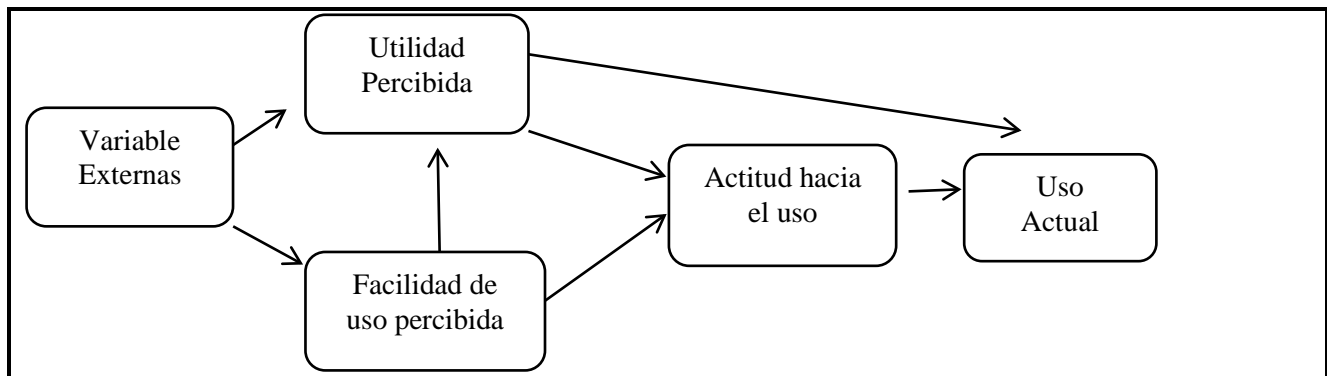
Modelo teórico

Para ésta investigación es esencial que exista una teoría que fundamente el modelo que se plantea, existen dos teorías que permiten apoyar esta investigación: La teoría clásica de la acción razonada (TRA) (Ajzen y Fishbein, 1980) y el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) ambas han sido ampliamente adoptados para explicar y predecir el comportamiento del usuario en el ámbito de compra en línea (Pavlou, 2003).

La teoría propuesta por Ajzen y Fishbein (TRA) plantean que las actitudes están determinadas por las características que los observadores asocian con un objeto (sus creencias acerca del objeto) y el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) postula que el uso de una nueva tecnología está definida por la intención que tiene el usuario de utilizarla y facilitarle el trabajo, a su vez es influenciada por su actitud.

La relación de causalidad (Figura 5.1) que se da entre la creencia, afecto, intención y comportamiento ha demostrado ser válida en la compra en línea (Chen et al, 2002; Limayem et al, 2000).

Grafica 5.1 Modelo de Aceptación Tecnológica



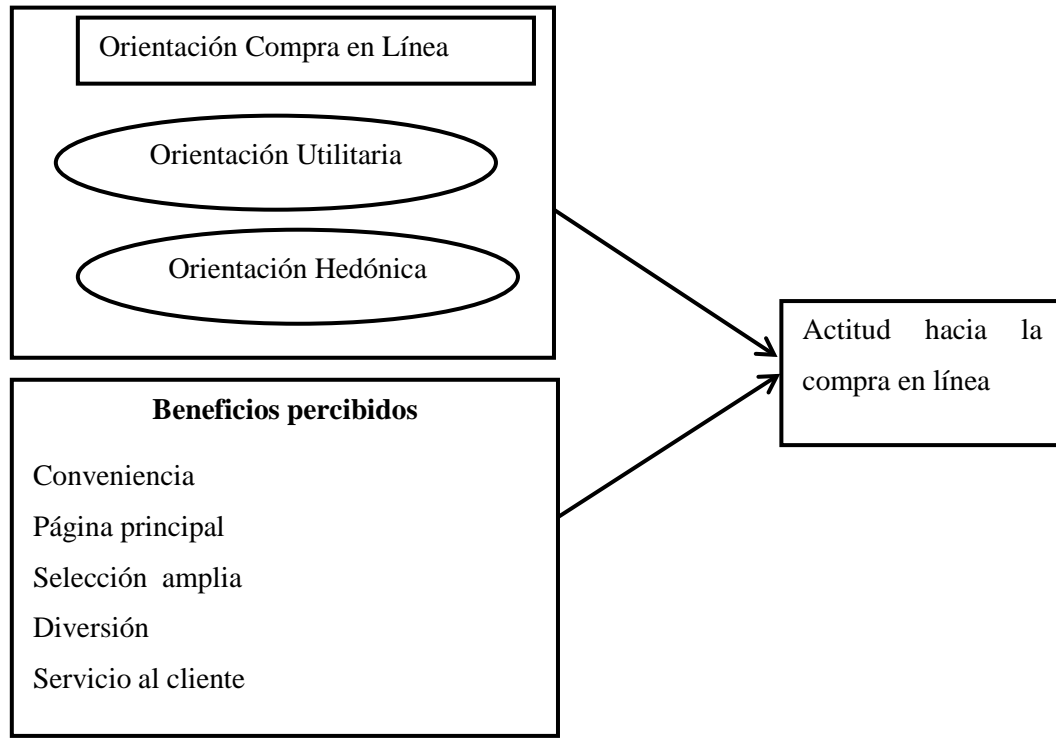
Fuente: Davis 1999.

Las investigaciones desarrolladas para predecir y explicar la aceptación de la compra en línea por medio del Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) se ha generalizado desde la siguiente perspectiva.

Remplazar, la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida por los beneficios percibidos de la compra en línea. Añadir como antecedente de la actitud hacia la compra en línea, la orientación a la compra en línea.

Así, el modelo propuesto queda estructurado como se muestra en la Figura 5.2.

Figura 5.2 Modelo de la actitud hacia la compra en línea



Fuente: Delafrooz, Paim y Khatibi.

5.1.1 Orientación a la compra en línea

El comercio electrónico ha ocasionado cambios en la forma como los bienes o servicios se ofrecen al mercado, estos cambios producen modificaciones en las decisiones de compra, ya que el consumidor se enfrenta a una amplia posibilidad de productos que puede obtener con hacer un clic desde una computadora.

Actualmente la compra no se reduce a adquirir un artículo, sino que entra en juego variables psicológicas que recogen las características internas de la persona (necesidades y deseos) y las variables sociales totalmente externas que ejerce el entorno, en consecuencia, el comportamiento del consumidor ha cambiado, ahora está orientado a dos formas: utilitario y hedónico (Shwu-Ing 2003; Wolfenbarger y Gilly, 2001)

5.1.2 Orientación utilitaria

En el contexto del comercio electrónico, los consumidores están orientados a lo utilitario cuando:

- a) enfocan sus compras a una meta específica,
- b) meditan y consideran los atributos funcionales del producto y

c) valoran el ahorro de tiempo que la compra en línea proporciona, ya que adquieren el producto o servicio de manera rápida y eficiente invirtiendo en ello el mínimo esfuerzo y sintiéndose satisfecho con el resultado de la transacción (Holbrook, 1999, citado por Delafrooz, Paim, Khatibi, 2009).

Cabe mencionar que la percepción hacia la orientación utilitaria es mayor cuando se ha tenido experiencias previas en la compra en línea (Dholakia y Uusitalo, 2002).

5.2.2 Orientación hedónica

Ahora bien, los consumidores con un comportamiento hedónico son aquellas personas que además de reunir información también buscan diversión, emoción, entusiasmo o alegría al adquirir un producto (Monuwe et al., 2004). Si bien, este tipo de consumidores busca información, esta acción la convierte en una búsqueda de sentimientos y en un impulso de interacción social (Crandall, 1979).

La necesidad hedónica se considera como una respuesta emocional e intrínseca; emocional porque el consumidor se hace una expectativa del producto o servicio (Woodruff, Cadotte y Jenkins, 1983, citados por Ruiz, Palacio, Salcedo Garcés, 2010) e intrínseca porque conduce a la adopción de un comportamiento exclusivamente a lo divertido o agradable.

El consumidor no la percibe como una tarea o una obligación, sino como una actividad gratificante en la que está dispuesto a invertir sus energías (Hirschman y Holbrook, 1982, Hirschman, 1984, Sherry, 1990 y Babin *et al.*, 1994 citados por Rodríguez, 2006).

Los consumidores de este tipo son más atraídos por los espacios virtuales bien diseñados, atractivos, fáciles de navegar y con un alto grado de interactividad

Además, los compradores hedonistas son fácilmente influenciados en sus decisiones de compra porque no tienen en mente un objetivo específico cuando visitan una tienda virtual.

5.2.3 Actitud hacia la compra en línea

De acuerdo con el estudio realizado por Armstrong y Kotler, (2000), las opciones de compra de una persona están influidos por cuatro factores psicológicos: motivación, percepción, aprendizaje, creencias y actitudes.

Con relación a la actitud, esta se describe como las evaluaciones cognitivas permanentes, favorables o desfavorables, sentimientos emocionales y tendencias de acción de una persona hacia algún objeto o idea.

Esta definición implica que las actitudes constituyen una estructura psicológica permanente, que tienen un carácter multidimensional (la integran evaluaciones, sentimientos y tendencias a la acción) y que son susceptibles de ser medidas puesto que poseen dirección (positiva o negativa) y grado (intensidad alta o baja) Klotler (1991).

Por otra parte, es importante señalar que las actitudes van ligadas a un referente que puede ser tangible (una persona o un producto) o intangible (una idea o un hecho).

En otras palabras, “una actitud no es sino un estado de afectividad del individuo hacia alguna característica u objeto que predispone a la acción” (Alonso, 2000).

En este mismo sentido, Rojas, Arango y Gallego (2009) señalan que la actitud hacia la compra en internet *es* “un conjunto de factores cognitivos o atributos sobresalientes, cuyas percepciones son determinantes para explicar la opinión general que el consumidor tiene de Internet como canal de ventas.

Es evidente que las actitudes sirven de puente entre las características generales de los consumidores y el consumo que satisfaga sus necesidades.

5.2.4 Beneficios percibidos

En el contexto de la compras en línea, los beneficios percibidos son un conjunto de ventajas y satisfacciones que ofrece el comercio electrónico a los consumidores en línea.

En este sentido algunos autores (Liu y Arnett, 2000; Muylle et al, 2004; Shih 2004) han establecido dos categorías de benéficos para los clientes de este sector intrínseco y extrínseco, ambos son importantes al seleccionar un producto.

Los beneficios extrínsecos incluyen: precios competitivos acceso fácil a la información y bajos costos de búsqueda, en cambio, los beneficios intrínsecos incluyen características como el diseño y el color entre otros (Shang et al., 2005).

Por otra parte, Shwu-Ing (2003) demostró que los beneficios como la libertad de seleccionar el producto, el diseño y la información adecuada en la página de inicio y la familiaridad del nombre de la empresa afectan la percepción del consumidor.

Del mismo modo (Delhagen, 1997; Khatibi et al., 2006) ponen de manifiesto que la comodidad, la facilidad de búsqueda, el precio, la disponibilidad, la diversión, el servicio cliente son razones por las que la gente compra en línea.

5.3 Instrumento de medición de acuerdo con el estudio

El cuestionario de Delafrooz, Paim y Khatibi (2009) “Actitud hacia compra en línea” es un instrumento de 36 ítems, estructurado en una escala de Likert de cinco niveles usando: " totalmente en desacuerdo, desacuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, de acuerdo y totalmente de acuerdo".

La versión original se desarrolló con base a la literatura y fue construida con datos obtenidos de una muestra de estudiantes de posgrado de la Universidad de Malasia.

La fiabilidad de los constructos es alta en todas las escalas, van desde 0,853 hasta 0,965.

Estos resultados superan valores recomendados ($\alpha=.80$) lo que indica que los factores dentro de cada variable están relacionados entre sí (Vellido et al., 2000).

Para fines de esta investigación la muestra de estudio se conformó de 107 estudiantes de Posgrado de las Facultades de Ciencias Químicas, Estomatología, Comercio y Administración de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP).

El criterio de selección fue estudiantes de posgrado ya que hoy en día son usuarios frecuentes de la tecnología y representan una parte significativa de los consumidores en línea y un potencial a largo plazo de este tipo de mercado (Bruin y Lawrence, 2000).

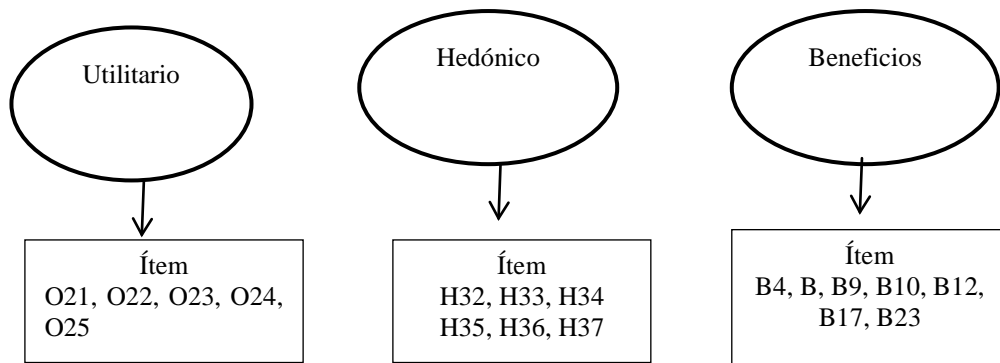
5.4 Modelización de ecuaciones estructurales

Debido a que el éxito del mercado electrónico depende en gran medida de la aceptación del consumidor, es importante comprobar los factores que influyen en la actitud hacia la compra en línea, ya que estos se convierten en un elemento primordial que puede ayudar a los gerentes de mercadotecnia a predecir la intención de compra y evaluar el crecimiento futuro del comercio en línea.

Con base a lo expuesto se propone un modelo orientado en 3 factores: Actitud hedónica, actitud utilitaria y beneficios percibidos de la compra en línea.

La representación del diagrama de las secuencias de los factores se representa en el modelo de la Figura 5.4:

Figura 5.4 Diagrama de secuencias



Fuente: Elaboración propia

Variables y su significado			
O21	es conveniente	H36	es agradable
O22	encuentro lo que busco	H37	emoción al buscar en línea
O24	encuentro lo que necesito	B4	información del producto fácilmente
O25	cualquier producto	B6	ahorro dinero
O31	interés en otros productos	B9	variedad de selección
H32	olvido mis problemas	B10	productos más baratos
H33	me causa emoción	B12	políticas de devolución
H34	navego en tiempos libres	B17	es rápida
H35	disfruto la compra	B23	me gusta la actividad

Para la determinar número de indicadores que conformen cada uno de los factores se utilizó el método de componentes principales y se seleccionó los que tienen una carga factorial mayor de .70.

En la Tabla 5.1 se muestra los indicadores y sus factores correspondientes.

Dado que los constructos del diagrama de relaciones son exógenos, se considera sólo el modelo de medida

La matriz de entrada de datos para estimar el modelo propuesto es una matriz de correlación la cual se muestra en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1 Correlación entre variables

	Media	D.E	O21	O22	O24	O25	H32	H33	H34	H35	H36	H37
O21	3.49	1.31	1	.793	.804	.650	.484	.524	.525	.564	.679	.606
O22	3.40	1.39		1	.772	.512	.512	.524	.549	.556	.585	.564
O24	3.32	1.28			1	.572	.422	.451	.546	.542	.677	.552
O25	2.12	1.05				1	.320	.434	.449	.441	.534	.484
H32	1.99	1.19					1	.686	.507	.544	.528	.565
H33	1.91	1.10						1	.556	.542	.551	.603
H34	2.17	1.22							1	.873	.714	.740
H35	2.21	1.21								1	.732	.742
H36	2.63	1.16									1	.726
H37	2.32	1.14										1

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 5.1 deja ver que el valor más alto de la media lo obtuvo la variable O21 y con relación a las correlaciones se puede observar una fuerte asociación entre las variables H34 y H35 ($r = .873$).

Tabla 5.1.1 Correlación entre variables (continuación)

	Media	D.E	B4	B6	B9	B10	B12	B17	B23
B4	3.38	1.29	1	.689	.768	.728	.603	.690	.647
B6	2.93	1.23		1	.676	.849	.514	.636	.463
B9	3.25	1.32			1	.766	.584	.641	.576
B10	3.05	1.29				1	.546	.621	.537
B12	2.63	1.22					1	.561	.481
B17	3.21	1.33						1	.612
B23	2.61	1.25							1

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 5.2 se observa que la variable B4 es la que muestra el valor de la media más alto y las que más están relacionadas son las variables B10y B6 ($r = .849$).

Estimación Infractoras: Con el fin de obtener un modelo con estimaciones aceptables, se evalúa en primer término las estimaciones infractoras, los resultados de la Tabla 5.3 muestra las ponderaciones de cada uno de los indicadores que conforman cada constructo, y se observa que ninguno tiene coeficientes estandarizados que sobrepasen o estén muy cerca de 1.

Tabla 5.3 Ponderación de los constructos
(Valores de t entre paréntesis)

Variable	Utilidad	Hedónico	Beneficios
Ítem O21	0.932 (14.770)		
Ítem O22	0.855		
ítem O24	0.878 (13.147)		
Ítem O25	0.878 (10.301)		
ÍtemH32		0.638 (6.522)	
Ítem H33		0.668	
ItemH34		0.890 (8.704)	
Ítem H35		0.901 (8.785)	
ÍtemH36		0.836 (8.263)	
ItemH37		0.848 (8.366)	
Ítem B4			0.882 (11.985)
Ítem B6			0.882
Ítem B9			0.851 (10.301)
Ítem B10			0.836 (10.301)
Ítem B12			0.673 (10.301)
Ítem B17			0.806 (10.487)
Ítem B3			0.706 (8.744)

Fuente: Elaboración propia

Además, los valores del error de medida para los indicadores todos son positivos y menores que 1 como se observa en la Tabla 3 por lo tanto se procede a evaluar el ajuste del análisis factorial.

Tabla 5.4 Error de medida para los indicadores

Variable	O21	O22	O24	O25	H32	H33	H34	H35
O21	0.131							
O22	0.000	0.269						
O24	0.000	0.000	0.229					
O25	0.000	0.000	0.000	0.576				
H32	0.000	0.000	0.000	0.000	0.593			
H33	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.554		
H34	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.208	
H35	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.188

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.4.1 Error de medida para los indicadores (continuación)

Variable	H36	H37	B4	B6	B9	B10	B12	B17	B23
H36	0.301								
H37	0.000	0.281							
B4	0.000	0.000	0.222						
B6	0.000	0.000	0.000	0.342					
B9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.276				
B10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.301			
B12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.547		
B17	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.350	
B23	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.502

Fuente: Elaboración propia

4.1 Ajuste global del modelo

El ajuste del modelo conjunto en el análisis factorial confirmatorio, representa el grado en el que los indicadores especificados representan los constructos supuestos, esto permite que las medias se orienten en un número limitado de medidas.

La Tabla 5.5 ofrece las medidas de calidad de ajuste absoluto.

Aun cuando el estadístico chi-cuadrado (310.897; $gl=116$) no es significativo (0.000), los índices señalaron un ajuste satisfactorio.

Los valores de GFI (.782), AGFI (.712) y RMSR (.117) son un poco bajos, aun cuando sus valores tienden a 1 y son mayores de .5.

Tabla 5.5 Medidas de bondad de ajuste. Modelo revisado y nulo

Chi-cuadrado (X^2)	310.897
Grados de libertad	116
Nivel de significancia	0.00
Chi cuadrado normado (X^2/gl)	2.68
Índice de bondad de ajuste (GFI)	0.782
Índice de bondad de ajuste Adaptado (AGFI)	0.712
Residuo Cuadrático Medio (RMSR)	0.117
Índice de Tucker_Lewis (TLI)	0.879
Índice de ajuste normado (NFI)	0.846

Fuente: Elaboración propia

5.4.2 Ajuste del modelo de medida

Una vez aceptado el modelo en conjunto, se evaluó cada uno de los constructos para comprobar la consistencia interna de todos los indicadores.

Los resultados de la Tabla 5.6 indican que los valores relacionados con la fiabilidad de los constructos van de 0.530 en adelante, el valor recomendado para la varianza media extraída e de 0.5.

Tabla 5.6 Fiabilidad y Varianza de los constructos

	Fiabilidad	Varianza Extraída	Media
Utilidad	0.55	0.699	
Hedónico	0.7	0.646	
Beneficios	0.72	0.637	

Fuente: Elaboración propia

Con relación a la validez discriminante, los valores de la Tabla 5.7 dejan ver que todos son menores de 1, esto significa que ninguno de los ítems que formaban parte de los diferentes factores aparece en los otros constructos

Tabla 5.7 Correlación entre constructos

	Utilidad	Hedónico	Beneficios
Utilidad	0.690		
Hedónico		0.726	
Beneficios			0.700

Fuente: Elaboración propia

Thompson (2004) señala que en el análisis factorial de tipo confirmatorio se debe corroborar el ajuste de un modelo teórico y que es recomendable comparar los índices de ajuste de varios modelos alternativos para seleccionar el mejor.

5.4.2.1 Reespecificación del modelo

Al revisar los criterios en términos de sus valores óptimos, puede observarse que hay valores que indican un modelo con un pobre ajuste.

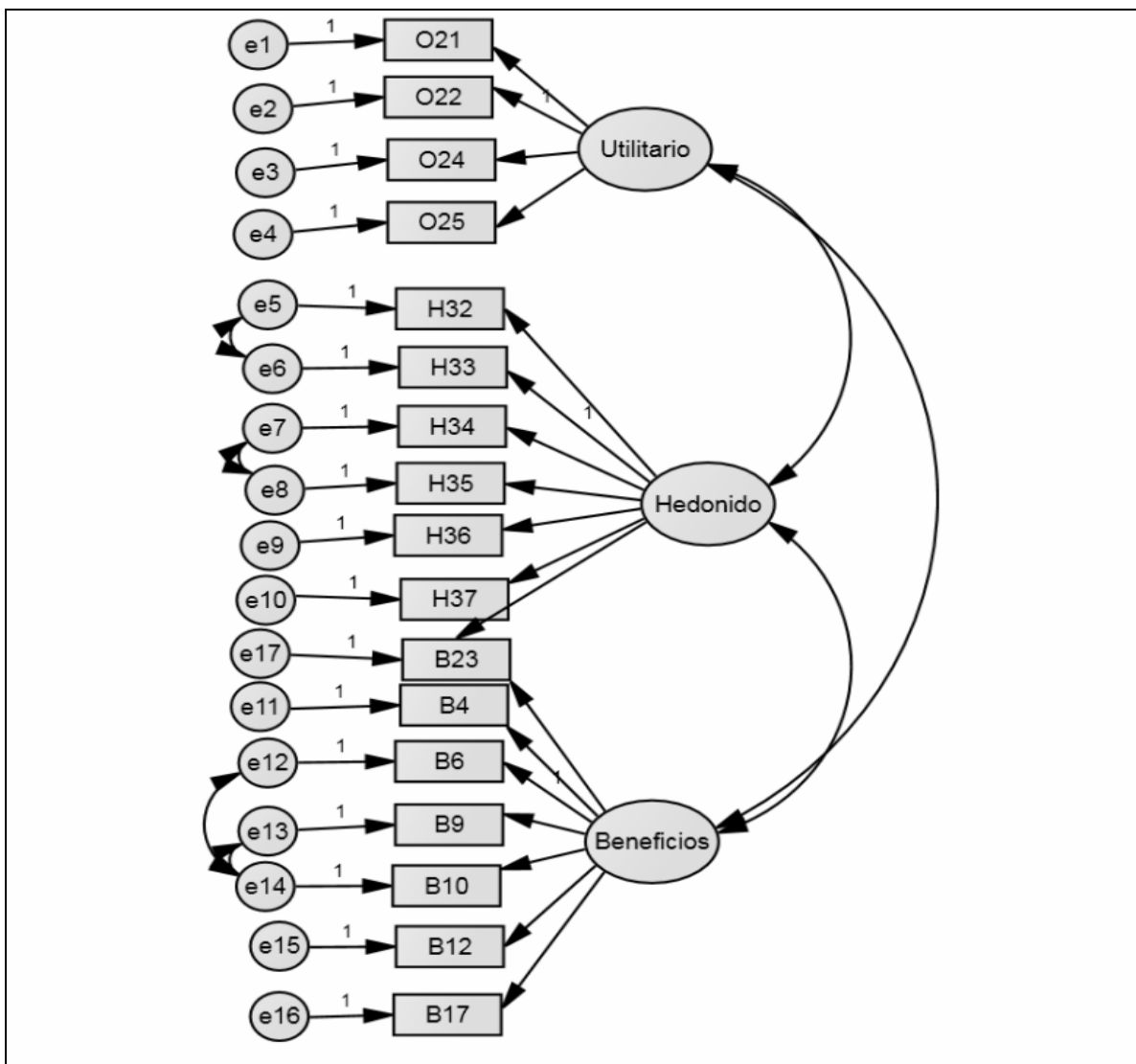
Por lo tanto, es evidente y necesario hacer algunas modificaciones en las especificaciones para identificar un modelo que represente mejor los datos.

Las modificaciones del modelo propuesto se efectuaron a través del examen de los residuos normalizados y de los índices de modificación.

Así, la reespecificación del modelo planteado como hipótesis implicó la adición de parámetros estimados para el modelo dando lugar a un modelo 5.2.

La incorporación de las covarianzas en el modelo 5.2 y la especificación del ítem B 23 reflejan una mejora considerablemente grande para el ajuste del modelo (Tabla 5.7).

Figura 5.4 Modelo alternativo de la actitud hacia la compra en línea



Fuente: Elaboración propia

El modelo alternativo (modelo 5.2) especifica el ítem B 23 como carga del constructo hedónico, en lugar del constructo beneficios como originalmente fue diseñado (Figura 5.4). Los valores del modelo reespecificado se muestran en la Tabla 5.7.

Tabla 5.7 Medidas de bondad de ajuste. Modelo 2

Chi-cuadrado (X^2)	150.353
Grados de libertad	111
Nivel de significancia	0.008
Chi cuadrado normado (X^2/gl)	1.35
Índice de bondad de ajuste (GFI)	0.886
Índice de bondad de ajuste Adaptado (AGFI)	0.843
Residuo Cuadrático Medio (RMSR)	.054
Índice de Tucker_Lewis (TLI)	.974
Índice de ajuste normado (NFI)	.926

Fuente:Elaboración propia.

Al comparar los resultados del modelo 5.1 y del modelo 5.2 se observa que el valor de Chi-cuadrado (X^2) decreció de 310-897 a 150.35 y el valor de RMSR paso de .117 a 0.054, mientras que los índices de bondad de ajuste GFI y AGFI mejoraron notablemente de 0.782 a 0.886 y de .712 a 0.843 respectivamente.

Del mismo modo, las medidas de ajuste incremental (TLI y NFI) se han enriquecido y exceden el nivel recomendado de 0.90.

Con relación a los errores de las covarianzas estos sugieren una redundancia entre los ítems H32 (olvido mi problemas) y H33 (me causa emoción), H34 (Navego en tiempos libres) y H35 (disfruto la compra), B6 (ahorro dinero) y B9 (variedad de elección); B9 (variedad de selección) y B10 (productos más baratos) debido a la superposición de contenidos.

5.5 Conclusiones

El propósito de este trabajo consistió en establecer un modelo para explicar la actitud hacia la compra en línea en estudiantes de posgrado.

El modelo teórico formulado pretenden probar que:

La actitud de la compra en línea se debe a tres factores: la orientación utilitaria, la orientación hedónica y los beneficios percibidos.

Cada ítem este correctamente designado a cada factor.

Los tres factores estén correlacionados.

El error único asociado con ítems no están correlacionados.

Los resultados dejan ver un modelo que apoya al modelo teórico en el sentido que la actitud en línea se debe a tres factores:

Orientación, utilitaria, orientación hedónica y a los beneficios percibidos,

Los hallazgos sobre la asignación de cada ítem a cada factor, se concluye que no son apropiados para cada factor ya que el ítem B23 (promociones en la página principal) debe de ser reasignando a la orientación hedónica.

En lo referente a la correlación entre los factores, se confirma que los tres factores están correlacionados.

En lo tocante a la asociación de los errores, los resultados dejan ver hay una superposición en contenidos entre los ítems que corresponden a los errores: 5 y 6, 7 y 8 y 12 y 14 y 13, lo cual es evidente que estos ítems presentan un problema y definitivamente sea necesario una revisión de sus contenidos.

El modelo hacia la actitud en línea se enfrenta a las siguientes limitaciones: no es factible generalizar los factores que contribuyen a la actitud de la compra en línea en los estudiantes de posgrado de otras universidades ni de otros países.

Es conveniente revisar los contenidos del instrumento de medición, probar el modelo y comparando los resultados con estudiantes de otros países y de diferentes posgrados.

Referencias

Alonso, J. (2010). Comportamiento del consumidor. Decisiones y estrategia de marketing. ESIC Editorial. España.

Armstrong G, Kotler P (2000). Marketing. Paper presented at the 5th ed., Prentice-Hall, Englewood Cliffs.

Bruin, M, Lawrence, F. (2000). Differences in spending habits and credit use of college students. *J. Consum. Aff.* 34(1),113-133.

Chen, S. (2006). Internet y Comercio Electrónico en Costa Rica y la importancia de una regulación adecuada. Consultado el 18 de Junio del 2011 de: <http://www.latindex.ucr.ac.cr/descargador.php?archivo=intrds011-10>

Crandall, J. (1965). Some Relationships Among Sex, An-xiety, and Conservatism of Judgment, *Journal of Personality*, 33, 99-107.

- Davis. D. (1989). Perceived Usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quart.* 13: 319-340.
- Delafrooz, N. Paim, N y Khatibi, A. (2009). Developing an Instrument for Measurement of Attitude Toward Online Shopping. *African Journal of Business Management*, 3 (5), 200-209
- Delhagen (1997). Retailers revs up. *Forester Research* p. 4.
- Dholakia, R. Uusitalo, O. (2002). Switching to electronic stores: consumer characteristics and the perception of shopping benefits. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 30(10), 459–469.
- Holbrook, M. (1999): “Introduction to Customer Value”. En: HOLBROOK, M. (Ed.), *Customer Value: a Framework for Analysis and Research*, pp.1-28. Routledge, New York.
- Holbrook, M. Hirschman, E. (1982): “The experiential aspects of consumption: consumer fantasies, feelings and fun. *Journal of Consumer Research*, 9(2), 132-140.
- Khatibi, A., Haque, A, Karim, K .(2006). E-Commerce: A study on Internet Shopping in Malaysia. *J. Appl. Sci.* 3(6): 696-705.
- Kotler. P. (1991). *Dirección de Mercadotecnia, Análisis, Planeación y Control*. México, Edit. Prentice Hall.
- Limayem ,M. Khalifa, M, Frini, A. (2000). What makes consumers buy from internet: a longitudinal study of online shopping, *IEEE* 30(4), 421 – 432
- Liu. C, Arnett. K. (2000). Exploring the factors associated with Web site success in the context of electronic commerce. *Inf. Manag.* (38), 23- 33.
- Lonso J. (2000). *Comportamiento del consumidor*. Madrid. Esic Editorial, 25-102
- Monsuwe, T, Dellaert, B., de Ruyter K. R (2004). What drives consumers to shop online?. *Services industry Manag.* 15(1): 102-121.
- Pavlou P. (2003). Consumer Acceptance of Electronic Commerce: Integrating Trust and Risk with the Technology Acceptance Model". *International J. Electronic Commerce*, 7(3), 101-134.
- Rodríguez, R., Otero-López, J. & Rodríguez, R. (2001). *Adicción a la compra: análisis, evaluación y tratamiento*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Rojas, L., Arango, P.y Gallego, P. (.2009) .Confianza para efectuar compras en internet. *Dyna*, (76), 160, 263-272
- Ruiz. M., Palací, F., Salcedo, A Garcés, J. (2010). E-Satisfacción: una aproximación cualitativa, *Acción Psicológica*, (7), 1, 75-85.
- Shang RA, Chen YC, Shen L (2005). Extrinsic versus intrinsic motivation for consumer to shop online. *Inf. Manag.* 42, 410-413.

Shwu-Ing, W. (2003). The relationship between consumer characteristics and attitude toward online shopping. *Manag. Intelligence Planing* 21(1):37-44.

Vellido, A., P.J.G., Lisboa, and K., Meehan, 2000. Quantitative characterization and prediction of on- line purchasing behavior: A latent variable approach. *International Journal of Ecommerce* 4, 83-104.

Woodroof, J.,Kasper, G.M. (1998).A *conceptual development of process and outcome user satisfaction*", in Garrity, E.J. and G. L.Sanders (Eds.), *Information Systems Success Measurement*, Chapter 6, 122-132.

Capítulo 6

Matching y dispersión salarial en un mercado laboral multisectorial y con múltiples solicitudes

Lari Arthur , Julen Berasaluce y Coralia Azucena

L.Arthur , J.Berasaluce & C.Azucena
Universidad de Guanajuato, Lascrain de Retana 5, 36000 Guanajuato.
lari.viianto@ugto.org

M.Ramos, F.Miranda (eds.) *Optimización-Estocástica-Recursiva-Coherente-Sistémica y sus variantes (probabilidad, econometría y estadística aplicada)*, Temas Selectos de Optimización-©ECORFAN-Santiago de Compostela, España, 2012.

Abstract

This chapter exposes an extension of the directed search models with multiple applications, extended to a multisectorial framing where firms are heterogeneous in their production. Workers are homogeneous and choose both the type of firm they wish to apply for and the amount of applications they wish to make. Firms compete to hire workers making take-it-or-leave-it wage offers to one of the received applications and workers accept the highest received offer. As a result we obtain, endogenously, a distribution of workers between the two sectors, the search effort done in each sector, the wage offer distribution and the wage distribution for each sector, as the unemployment rate for each sector.

6 Introducción

Los mercados laborales son intrínsecamente más complicados que los mercados de bienes y servicios.

En los mercados laborales se establecen relaciones contractuales, normalmente de largo plazo, que implican toda una serie de relaciones tanto laborales como sociales que son mucho más complejas que las derivadas de la compra de un bien o un servicio o la adquisición de bienes de capital. Los trabajadores, como personas, son heterogéneos por antonomasia y son inseparables de sus habilidades o de las unidades de trabajo que incorporan.

De la misma manera las exigencias del trabajador respecto a su puesto de trabajo, o los beneficios que de su trabajo pueda obtener, van en realidad mucho más allá del simple salario ofrecido a cambio de su trabajo. A eso podemos incluir la falta de existencia de un mercado propiamente dicho, lo cual implica toda una serie de procesos de búsqueda y contratación que no están presentes en otros mercados.

Estas fricciones que existen en el mercado laboral y que normalmente no están presentes en otros mercados se reflejan en lo que conocemos como procesos de matching, que manifiestan los problemas relacionados con encontrar el trabajo o el trabajador correctos en forma de una función que expresa la probabilidad que tenemos de localizar un trabajador/trabajo adecuado.

En gran parte de la literatura sobre el mercado laboral, en especial la literatura macroeconómica, se consideran estas funciones como algo exógeno que describe la probabilidad de encontrar empleo como una función de la cantidad de trabajadores sobre la cantidad de puestos a cubrir, conocido normalmente como estrechez de mercado (Petrongolo y Pissarides (2001) para un resumen extenso de los modelos usados en la literatura).

En estos modelos la búsqueda en sí no suele estar representada, la búsqueda no es direccional y no se analiza el esfuerzo de búsqueda que deciden los individuos.

Dentro de la literatura microeconómica se ha trabajado en modelos que describen este proceso de búsqueda y endogeneizan las probabilidades como una función que emana de las decisiones que toman los individuos y empresas.

Los primeros avances en ese sentido son los trabajos referentes a los juegos de bola y urna realizados a finales de los 70 (Butters (1977), Hall (1979), Pissarides (1979)).

Se trata de un modelo sencillo y elegante, donde cada puesto vacante está descrito como una urna, y las solicitudes que realizan los desempleados están descritas como una bola, siendo homogéneos tanto los trabajadores como las empresas.

Cada desempleado manda una solicitud de empleo a una empresa, depositando una bola en una urna, pero de forma anónima, sin que el resto de trabajadores pueda observar esta acción, creándose por lo tanto un problema de coordinación entre los desempleados.

Cada empresa que ha recibido al menos una solicitud escoge una de manera aleatoria y contrata al desempleado en cuestión, descartándose el resto de solicitudes de forma que existe la posibilidad de que coexistan desempleados conjuntamente con puestos de trabajo sin ocupar. De esta manera se endogeneiza la función probabilística de matching.

Durante los 90 estos modelos fueron ampliados para explicar diferencias de salario (Montgomery (1991), Lang (1991), Blanchard y Diamond (1994)).

Sin embargo estos modelos aún no incluyen de manera convincente el esfuerzo que realizan los agentes en su búsqueda, pues a lo sumo se realiza una solicitud, quedando el esfuerzo limitado a una expresión probabilística entre realizar o no dicha solicitud. Albrecht, Gautier y Vroman (2003), así como Albrecht, Sen, Gautier y Vroman (2004), construyen un modelo donde los desempleados pueden enviar múltiples solicitudes, solucionando de manera endógena la función de probabilidades relacionada con el esfuerzo de búsqueda, entendido como la realización de múltiples solicitudes de trabajo.

Esto implica que un determinado desempleado podría recibir más de una oferta diferente, proveniente de solicitudes, y por tanto de empresas diferentes. Dentro de este escenario, el proceso de negociación salarial cobra muchísima importancia, pues dependiendo del mecanismo se llegarán a diferentes distribuciones de las ofertas salariales. Albrecht, Gautier y Vroman (2006) proponen un mecanismo de negociación ex-post, donde las empresas ofrecen el salario de reserva, pero en el caso de que un individuo reciba más de una oferta se inicia un proceso de negociación a la Bertrand que acabará en una oferta salarial equivalente al valor de la producción que generará el trabajador.

Esto produce una distribución salarial concentrada en dos valores extremos, ya sea el salario mínimo en el caso de que el desempleado reciba una única oferta, o el valor de su producción total en el caso de recibir dos o más ofertas.

En este modelo, el número de aplicaciones, o sea, el esfuerzo de búsqueda, es exógeno y, hasta cierto punto, la existencia del proceso de negociación implica que las empresas tienen un conocimiento fehaciente sobre la existencia de ofertas por parte de otras empresas, puesto que en caso contrario sería óptimo para el trabajador desempleado pretender que estas ofertas existen. Gautier y Moraga-González (2004) proponen un sistema de negociación salarial alternativo, sin un proceso de negociación posterior.

Las empresas en este caso harían una única oferta a los trabajadores desempleados, del tipo take-it-or-leave-it, y el trabajador aceptaría la mejor oferta de entre las que haya recibido, siempre que sea mayor al salario de reserva. Esta variación en el proceso de negociación salarial implica que ex-ante las empresas tienen que decidir su oferta salarial, teniendo en cuenta que se exponen a ser rechazados si se recibe una oferta mayor. A grandes rasgos esto es similar a una subasta de primer precio a sobre cerrado con un número aleatorio de participantes.

El equilibrio para las empresas resulta ser una distribución probabilística continua de ofertas que oscilan entre el salario de reserva y un valor que es inferior a la producción total generada por el trabajador.

Este modelo no requiere de supuestos sobre el conocimiento de las empresas sobre otras ofertas recibidas y como resultado genera una distribución salarial continua, la cual parece más plausible. Asimismo, el modelo permite calcular de manera endógena el esfuerzo de búsqueda, es decir, el número de solicitudes enviadas, y medir el valor de la externalidad que los desempleados se generan entre sí al realizar sus solicitudes.

Viianto (2010) expandió esta modelación a un caso aun más general en el cual existen subsiguientes rondas de contratación en el caso de que una empresa vea su oferta rechazada en su primer intento, generándose así diferencias ex-post entre las empresas, ex-ante idénticas, en función del número de solicitudes recibidas, puesto que determinan el número de rondas en las que una empresa puede realizar ofertas.

En este capítulo extenderemos el modelo presentado en Gautier y Moraga-González (2004) a un escenario donde las empresas sean heterogéneas; en concreto que sean heterogéneas en el valor de la producción que un empleado puede generar, de forma que diferenciaremos las empresas en empresas de alta productividad y de baja productividad.

Por simplicidad, se utilizarán solo dos tipos de empresas, pero los resultados son extensibles a un número discreto de empresas siempre que se cumplan las condiciones establecidas en el modelo. Los trabajadores son homogéneos inicialmente y pueden trabajar en ambas empresas sin restricciones. Sin embargo deberán decidir inicialmente a que tipo de empresas quieren enviar sus solicitudes, diferenciándose así de manera endógena.

Como en equilibrio el beneficio esperado de solicitar empleo en un grupo u otro de empresas es idéntico, el individuo es indiferente entre escoger entre uno y otro grupo.

Este supuesto es una simplificación con el fin de evitar las complejidades que surgen si empresas que son heterogéneas compiten entre sí, puesto que impide utilizar los supuestos de simetría que facilitan el poder establecer un equilibrio.

Esto es equiparable a una situación en la que, los trabajadores ex-ante idénticos toman una decisión previa sobre su carrera laboral, como puede ser el proceso de formación o los estudios, que normalmente limitarán los sectores a los que uno puede acceder. Una vez que los desempleados han decidido a qué grupo de empresas mandar sus solicitudes, son libres de mandar cualquier número de las mismas, a un determinado coste por solicitud.

Las empresas con puestos vacantes recolectan estas solicitudes y en caso de haber recibido alguna, toman una de manera aleatoria y le mandan a ese desempleado una oferta salarial del tipo take-it-or-leave-it. Los desempleados reciben estas ofertas y, de entre ellas, aceptan la que les ofrezca un salario mayor, siempre que sea mayor que el salario de reserva.

Un ejercicio similar al que exponemos está realizado en Gautier y Moraga-González (2009), solo que en su caso se utilizó el modelo de negociación salarial ex-post expuesto en Albrecht, Gautier, Vroman (2006).

6.2 El Modelo

Consideremos una economía donde N agentes homogéneos están buscando un trabajo y V empresas no homogéneas ofrecen un puesto de trabajo por cada empresa.

Una proporción q de las empresas ofrecen trabajos de alta productividad, mientras que el restante ofrecen trabajos de baja productividad. N , V y q son parámetros exógenos al modelo y conocidos para todos los participantes del modelo, además de ser suficientemente grandes. Tanto V como N han de ser suficientemente grandes como para permitir las simplificaciones que consideraremos a la hora de calcular probabilidades.

Los trabajadores, los cuales, como hemos mencionado, son *ex-ante* idénticos, se dividen aleatoriamente entre aquellos que solo van a participar en el mercado de trabajos de alta productividad, que constituirán una proporción p del total, y aquellos que solo participarán en el mercado de trabajos de baja productividad. p es una variable endógena del modelo, que será solucionada igualando el beneficio esperado en los dos mercados. p puede ser considerada un equilibrio en estrategias mixtas por parte de un agente que decide en qué mercado buscar trabajo. Cada petición de trabajo realizada le genera un costo c al agente.

Cuando todas las peticiones de trabajo han sido realizadas, las empresas que reciben al menos una petición eligen una aleatoriamente, puesto que todas son idénticas, y realizan una oferta salarial W . Nótese que el valor de W y la identidad del trabajador seleccionado son información privada. Cada uno de los trabajadores reúne las ofertas recibidas y acepta la mayor de ellas, siempre y cuando la misma supere su salario de reserva \underline{w} .

En caso de que varias ofertas salariales máximas fueran iguales, el agente tomaría cualquiera de ellas aleatoriamente. Una oferta aceptada genera una conexión, de tal manera que el puesto es ocupado. Cada puesto ocupado genera un valor de producción de P_H para la empresa de alta productividad y de P_L para la empresa de baja productividad, donde

$$P_H > P_L. \tag{6.1}$$

En el presente modelo no permitiremos que los agentes se puedan coordinar en el número de solicitudes de trabajo enviadas, ni en la identidad de las empresas a las que mandan su petición. De igual manera, tampoco permitiremos que las empresas puedan coordinarse en la identidad de los agentes a quienes realizan una oferta de contrato, o en la cuantía de la oferta realizada.

Analizaremos un equilibrio simétrico en el que los agentes iguales se comportan de manera idéntica; es decir, las empresas de una determinada productividad se comportarán igual y los trabajadores, una vez decidan en qué sector van a buscar trabajo, se comportarán de manera idéntica entre sí.

Para ello, resolveremos las probabilidades que determinan la frecuencia relativa de las conexiones, para después obtener las decisiones óptimas de los agentes mediante inducción hacia atrás. Así, obtendremos la oferta salarial óptima de las empresas, el número de solicitudes de trabajo de los agentes, la proporción p que iguala el beneficio esperado entre los dos mercados y, por último, las características de cada uno de los mercados para el p de equilibrio.

Cabe resaltar que el proceso para obtener las funciones de distribución y la probabilidad de conexión son idénticas a lo establecido en Gautier y Moraga-González (2004) y la aportación se limita a la comparación entre sectores con distinta productividad y el establecimiento de la proporción de equilibrio de trabajadores en cada uno de ellos, lo cual es relevante para explicar las diferencias intersectoriales.

6.2.1. Construcción probabilística

En un equilibrio simétrico los agentes participantes en un mismo sector j , donde $j \in \{H, L\}$, realizarán un número de solicitudes S_j . El número de puestos en cada uno de los sectores está dado por V_j , donde

$$V_H = qV, \quad (6.2)$$

$$V_L = (1 - q)V. \quad (6.3)$$

Cada empresa del sector j , tiene una probabilidad S_j/V_j de recibir una solicitud de trabajo de un trabajador determinado y una probabilidad $(1 - S_j/V_j)$ de no recibirla. Si denominamos N_j el total de trabajadores de cada sector, por lo anteriormente descrito,

$$N_H = pN, \quad (6.4)$$

$$N_L = (1 - p)N. \quad (6.5)$$

Por lo tanto, una empresa del sector j no recibirá petición de trabajo alguna con probabilidad $(1 - S_j/V_j)^{N_j}$ y, en consecuencia, recibirá al menos una petición con probabilidad $1 - (1 - S_j/V_j)^{N_j}$, la probabilidad de que una petición fructifique en el sector j es

$$O_j(S_j, V_j, N_j) = \frac{V_j \left(1 - (1 - S_j/V_j)^{N_j} \right)}{S_j N_j}, \quad (6.6)$$

Misma que para una N_j suficientemente grande puede ser aproximada por:

$$O_j(S_j, \theta_j) = \frac{\theta_j \left(1 - e^{-S_j/\theta_j} \right)}{S_j}, \quad (6.7)$$

Donde $\theta_j = V_j/N_j$ describe la estrechez del mercado.

De manera similar, cada agente que realiza S_j solicitudes de trabajo en el sector j tiene una probabilidad $1 - (1 - O_j(S_j, \theta_j))^{S_j}$ de recibir al menos una oferta salarial. Puesto que cada agente con al menos una oferta salarial superior a su salario de reserva genera una conexión y, como veremos a continuación, todas las ofertas salariales son superiores al salario de reserva, el número total de conexiones es:

$$m_j(S_j, \theta_j) = N_j \left(1 - (1 - O_j(S_j, \theta_j))^{S_j} \right). \quad (6.8)$$

6.2.2. Oferta salarial de las empresas

Las empresas realizan una única oferta salarial a una de las solicitudes recibidas de manera aleatoria. Cada empresa anticipará el número de solicitudes realizadas, además del comportamiento del resto de empresas, y seleccionará el salario, Ω_{w_j} , que ofrece el mayor beneficio esperado,

$$\Omega_{w_j} = \arg.\max.\{ (p_j - w_j) F_j(w_j) \}, \quad (6.9)$$

Donde $(p_j - w_j)$ es el beneficio cuando la oferta salarial es w_j y $F_j(w_j)$ es la probabilidad de que tal oferta salarial sea aceptada por un agente en el sector j .

Una agente aceptará una oferta salarial si y solo si ésta es la máxima oferta salarial recibida. Ello implica que $F_j(w_j)$ es equivalente a la función de distribución acumulativa de la mayor oferta recibida por el resto de empresas. Dado que en el equilibrio simétrico las empresas eligen su oferta salarial de manera *ex-ante* idéntica dentro de cada sector, aunque el número del resto de ofertas sea desconocido, $F_j(w_j)$ puede ser construido para obtener el beneficio esperado de una oferta salarial. Para ello, consideraremos que el espacio de estrategias de una empresa del sector j es $B_j(w_j)$, donde $B_j(w_j)$ representa cualquier función de distribución sobre Ω_{w_j} .

De esta manera podemos construir $F_j(w_j)$ como:

$$F_j(w_j \leq w_j) = (1 - O_j(S_j, \theta_j))^{S_j-1} + \sum_{i=1}^{S_j-1} \binom{S_j-1}{i} O_j(S_j, \theta_j)^i (1 - O_j(S_j, \theta_j))^{S_j-1-i} B_j(w_j \leq w_j)^i, \quad (6.10)$$

Si $B_j(w_j)$ es continua en w_j , o como:

$$F_j(w_j \leq w_j) = F_j(w_j < w_j) + \sum_{i=1}^{S_j-1} \frac{1}{i} \binom{S_j-1}{i} O_j(S_j, \theta_j)^i (1 - O_j(S_j, \theta_j))^{S_j-1-i} B_j(w_j = w_j)^i, \quad (6.11)$$

Si $B_j(w_j)$ presenta una discontinuidad en w_j .

Nótese la equivalencia del problema con una subasta de primer precio a sobre cerrado donde el número de pujadores es desconocido pero es inferior a S_j y donde todos los pujadores valoran de manera idéntica el bien.

Lema 6.1. Cualquier oferta salarial ha de ser igual o mayor al salario de reserva \underline{w} y menor o igual al valor productivo del sector correspondiente p_j .

Prueba. Cualquier oferta salarial fuera del rango definido genera beneficios negativos y, en consecuencia, están dominados por la oferta salarial de reserva. #

Lema 6.2. La distribución $B_j(w_j)$ no puede tener ninguna discontinuidad y, por lo tanto, $F_j(w_j)$ tiene una única discontinuidad en el salario de reserva en cualquiera de los dos sectores, debido a la probabilidad de que un trabajador no reciba ninguna oferta.

Prueba. Si $B_j(W_j)$ presenta una discontinuidad para un valor salarial, ese valor no pertenece a Ω_{w_j} . Una oferta infinitesimalmente mayor genera un beneficio mayor, puesto que la discontinuidad en $F_j(W_j)$ incrementa notoriamente la probabilidad de aceptación. #

Estos dos resultados implican que $F_j(W_j)$ está dada por la expresión de la ecuación (6.10), la cual es equivalente a:

$$F_j(W_j) = ((1 - O_j(S_j, \theta_j)) + O_j(S_j, \theta_j)B_j(W_j))^{S_j-1}. \quad (6.12)$$

También implica que la probabilidad de que una empresa realice una oferta salarial específica es igual a 0, esto es, $B_j(w_j = W_j) = 0$.

Lema 6.3. La oferta salarial más baja es el salario de reserva y la probabilidad de ser aceptado es igual a la probabilidad de que sea la única oferta para ese trabajador.

Prueba. Si el salario de reserva no fuera la oferta más baja, la probabilidad de aceptación para la oferta más baja y para el salario de reserva serían equivalentes. Dado que $B_j(w_j = \underline{w}) = 0$, el salario de reserva solo es aceptado si no existe ninguna otra oferta.

Este último lema implica que:

$$F_j(\underline{w}) = (1 - O_j(S_j, \theta_j))^{S_j-1}. \quad (6.13)$$

Lema 6.4. La mayor oferta salarial \bar{w}_j ha de ser igual a $P_j - (P_j - \underline{w})(1 - O_j(S_j, \theta_j))^{S_j-1}$.

Prueba. El beneficio esperado es constante para todos los salarios en el conjunto Ω_{w_j} . El mayor salario tiene la seguridad de ser aceptado y genera un beneficio $(P_j - \bar{w})$. Este beneficio ha de ser igual a $(P_j - \bar{w})(1 - O_j(S_j, \theta_j))^{S_j-1}$, el beneficio esperado al ofrecer el salario de reserva \underline{w} . #

Lema 6.5. Si todas las empresas de un mismo sector emplean la misma distribución de ofertas salariales, entonces el dominio de $B_j(W_j)$ ha de coincidir con el de Ω_{w_j} , ha de ser convexo, compacto e incluir más de un valor.

Prueba. Las empresas de un sector j realizan ofertas salariales del conjunto Ω_{w_j} . Como las empresas son indiferentes entre todas las ofertas de este conjunto, pueden hacerlas de varios subconjuntos de Ω_{w_j} . Todas las empresas de un sector j han de otorgar una probabilidad positiva a todos los salarios de Ω_{w_j} .

Esto es cierto, puesto que si Ω_{w_j} contiene más de un valor, $(P_j - W_j)F_j(W_j)$ ha de ser idéntico para todos ellos. Como $F_j(W_j)$ no sufre de ninguna discontinuidad para valores superiores a \underline{w} , Ω_{w_j} ha de ser convexo. Si hubiera dos subconjuntos diferentes, cualquier valor intermedio los dominaría, puesto que tendrían la misma probabilidad de ser aceptados que el valor más bajo del conjunto superior y generarían mayor beneficio. Por lo tanto, $F_j(W_j)$ y $B_j(W_j)$ han de ser estrictamente crecientes para todos los valores en Ω_{w_j} .

El conjunto es compacto puesto que las ofertas salariales no pueden ser menores que \underline{w} , ni mayores que \bar{w} , estando los dos valores incluidos en el conjunto. El conjunto es convexo, acotado y cerrado, por lo que es compacto. Asimismo, el conjunto no puede estar constituido por un solo punto puesto que una oferta salarial infinitesimalmente superior generaría beneficios superiores.

Por lo tanto, Ω_{w_j} es un conjunto convexo donde:

$$(P_j - W_{ij})F_j(W_{ij}) = (P_j - W_{kj})F_j(W_{kj}) \quad \forall W_{ij}, W_{kj} \in \Omega_{w_j}. \quad (6.14)$$

Como $\underline{w} \in \Omega_{w_j}$ y $F_j(\underline{w}) = (1 - O_j(S_j, \theta_j))^{S_j-1}$, entonces:

$$F_j(W_j) = \frac{P_j - \underline{w}}{P_j - W_j} (1 - O_j(S_j, \theta_j)) \quad \text{para } W_j \in [\underline{w}, \bar{w}]. \quad (6.15)$$

Si combinamos las ecuaciones (15) y (13), $B_j(W_j)$ puede reescribirse como

$$B_j(W_j) = \frac{(1 - O_j(S_j, \theta_j))}{O_j(S_j, \theta_j)} \left(\left(\frac{P_j - \underline{w}}{P_j - W_j} \right)^{\frac{1}{S_j-1}} - 1 \right). \quad (6.16)$$

De esta manera, el comportamiento de cada empresa está caracterizado sobre una función de distribución continua sobre Ω_{w_j} . Por lo tanto, el salario de cada trabajador tiene una dispersión que varía para cada sector j , pero que es idéntica para los trabajadores participantes en cada sector.

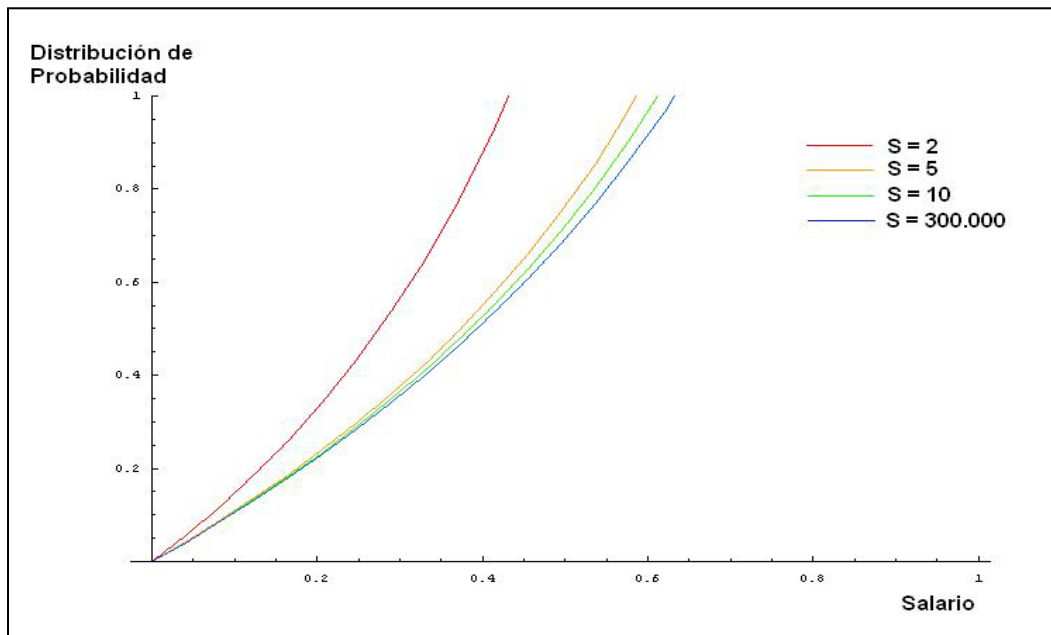
Las empresas reaccionan al número de solicitudes que los agentes envían. Si los agentes tan solo enviaran una petición, las empresas no tendrían incentivo alguno para ofrecerles nada más allá de su salario de reserva, en cualquiera de los dos sectores, independientemente de la productividad de cada uno. Un incremento del número de solicitudes traslada la distribución de ofertas salariales hacia la derecha, es decir se aumenta la probabilidad de recibir salarios mayores. De hecho una distribución salarial para un determinado número de solicitudes domina estocásticamente a todas aquellas distribuciones salariales para un menor número de solicitudes. En el límite la distribución de ofertas salariales converge a:

$$\lim_{S_j \rightarrow \infty} B_j(W_j) = \frac{1}{\theta_j} \ln \left(\frac{P_j - \underline{w}}{P_j - W_j} \right) \quad \text{para } W_j \in [\underline{w}, \bar{w}_j]. \quad (6.17)$$

Si los agentes enviaran un número de solicitudes infinito la probabilidad de recibir una petición se puede expresar mediante una distribución Poisson. Sin embargo, como veremos a continuación no es óptimo para los agentes enviar un número infinito de solicitudes.

Consideremos los siguientes ejemplos, para observar las distribuciones de las ofertas salariales óptimas en los respectivos sectores.

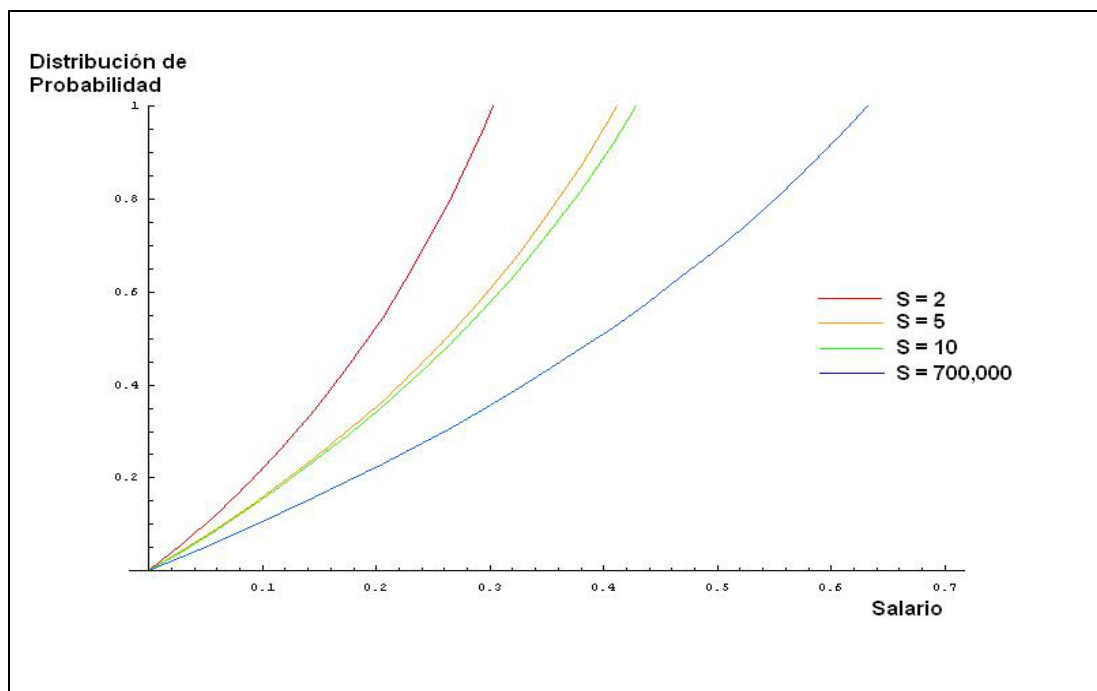
Gráfico 6.1 Distribución para la oferta salarial óptima en el sector de alta productividad ($P_H = 1$) para $N=1,000,000$; $V=1,000,000$; $p=q=0.3$ y $\underline{w} = 0$



Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, la distribución de las ofertas salariales de una empresa de baja productividad en la que la producción del trabajador fuera de 0.7 unidades y considerando que el 70% de los trabajadores se mantuviera en este sector estaría dada por el siguiente gráfico, donde se mantienen los colores de las curvas para el mismo número de solicitudes que en el anterior gráfico.

Gráfico 6.2 Distribución para la oferta salarial óptima en el sector de baja productividad ($P_L = 0.7$) para $N=1,000,000$; $V=1,000,000$; $p=q=0.3$ y $\underline{w} = 0$



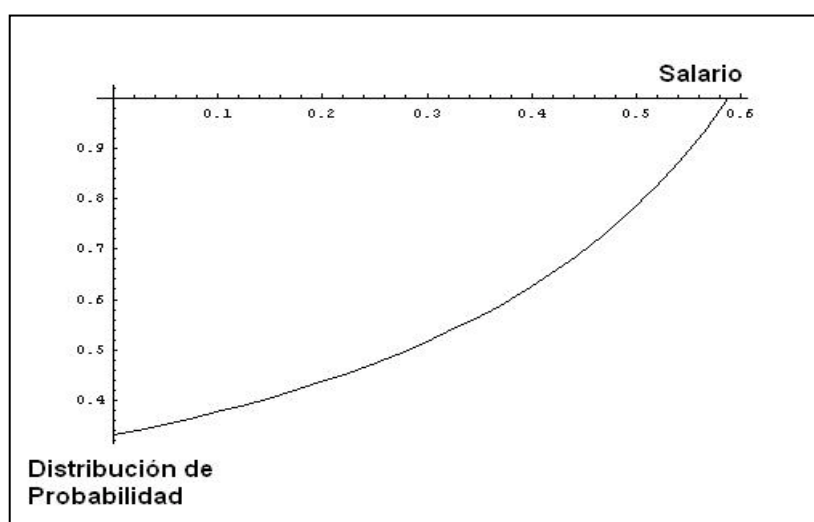
Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar, las distribuciones en el sector de baja productividad tienen un menor peso en los valores altos.

La mayor diferencia entre las distribuciones respectivas de 10 solicitudes de empleo y el número de solicitudes máxima se debe a dos factores: primero el número de solicitudes máxima es distinto en este ejemplo, puesto que la proporción de trabajadores en cada sector dista de ser idéntica.

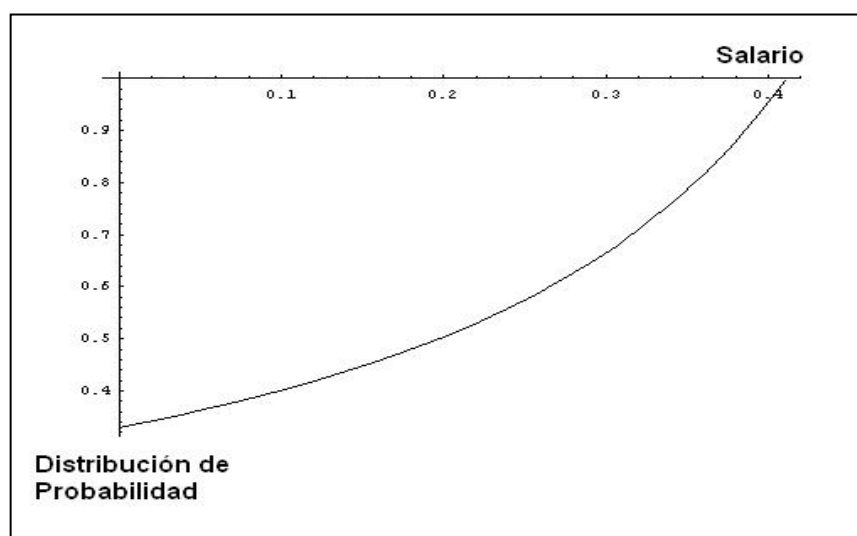
Pero además, el salto entre 10 solicitudes y el máximo es más importante en el sector de baja productividad, dado que como $q = 0.3$, hay más empresas a las que realizar solicitudes en ese sector. Asimismo, podemos expresar gráficamente la función de distribución del salario más alto percibido por un agente para unos valores específicos.

Gráfico 3. Distribución para la oferta salarial máxima recibida en el sector de alta productividad ($P_H = 1$) para $N=1,000,000$; $V=1,000,000$; $p=q=0.3$; $S_H = 5$ y $\underline{w} = 0$



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 4. Distribución para la oferta salarial máxima recibida en el sector de baja productividad ($P_L = 0.7$) para $N=1,000,000$; $V=1,000,000$; $p=q=0.3$; $S_L = 5$ y $\underline{w} = 0$



Fuente: Elaboración propia.

Obsérvese que la mayor oferta recibida se distribuye en salarios más bajos para el sector menos productivo.

No obstante, el número de solicitudes consideradas puede no ser óptimo, y se ha de considerar una proporción de trabajadores en cada sector de equilibrio, es decir, que iguale los salarios esperados entre los sectores; cuestiones que se resolverán en la próxima sección.

6.2.3. Esfuerzo de búsqueda

Como ya hemos explicado, la primera decisión que toman los agentes es en qué sector participar, con base en una estrategia mixta p , estableciéndose como equilibrio aquella p que iguale el beneficio esperado entre los dos sectores.

Una vez en el agente se ubica en un sector j , maximiza su beneficio esperado de acuerdo con S_j . Los agentes observan la estrechez del sector correspondiente, θ_j , y ofrecen su comportamiento óptimo en respuesta al número de solicitudes añadidas que ocurren en ese sector \bar{S}_j .

Las empresas realizan ofertas salariales con base en $B_j(W_j)$, que está relacionado con \bar{S}_j . Como los agentes están interesados en la oferta salarial más alta que reciban, calcularemos $H_j(W_j)$, la función de distribución acumulativa de la mayor oferta recibida, la cual puede simplificarse a:

$$F_j(W_j) = ((1 - O_j(\bar{S}_j, \theta_j)) + O_j(\bar{S}_j, \theta_j)B_j(W_j))^{S_j} - (1 - O_j(\bar{S}_j, \theta_j))^{S_j}. \quad (6.18)$$

Si tenemos en cuenta que los agentes en caso de no recibir ninguna oferta de las empresas obtendrían su salario de reserva y sustituimos $B_j(W_j)$, podemos obtener la función de distribución acumulativa asociada a un número S_j de solicitudes, que es:

$$R_j(W_j) = ((1 - O_j(\bar{S}_j, \theta_j))^{S_j} \left(\frac{P_j - W_j}{P_j - W_j} \right)^{\frac{S_j}{\bar{S}_j - 1}}). \quad (6.19)$$

De esta manera podemos obtener la función de densidad de la mayor oferta salarial percibida por un agente, esto es

$$r_j(W_j) = \frac{S_j}{\bar{S}_j - 1} ((1 - O_j(\bar{S}_j, \theta_j))^{S_j} \left(\frac{P_j - W_j}{P_j - W_j} \right)^{\frac{S_j}{\bar{S}_j - 1}} \frac{1}{P_j - W_j}). \quad (6.20)$$

Por lo tanto, el problema de un agente es:

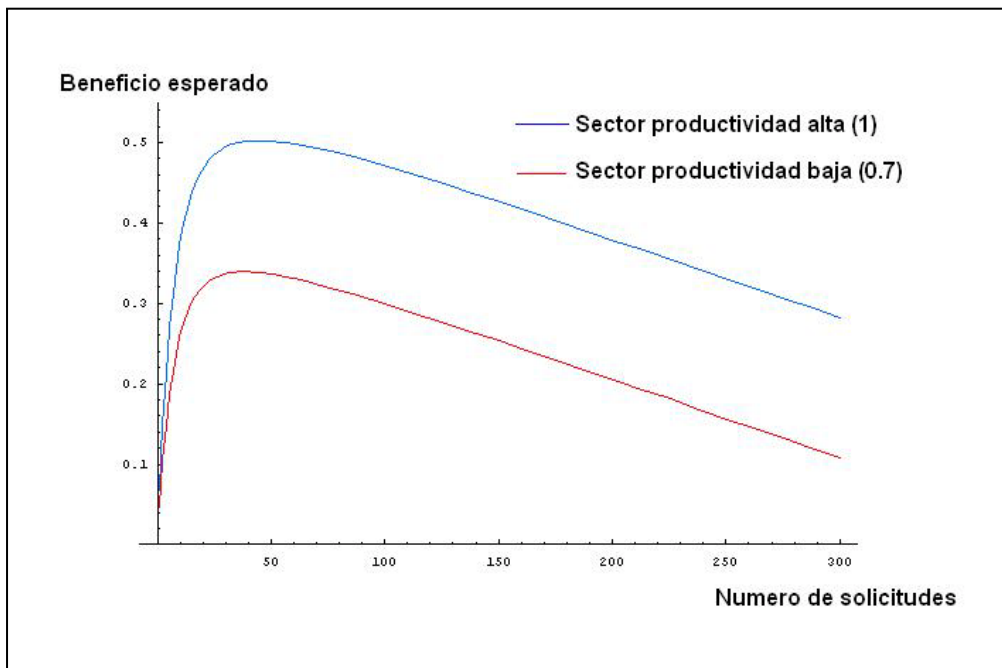
$$\text{Max}_{S_j} \int_w^{P_j - (P_j - W_j)(1 - O_j(\bar{S}_j, \theta_j))^{\bar{S}_j - 1}} W_j r(W_j) dW_j - S_j c, \quad (6.21)$$

Que puede ser reescrito como:

$$\text{Max}_{S_j} \left(P_j - \frac{S_j(P_j - \underline{w})(1 - O_j(\bar{S}_j, \theta_j))^{\bar{S}_j - 1} - ((\bar{S}_j - 1)P_j - S_j \underline{w})(1 - O_j(\bar{S}_j, \theta_j))^{S_j - 1}}{1 + S_j - \bar{S}_j} \right) - S_j c. \quad (6.22)$$

A modo de ejemplo podemos ofrecer una representación gráfica de la función objetivo de este problema de maximización para cada uno de los sectores considerados.

Gráfico 6.5 Beneficio esperado del trabajador en cada sector para $N=1,000,000$; $V=1,000,000$; $p=q=0.3$; $\bar{S}_j = 5$, $c=0.001$ y $\underline{w} = 0$



Fuente: Elaboración propia.

En este gráfico podemos observar que, para cualquiera de los dos sectores considerados, la función objetivo presenta un máximo global.

A pesar de que no se muestra el gráfico para un número de solicitudes mayor de 300, el beneficio esperado continúa decreciente con respecto al número de solicitudes.

Para un número de trabajadores equivalente al número de empresas de cada sector, dada la más beneficiosa distribución salarial para los trabajadores en el sector de alta productividad, los trabajadores realizan un número mayor de solicitudes en dicho sector.

De este problema podemos extraer la condición de primer orden y la condición de simetría dentro de cada sector ($S_j = \bar{S}_j$) y obtenemos:

$$(S_j - 1)((1 - O_j(S_j, \theta_j))^{S_j}) \left(\frac{(P_j - \underline{w})O_j(S_j, \theta_j)}{1 - O_j(S_j, \theta_j)} - \left(P_j - \underline{w} \frac{S_j}{S_j} \right) - \left(\ln((1 - O_j(S_j, \theta_j))^{-1}) \right) \right) = c. \quad (6.23)$$

Esta condición, para la cual no podemos ofrecer una solución algebraica, puede ser fácilmente solucionada mediante el empleo de software de cálculo.

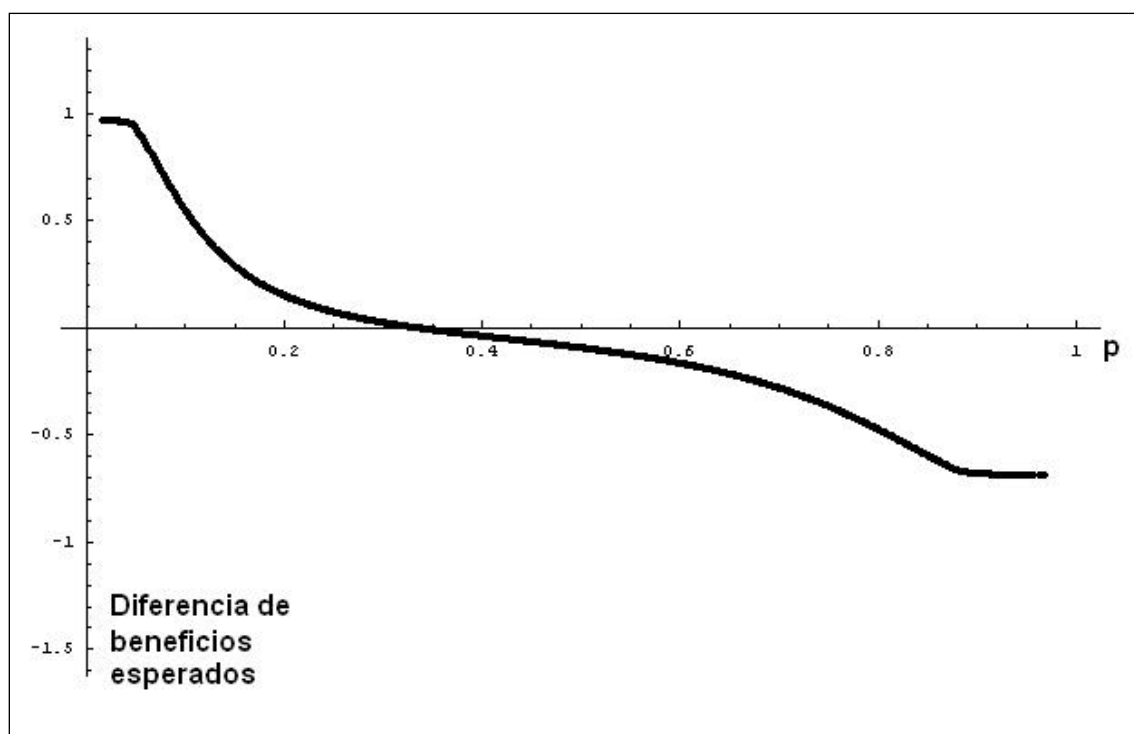
Hemos procedido de esta manera para computar el número óptimo de solicitudes, mismo que depende de la proporción de trabajadores en cada sector.

Una mayor proporción de trabajadores en un sector incrementa la competencia en el mismo y permite a las empresas ofrecer distribuciones salariales con un menor peso en sus valores más altos.

Una vez computa el equilibrio para cada sector se puede establecer su relación con la proporción (p) de trabajadores que decidirán realizar sus solicitudes en el sector de alta productividad.

Para que esta proporción sea, en equilibrio, menor que 1, es necesario que la productividad total en el sector de baja productividad, menos el costo de realizar dos solicitudes, sea mayor que el beneficio esperado de los trabajadores en el sector de alta productividad en el caso de que p sea igual a 1.

Gráfico 6.6 Diferencia entre el beneficio esperado recibido en el número de solicitudes óptimas en el sector de alta productividad y el de baja para $N=1,000,000$; $V=1,000,000$; $q=0.3$; $c=0.001$ y $\underline{w}=0$.



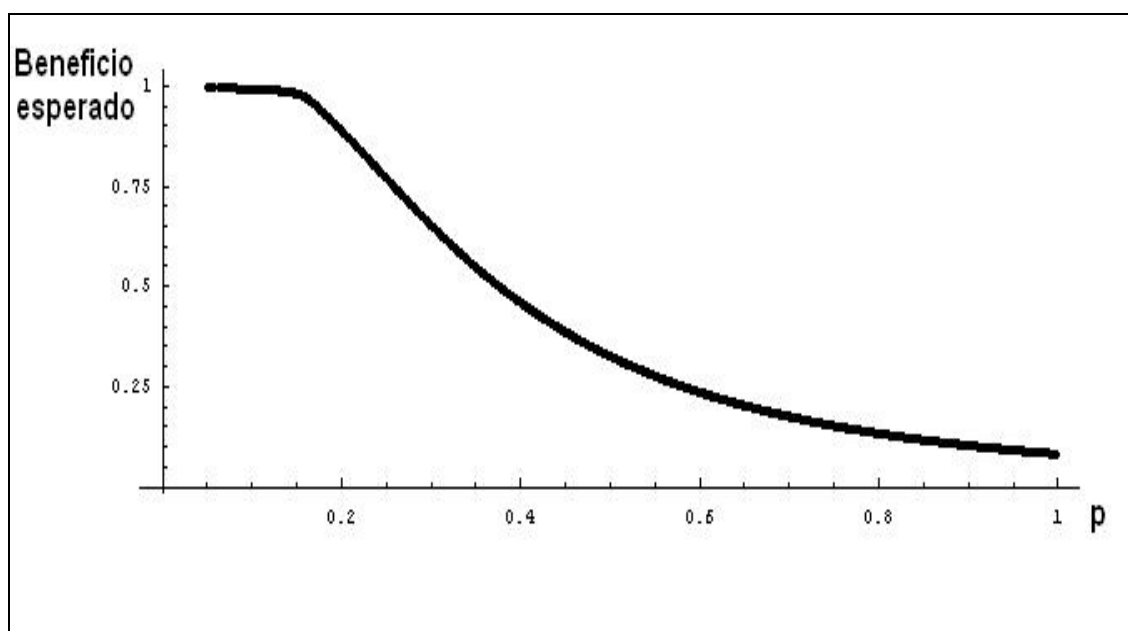
Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en caso de que el número de trabajadores en el sector de alta productividad es suficientemente bajo, valores menores de p , el beneficio esperado en el óptimo simétrico es superior en dicho sector.

Por el contrario si el número de trabajadores en el sector de alta productividad es alto, valores mayores de p , entonces la competencia en ese sector es relativamente mayor que en el sector de baja productividad y la diferencia en beneficio esperado resulta favorable a este último sector.

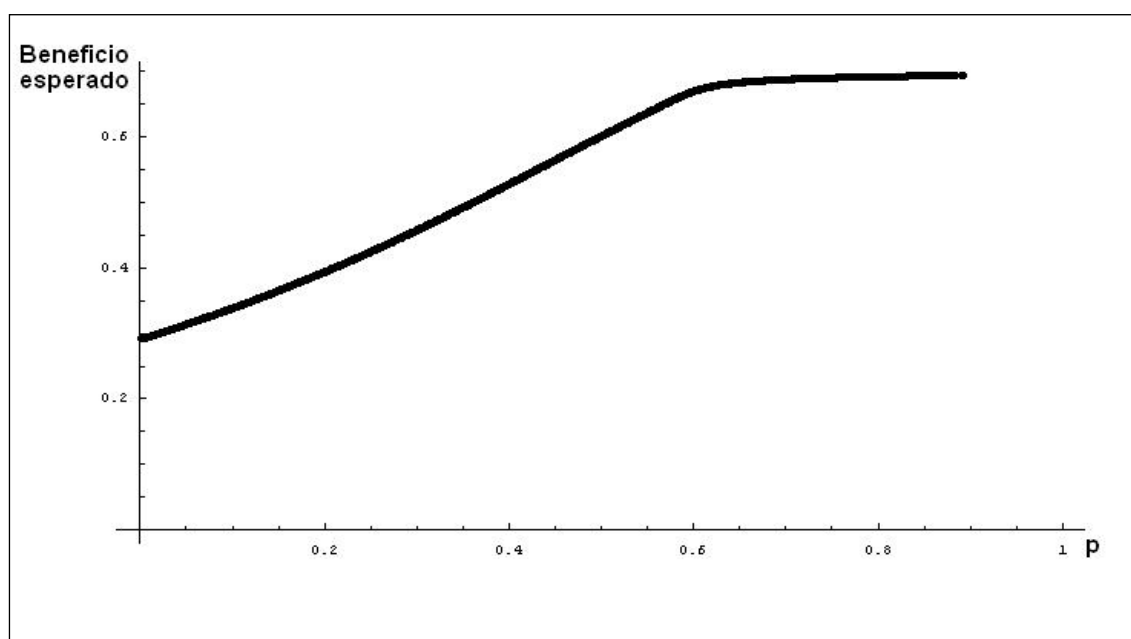
De lo anterior, podemos acotar los valores y establecer que la proporción para la cual los beneficios esperados son iguales entre sectores es cercana al 33.35% de trabajadores en el sector productivo, manteniéndose el resto en el sector menos productivo. El gráfico 6.6 es el resultante de la comparación entre los valores que presentamos a continuación, el beneficio esperado del trabajador, en su decisión óptima y simétrica, en el sector de alta y baja productividad respectivamente.

Gráfico 6.7 Beneficio esperado recibido en el número de solicitudes óptimas en el sector de alta productividad $P_H = 1$ para $N=1,000,000$; $V=1,000,000$; $q=0.3$; $c=0.001$ y $\underline{w} = 0$



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 6.8 Beneficio esperado recibido en el número de solicitudes óptimas en el sector de baja productividad $P_L = 0.7$ para $N=1,000,000$; $V=1,000,000$; $q=0.3$; $c=0.001$ y $\underline{w} = 0$



Fuente: Elaboración propia.

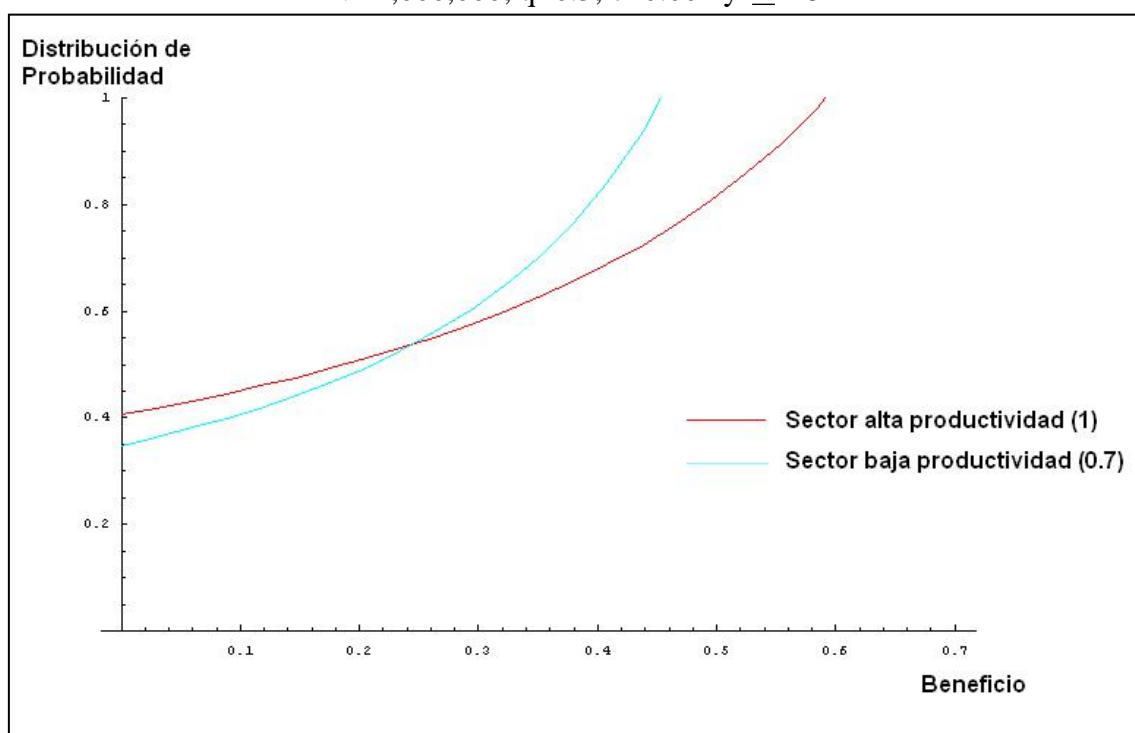
Adviértase cómo el beneficio esperado en cada uno de los dos sectores es mayor cuanto menor es el número de trabajadores en el sector correspondiente: menor p en el caso del sector de alta productividad, mayor p en el caso del sector de baja productividad.

Los trabajadores incrementan su presencia relativa respecto al número de empresas en el sector más productivo, puesto que para un mismo número de solicitudes, como hemos visto, la distribución del beneficio les es más favorable.

Sin embargo, este incremento de su presencia implica que la competencia en el sector de baja productividad sea menor y, por lo tanto, sea más sencillo encontrar trabajo.

Este hecho es notorio si comparamos la distribución de probabilidad del beneficio en cada sector para los valores de equilibrio obtenidos.

Gráfico 6.9 Distribución del beneficio en el equilibrio de ambos sectores para $N=1,000,000$; $V=1,000,000$; $q=0.3$; $c=0.001$ y $\underline{w}=0$



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 6.9 podemos observar los cortes de cada función de distribución con el eje de ordenadas, que presentan el porcentaje de desempleo en cada sector.

Por lo tanto, el sector de mayor productividad sufre de un mayor porcentaje de desempleo e, incluso, un mayor porcentaje de trabajadores en el sector (teniendo en cuenta los desempleados) con un beneficio relativamente bajo.

Sin embargo, como podemos ver en el gráfico también existen mejores oportunidades salariales en el sector de alta productividad.

Asimismo podemos constatar que no existe una relación de dominio estocástico entre las distribuciones.

Si bien las distribuciones son diferentes el beneficio esperado en ambos sectores es idéntico por condición de equilibrio, de forma que los efectos de las variables anteriormente mencionadas se compensan entre sí.

6.3 Conclusiones

En este capítulo, mediante la construcción de un modelo de matching endógenamente estocástico, basado en el trabajo de Gautier y Moraga-González, podemos exponer un mecanismo de selección y negociación salarial, mediante el cual los trabajadores ex-ante idénticos se distribuyen en dos mercados laborales con características diferentes, aunque retornos esperados idénticos en equilibrio.

Es perfectamente plausible observar índices de desempleo dispares entre sectores, sin que eso implique una decisión subóptima por parte del trabajador ni heterogeneidad en los mismos.

La diferencia entre sectores es igualmente relevante en la distribución del retorno, como en la distribución salarial, de forma que es factible encontrar trabajadores en el sector menos productivo que cobren un salario superior a algunos de los trabajadores del sector más productivo.

Referencias

Albrecht, J. W., Gautier, P. A., Vroman, S. B., (2003), "Matching with multiple applications", *Economics Letters*, Vol. 78, pp. 67-70.

Albrecht, J. W., Gautier, P. A., Vroman, S. B., (2006), "Equilibrium directed search with multiple applications", *Review of Economic Studies*, Vol. 73, pp. 869-891.

Albrecht, J. W. Tan, S. Gautier, P. A. Vroman, S. B., (2004), "Matching with multiple applications revisited", *Economics Letters*, *Economics Letters*, Vol. 84, pp. 311-314.

Blanchard, O. J., Diamond, P., (1994), "Ranking, unemployment duration, and wages", *Review of Economic Studies*, Vol. 61, pp. 417-434.

Butters, G., (1977), "Equilibrium distribution of sales and advertising prices", *Review of Economic Studies*, Vol. 44, pp. 461-491.

Gautier, P. A., Moraga Gonzalez, J. L., (2004), "Strategic wage setting and coordination frictions with multiple applications", Tinbergen Institute discussion paper 2004-063/1, pp. 48.

Gautier, P. A., Wolthoff, R. P. (2009), "Simultaneous search with heterogeneous firms and ex-post competition", *Labour Economics*, Vol. 16, pp. 311-319.

Hall, R., (1979), "A theory of the natural unemployment rate and the duration of unemployment", *Journal of Monetary Economics*, Vol. 5, pp. 153-169.

Lang, K. (1991), "Persistent wage dispersion and involuntary unemployment", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 106, 181-202.

Montgomery, J. D., (1991), "Equilibrium wage dispersion and interindustry wage differentials", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 106, pp. 163-179.

Petrongolo, B., Pissarides, C. A., (2001), "Looking into the black box: A survey of the matching function", *Journal of Economic Literature*, Vol. 39, pp. 390-431.

Pissarides, C. A., (1979), "Job matching with state employment agencies and random search", Vol. 89, pp. 818-833.

Viianto, L. A. (2010), "Wage bargaining in a multiple application search model with recall", *Universidad de Guanajuato, Department of Economics and Finance Working Papers EC201001*.

Capítulo 7

On testing for a stochastic unit root in financial time series: The case of a bilinear unit root process

Julio Afonso

J.Afonso

Universidad de la Laguna, Departamento de Economía de las Instituciones, Estadística Económica y Econometría. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Campus de Guajara. Camino La Hornera s/n 38071. San Cristóbal de la Laguna. Tenerife. Islas Canarias.

jafonsor@ull.es

M.Ramos, F.Miranda (eds.) *Optimización-Estocástica-Recursiva-Coherente-Sistémica y sus variantes (probabilidad, econometría y estadística aplicada)*, Temas Selectos de Optimización-©ECORFAN-Santiago de Compostela, España, 2012.

Abstract

This paper considers a particular member of the class of stochastic (or randomized) unit root (STUR) process given by a simple bilinear process with a unit root. Under a certain reparameterization of the bilinear parameter, we use the recently proposed stochastic limit for this process to show the consistency of some commonly used nonparametric tests of the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root under this form of nonstationarity, other than difference stationarity. Also, as an alternative to the existing pseudo T-ratio test for the null of a fixed unit root against a bilinear unit root, we propose a new testing procedure based on a simple modification of the KPSS test statistic that has the advantage to allow for more general forms of the deterministic component and that seems to have good size and power in finite samples to discriminate between a fixed (or linear) and a bilinear unit root. We derive the asymptotic null and alternative distributions and also we present an application to the series of log-prices of some stock market indexes with distinct time frequencies: IBEX 35, SP500, and Dow Jones Composite Average (daily), and CAC40 (weekly).

7 Introduction

In recent years there has been an active and increasing research on the generalization and extension of the concept of nonstationarity around the central case of a random walk, $I(1)$ or fixed unit root process. Since the contributions of McCabe and Tremayne (1995), Leybourne, McCabe and Tremayne (1996), Leybourne, McCabe and Mills (1996) and Granger and Swanson (1997) introducing the so-called stochastic (or randomized) unit root processes, there has been many different contributions that consider this family of processes as a plausible alternative to the standard case of $I(1)$ processes and as a possible explication to the rejection of the $I(1)$ evidence in many empirical studies. In this paper we consider one particular member of this family of global nonstationary processes, that can be partially or locally stationary, that has very interesting properties and can be called the bilinear unit root (BLUR) process. This process is the nonstationary version of the diagonal bilinear process of order one, $BL(1,0,1,1)$. We study the behaviour and properties (size and power) of several unit root and stationarity tests in the proximity of a perfect, or fixed, unit root given by a BLUR process with weak bilinear effect as has been defined and analyzed by Lifshits (2006). Given the main conclusions of this analysis, we propose a new semi-nonparametric test statistic to distinguish between a fixed and a bilinear unit root, complementing the existing test proposed by Charemza et.al. (2005) but with a very different approach.

The structure of the paper is as follows. Section 7.2 introduces the general framework to our analysis, with initial attention to the distinction between the particular cases of stationarity and nonstationarity defined in the usual way as $I(0)$ and $I(1)$ processes. Section 7.3 introduces the case of a nonlinear nonstationary process, the bilinear unit root (BLUR) process, which falls within the class of STUR processes, but that with suitable normalization (weak BLUR) have a closed-form limiting representation that includes, as a particular case, the fixed unit root process. This section also includes the study of the consistency and asymptotic distribution under weak BLUR of some widely used semi-nonparametric residual-based tests for the null hypothesis of stationarity against the alternative of a fixed unit root, and we will show that these test statistics have nontrivial power against this form of nonstationarity. Section 7.4 introduces a new test procedure to consistently distinguish between a fixed and a stochastic unit root when the alternative is a (weak) BLUR process. Section 7.5 present a small application of this new test procedure. Finally, all the proofs are collected in the appendixes.

7.2. A unified framework for semi-nonparametric residual-based tests for stationarity and for a fixed unit root

At a starting point we consider a generalized version of an unobserved components model for the observed time series $(Y_t, t \in \mathbb{N})$ given by:

$$Y_t = d_t + \eta_t \quad t = 1, 2, \dots, n \quad (7.2.1)$$

$$\eta_t = \alpha_t \eta_{t-1} + \varepsilon_t \quad (7.2.2)$$

Where d_t contains the deterministic trend components, while equation (7.2.2) considers a very general structure for the stochastic trend component η_t that determines the stochastic nature and memory properties (persistence) of Y_t .⁴³ Under stationarity of the sequence ε_t , we have that the condition for stationarity⁴⁴ (or I(0)) of Y_t is given by $\alpha_t = \alpha$ for all $t = 1, \dots, n$, with $|\alpha| < 1$, while that if $\alpha_t = 1$ for all $t = 1, \dots, n$, then η_t is a random walk (or I(1)) process driven by a stationary innovation process, with Y_t being nonstationary as well. There are some possible intermediate situations between I(0) and I(1) when α_t varies (deterministically or randomly) between 1 and any value $|\alpha| < 1$ through the whole sample, or even eventually when takes a value $|\alpha| > 1$ which gives the explosive case. In the next section we consider this last situation described by a stochastic process α_t , with $E[\alpha_t] = 1$ and $\text{Var}[\alpha_t] \geq 0$ which is generally called a stochastic (or randomized) unit root (STUR) process. For this reason, in what follows, we introduce the notion of a fixed unit root, as opposed to the case of a stochastic unit root process, in the standard I(1) case described above or, equivalently, when $\text{Var}[\alpha_t] = 0$. This STUR specification will be the main topic in the next two sections of the paper, where will be considered as an alternative and a generalization to both stationarity and the fixed unit root cases. These STUR processes can arise naturally in economics and in finance. Gonzalo and Lee (1998) find that a stochastic autoregressive unit root characterizing the behaviour of the consumption can arise when assuming a quadratic utility in the solution to a problem of maximization of the utility function, while that Charemza et.al. (2005) find a theoretical motivation for the particular case of a bilinear unit root process (to be introduced and defined later) from a simple generalization of a model of speculative behaviour characterizing the formation of the dividend-adjusted logarithms of prices of shares. Also, from the econometric point of view, the stochastic process (7.2.2) can generate a wide range of interesting processes for describing the behaviour of many economic and financial time series. In particular, under very general conditions on the sequence $(\alpha_t, \varepsilon_t)$ we have that $E_t \eta_t = E(\alpha_t) \eta_{t-1} + E(\varepsilon_t) = E(\alpha_t) \eta_{t-1}$, and:

$$\text{Var}_t \eta_t = E(\varepsilon_t)^2 + E[(\alpha_t - E(\alpha_t))]^2 \eta_{t-1}^2$$

Where this conditional variance can be seen as a very general form of an ARCH-type model, that is a very widely used model for capturing some of the well known stylized facts of many economic and financial series.

⁴³ There are some other possible representations for this kind of models in this context, but they do not represent any fundamental difference from the one considered here. One possibility could be to introduce a separation between the sources of stationarity and nonstationarity, such as $Y_t = d_t + \zeta_t$, where $\zeta_t = \eta_t + u_t$ with η_t as in (2.1) and (u_t, ε_t) a stationary sequence with $\text{Var}[\varepsilon_t] = \sigma_\varepsilon^2 \geq 0$, so that $\sigma_\varepsilon^2 = 0$ corresponds to the stationarity case irrespective of the particular structure of η_t .

⁴⁴ Strictly speaking, we have that with $d_t = 0$ the sequence Y_t is stationary around the deterministic trend component, d_t , which can be called trend or deterministic stationarity.

To complete the initial specification of our model, we next introduce two standard assumptions concerning the structure and behaviour of the deterministic and stochastic components d_t and ε_t .

Assumption 7.2 Deterministic component: We assume that the deterministic component is given by a p th-order polynomial trend function, that is $d_t = \tau'_{t,p} \beta_p$, with $\tau_{t,p} = (1, t, \dots, t^p)'$, $\beta_p = (\beta_{0,p}, \beta_{1,p}, \dots, \beta_{p,p})'$, and $p \geq 0$. This general formulation may accommodate many other possible forms of the trend function, such as incorporating a systematic (abrupt or gradual) break in the polynomial time trend, that is $d_t = \lambda \tau'_{t,p} \beta_{pt}$ (with $\beta_{pt}(\lambda) = \beta_{1p} + h_t(\lambda) \beta_{2p}$, where $h_t(\lambda) = I(t > [n\lambda])$ is the usual indicating function and relative break-point $\lambda \in \Lambda = (0, 1)$,⁴⁵ or even models with continuous change in the mean or multiple discontinuous changes. In any case, it is assumed that there exist a diagonal, non-stochastic and non-singular weighting matrix, Γ_n , such that $\Gamma_n \cdot \tau_{t,p} = \tau_p(\frac{t}{n}) \rightarrow \tau_p(r)$ uniformly over $r \in [0, 1]$ as $n \rightarrow \infty$, with $\tau_p(r)$ a continuously differentiable function on $[0, 1]$, for all $(t-1)/n < r \leq t/n$, $t = 1, \dots, n$. This assumption implies that the limiting terms in $\tau_p(r)$ are of bounded variation. In the leading case of a p th-order polynomial trend function, $p \geq 0$, we have $\Gamma_n = \text{diag}(1, n^{-1}, \dots, n^{-p})$, and $\tau_p(r) = (1, r, \dots, r^p)' \in [0, 1]^{p+1}$.

Assumption 7.2 Error term: Let us consider that the zero mean error sequence ε_t satisfies either of the two following conditions:

(a) $\varepsilon_t, t \in \mathbb{N}$ is a stationary process with finite variance $E[\varepsilon_{0t}^2] = \sigma^2 < \infty$ and appropriate memory restrictions that ensure a necessary invariance principle, such as:

$$n \varepsilon^{1/2} \sum_{t=1}^{[nr]} B(r) \Rightarrow \sigma W(r), \quad \sigma^2 = \lim_{k \rightarrow \infty} E \left[\sum_{k=-\infty}^{\infty} \varepsilon_k \varepsilon_{k+1} \right] \quad (7.2.3)$$

With $W(r)$ a standard Brownian motion process, or:

(b.1) $(\varepsilon_t, t \in \mathbb{N})$ are iid random variables with $E[\varepsilon_{0t}^2] = \sigma^2 < \infty$, and $E[|\varepsilon_0|^m] < \infty$ for some $m > 2$.

(b.2) $(\varepsilon_t, F_t, t \in \mathbb{N})$, $F_t = \sigma(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_t)$, is a martingale difference sequence (MDS) with $E_t \varepsilon_t^2 = \sigma^2 < \infty$ for all t , $\sup_{t \in \mathbb{N}} E_t \|\varepsilon_t\|^m < \infty$ a.s. for some $m > 2$.

Remark 7.1 Under Assumption 2.b (with either b.1 or b.2), the result (7.2.3) follows trivially from the invariance principle of McLeish (1975), with the long-run variance (LRV) $\sigma_\infty^2 = \sigma_\varepsilon^2$, while that Assumption 2.a covers many commonly used situations where it is introduced a particular set of conditions controlling both temporal dependence and heterogeneity in the innovation process.

⁴⁵ Observe that this compact specification is equivalent to consider $d_t = \lambda \tau'_{t,p} \beta_{1p} + \tau'_{t,p} \beta_{2p}$, with $\tau'_{t,p}(\lambda) = \tau'_{t,p} \cdot h_t(\lambda)$. Another equivalent parameterization, that introduce the separation between both regimes, is given by considering $d_t = \lambda \tau'_{t,p} \beta_{1p} + (1-\lambda) \tau'_{t,p} \beta_{2p}$, with $\tau'_{t,p}(\lambda) = \tau'_{t,p} \cdot \bar{h}_t(\lambda)$, $\bar{h}_t(\lambda) = 1 - h_t(\lambda) = I(t \leq [n\lambda])$, and $\alpha_p = \beta_{1p} + \beta_{2p}$.

Two of the most common set of conditions are the linear process (LP) (cf. Phillips and Solo (1992)) driven by iid or MDS innovations, and the strong mixing (see, e.g., Phillips (1987)) with mixing coefficients of size $m/(m-2)$, for some $m > 2$. These two conditions allow for a wide variety of possible generating mechanisms for the sequence ε_t , including all Gaussian and many other stationary finite order ARMA models under very general conditions on the underlying errors.

Also, Assumption 2b.2 determines that, with $m > 4$ and for all $k \geq 1$, then it is verified the following joint invariance principle for sample covariances:

$$\begin{pmatrix} n^{-1/2} \sum_{t=1}^{[nr]} \varepsilon_t^2 & 2 \\ n\varepsilon^{-1/2} \sum_{t=1}^{[nr]} \varepsilon_t \varepsilon_{t+k} \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} \kappa_\varepsilon W_0(r) \\ \sigma_\varepsilon^2 W_k(r) \end{pmatrix}$$

With $\kappa_\varepsilon^2 = E[(\varepsilon_t^2 - \sigma_\varepsilon^2)^2]$, and $W_0(r)$, $W_k(r)$ two standard independent Brownian motion processes. Under a more general dependence setting, as in Assumption 2.a based on a LP with iid innovations, it is verified a similar result, as can be seen in, e.g., Phillips and Solo (1992) and Ibragimov and Phillips (2008).

All the test procedures that we analyse in this paper are based on OLS detrended observations, that is:

$$\hat{\eta}_{t,p} = Y_t - \tau'_{t,p} \hat{\beta}_{p,n} = \eta_t - \tau'_{t,p} (\hat{\beta}_{p,n} - \beta_p) = \eta_t - n^{-\nu} \tau'_p \left(\frac{t}{n}\right) [n^\nu \Gamma_n^{-1} (\hat{\beta}_{p,n} - \beta_p)] \quad (7.2.4)$$

With:

$$n^\nu \Gamma_n^{-1} (\hat{\beta}_{p,n} - \beta_p) = \mathbf{Q}_{n,p}^{-1} n^{-(1-\nu)} \sum_{j=1}^n \tau_p \left(\frac{j}{n}\right) \quad (7.2.5)$$

The suitable normalized OLS bias of the estimator of the trend parameter vector β_p in (7.2.1), with:

$$\mathbf{Q}_{n,p} = \mathbf{\Pi}^{-1} \sum_{j=1}^n \tau_p \left(\frac{j}{n}\right) \tau_p \left(\frac{j}{n}\right)' \Rightarrow \mathbf{F} = \int_0^1 \tau_p(s) \tau_p'(s) ds \quad (7.2.6)$$

Where convergence follows from Assumption 1 as $n \rightarrow \infty$ with $\mathbf{Q}_p > 0$. The scaling factor ν in the last expression of (2.4) can take the values $\pm 1/2$ depending on whether we consider the stationarity or nonstationarity (fixed unit root) case.

Remark 7.2 The case of no deterministic component, that is when $d_t = 0$ in (7.2.1), is also covered by this results simply by considering $\hat{\eta}_{t,p} = Y_t = \eta_t$. When $p = 0$, we have the usual demeaned observations, while that $p = 1$ represents the case of demeaned and linearly detrended observations. Because the extension to the case of higher orders of the polynomial trend function does not pose any additional restriction, we will maintain this general formulation.

Next we consider three closely-related semi-nonparametric test statistics proposed to testing the null hypothesis of stationarity, $\alpha_t = \alpha \forall t = 1, \dots, n$, with $|\alpha| < 1$, against the alternative of a fixed unit root, that is, $\alpha_t = 1 \forall t = 1, \dots, n$.

Each of them explode the fact that under the I(1) alternative we must expect a excessive fluctuation in the residual sequence (7.2.4), given that $\hat{\eta}_{t,p} = O_p(\sqrt{n})$ in this case, to consistently distinguish between these two types of behaviour.

These test statistics are the following:

$$\hat{M}_{n,p}(q_n) = \frac{1}{n \cdot \hat{\omega}_{n,p}^2(q_n)} \sum_{t=1}^n \hat{v}_{t,p}^2 \quad (7.2.7)$$

$$v\hat{S}_{n,p}(q_n) = \frac{1}{n \cdot \hat{\omega}_{n,p}^2(q_n)} \left\{ \sum_{t=1}^n \hat{v}_{t,p}^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{t=1}^n \hat{v}_{t,p} \right)^2 \right\} = \hat{M}_{n,p}(q_n) - \frac{1}{\hat{\omega}_{n,p}^2(q_n)} \left(\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \hat{v}_{t,p} \right)^2 \quad (7.2.8)$$

And:

$$\hat{K}\hat{S}_{n,p}(q_n) = \max_{t=1, \dots, n} \frac{1}{\hat{\omega}_{n,p}(q_n)} \left| \hat{v}_{t,p} - \frac{t}{n} \hat{v}_{n,p} \right| \quad (7.2.9)$$

With $\hat{v}_{t,p} = n^{-1/2} \hat{\eta}_{t,p} = n^{-1/2} \sum_{j=1}^t \hat{\eta}_{j,p}$ the scaled partial sum of OLS residuals. The test statistic (7.2.7) is the widely known as KPSS statistic proposed by Kwiatkowski et.al. (1992), while (7.2.8) is the rescaled variance-ratio test statistic proposed by Giraitis et.al. (2003). This two test statistics measure a excessive fluctuation in the residual sequence through a Cramér-von Mises metric, while the CUSUM-type test statistic (7.2.9) is the one proposed by Xiao (2001) that uses the Kolmogorov-Smirnov measure of fluctuation. In these three cases, a rejection of the null hypothesis of stationarity is registered for large values of the estimated test statistic when compared with the proper critical values from its non-standard null limiting distributions. In (7.2.7)-(7.2.9) $\hat{\omega}_{n,p}^2(q_n)$ is a consistent estimator of the long-run variance of the sequence η_t under the null hypothesis of stationarity, usually a kernel nonparametric estimator of the form:

$$\hat{\omega}_{n,p}^2(q_n) = \sum_{k=-q_n}^{q_n} w(k/q_n) \hat{\gamma}_{n,p}(k) \quad (7.2.10)$$

Where $\hat{\gamma}_{n,p}(k) = n^{-1} \sum_{t=k+1}^n \hat{\eta}_{t,p} \hat{\eta}_{t-k,p}$ is the k -lag sample residual autocovariance, q_n is the bandwidth parameter that must satisfy certain upper bounding condition when depends on the sample size, and $w(\cdot)$ is the kernel or weighting function⁴⁶. Under the stationarity assumption, and by standard application of the weak LLN, we have that $\hat{\omega}_{n,p}^2(q_n) \rightarrow^p \sigma_\infty^2 = \sigma_\infty^2(1-\alpha)^2$ whenever the sample size-dependent bandwidth parameter q_n verify the condition $q_n = O_p(n^{1/2-a})$, with $0 < a < 1/2$, where the O_p is used to cover the cases where it is estimated from data. We also consider, for purpose of comparison of the results in the next section, a test procedure of the reverse hypothesis, that is I(1) against I(0), that uses the same idea and information that the above stationarity tests. This is the Breitung's (2002, 2003) test for a unit root based on a semi-nonparametric variance-ratio test statistic defined as:

$$\bar{R}_{n,p} = n^{-1} \hat{R}_{n,p} \quad (7.2.11)$$

⁴⁶ For a more formal and complete treatment of the choice and combination of bandwidth and kernel functions in the context of stationarity tests see, e.g., Kurozumi (2002), Carrion-i-Silvestre and Sansó (2006), and Xiao and Lima (2007) among others.

Where the original variance-ratio test statistic, $\hat{R}_{n,p}$, is given by:

$$\hat{R}_{n,p} = \frac{1}{n \cdot \sum_{t=1}^n \hat{\sigma}_{t,p}^2} \sum_{t=1}^n \hat{S}_{t,p}^2 = \frac{1}{n \cdot \hat{\gamma}_{n,p}(0)} \sum_{t=1}^n \hat{V}_{t,p}^2 \quad (7.2.12)$$

Which is closely-related to the KPSS test statistic through the relation $\hat{R}_{n,p} \lambda = \hat{\gamma}_{n,p} \cdot M \hat{\gamma}_{n,p}$, where $\hat{\lambda}_{n,p}(q_n) = 1 + 2 \sum_{k=1}^{q_n} w(k/q_n) \hat{\rho}_{n,p}(k)$ is the ratio of the long-run to short run variance estimators, with $\hat{\rho}_{n,p}(k) = \hat{\gamma}_{n,p}^{-1}(0) \hat{\gamma}_{n,p}(k)$ the k -lag sample residual autocorrelation. The test statistic $\bar{R}_{n,p}$, that has the advantage that it does not requires any correction for autocorrelation, is pivotal in the sense that its asymptotic distribution under the assumption of a fixed unit root is free of nuisance parameters (see Breitung (2002) for more details).

Given that $\bar{R}_{n,p}$ converges asymptotically to zero under stationarity, the test rejects the null of a fixed unit root for a low estimated value of the test statistic. Finally, and to complement the results for all these more traditional test procedures, we consider the recently proposed test for covariance stationary by Xiao and Lima (2007). These authors argue that this test procedure preserves the same size and power properties that of existing similar tests, while that it has higher power in the presence of a changing unconditional variance, but this was only proved through a simulation experiment. To our knowledge, under the alternative of a fixed unit root, never has been determined its consistency rate and asymptotic distribution. For that reason, and for further comparative purposes, we also consider this additional test. Their test procedure is a generalization of the CUSUM-type test by Xiao (2001) given in (7.2.9) to the case of detecting a excessive fluctuation in the first two sample moments of the detrended process. To that end, the main focus of analysis is the behaviour of the scaled partial sum functional of the bivariate process $\xi_t = (\eta_t \nu_t)'$, with $\nu_t = \eta_t^2 - \bar{\sigma}_n^2$, where $\bar{\sigma}_n^2 = n^{-1} \sum_{s=1}^n \eta_s^2$ is the sample variance of the error process which under stationarity becomes the finite population variance, that is, $\bar{\sigma}_n^2 = E[\eta_t^2]$. Under stationarity and Assumption 2, the process $n^{-1/2} \sum_{t=1}^{[nr]} \xi_t$ verifies an invariance principle with weak convergence to a bivariate Brownian process with covariance matrix Ω that is the long-run covariance matrix of ξ_t , that is, $\lim_{n \rightarrow \infty} \text{Var}(n^{-1/2} \sum_{t=1}^n \xi_t)$. With this, an appropriate test statistic could be based on the sample version of the following generalized CUSUM-type statistic $C_n = \max_{1 \leq k \leq n} \|\Omega^{-1/2} n^{-1/2} \sum_{t=1}^k \xi_t\|$ given by:

$$\hat{C}_{n,p}(q_n) = \max_{1 \leq k \leq n} \|\hat{C}_{n,p}(k, q_n)\| = \max_{1 \leq k \leq n} \left\| \hat{\xi}_{n,p}^{-1/2}(q_n) n^{-1/2} \sum_{t=1}^k \hat{\xi}_{t,p} \right\|, \quad n^{-1/2} \sum_{t=1}^{[nr]} \hat{\xi}_{t,p} = \begin{pmatrix} n^{-1/2} \hat{S}_{n,p}(r) \\ n^{-1/2} \hat{\xi}_{n,p}(r) \end{pmatrix}$$

Where $\|\cdot\|$ is any appropriate norm of vectors, $\hat{\xi}_{t,p} = (\hat{\eta}_{t,p}, \hat{\nu}_{t,p})'$, $\hat{\nu}_{t,p} = \hat{\eta}_{t,p}^2 - \hat{\sigma}_{n,p}^2$ with $\hat{\sigma}_{n,p}^2 = n^{-1} \sum_{j=1}^n \hat{\eta}_{j,p}^2$, and $\hat{\Omega}_{n,p}(q_n)$ is the kernel nonparametric estimator of Ω given by:

$$\hat{\Omega}_{n,p}(q_n) = \begin{pmatrix} \hat{\omega}_{n,p}^2(q_n) & \hat{\lambda}_{n,p}(q_n) \\ & \hat{\kappa}_{n,p}^2(q_n) \end{pmatrix}$$

Where $\hat{\omega}_{n,p}^2(q_n)$ is as in (7.2.10) above, with $\hat{\lambda}_{n,p}(q_n)$ and $\hat{\kappa}_{n,p}^2(q_n)$ defined similarly by using the sequences $\hat{\eta}_{t,p} \hat{\nu}_{t,p}$ and $\hat{\nu}_{t,p}$, respectively. Taking $\nu = -1/2$ in (7.2.4) and (7.2.5) under the fixed unit root assumption, $\alpha_t = 1$ for all $t = 1, \dots, n$, we then have that:

$$\begin{aligned} \hat{B}_{n,p}(r) &= n^{-1/2} \hat{\Gamma}_{[nr],p}^{-1} \tau_p'(r) [\tau_p' \Gamma_n^{-1} \hat{\beta}_{p,n}] \beta_p \\ &\Rightarrow B_p(r) = B(r) - \tau_p'(r) Q_p^{-1} \int_0^1 \tau_p(s) B(s) ds \\ &= \sigma_\infty \left(W(r) - \tau_p'(r) Q_p^{-1} \int_0^1 \tau_p(s) W(s) ds \right) = \sigma_\infty W_p(r) \end{aligned} \tag{7.2.13}$$

With $\hat{B}_{n,p}(r) = \hat{B}_{t,p} = n^{-1/2} \hat{\Gamma}_{[nr],p}^{-1} \tau_p'(r) [\tau_p' \Gamma_n^{-1} \hat{\beta}_{p,n}] \beta_p$ for $t/n \leq r < (t+1)/n$, $t = 1, \dots, n-1$, which gives $\hat{V}_{[nr],p} = O_p(n)$, and $n^{-1} \hat{V}_{[nr],p} = n^{-3/2} \hat{S}_{[nr],p} = n^{-1} \sum_{t=1}^{[nr]} \hat{B}_{t,p} \Rightarrow \int_0^r B_p(s) ds$ as $n \rightarrow \infty$. Also, taking into account that $n \hat{\eta}_{t-k}^2 = n \hat{\eta}_{t-k}^{-1/2} O_p(n^{-1/2})$, for any $k \geq 1$, then:

$$\begin{aligned} \hat{B}_{t-k,p} &= n^{-1/2} \hat{\Gamma}_{[nr],p}^{-1} \tau_p'(r) [\tau_p' \Gamma_n^{-1} \hat{\beta}_{p,n}] \beta_p \\ &= \hat{B}_{t,p} \Delta_k + O_p(n^{-1/2}) \end{aligned} \tag{7.2.14}$$

Where $\Delta_k \tau_p'(\frac{t}{n}) = 0$ for $p = 0$, and $\Delta_k \tau_p'(\frac{t}{n}) = O(n^{-1})$ for any $p \geq 1$, so that:

$$\begin{aligned} n \hat{\eta}_{n,p}^2(k) &= n^{-1} \sum_{t=k+1}^n \hat{B}_{t,p}^2 = n^{-1} \sum_{t=1}^n \hat{B}_{t,p}^2 + O_p(n^{-1/2}) \\ &\Rightarrow \int_0^1 B_p(s)^2 ds = \int_0^1 W_p(s)^2 ds \end{aligned} \tag{7.2.15}$$

For any $|k| \leq q_n$. Also, from (2.13), we have that:

$$n \hat{\eta}_{t,p}^2 = (n^{-1/2} \hat{\Gamma}_{[nr],p}^{-1} \tau_p'(r) [\tau_p' \Gamma_n^{-1} \hat{\beta}_{p,n}] \beta_p)^2 = B_{t,p}^2 + n^{-1} \sum_{j=1}^n \hat{B}_{j,p}^2 \Rightarrow B(r) - \int_0^1 B_p(s) ds \tag{7.2.16}$$

And:

$$n^{-2} \hat{S}_{n,p}(r) \Rightarrow \int_0^r \left(\hat{B}_p(s) - \int_0^1 \hat{B}_p(a) da \right) ds = \int_0^r \hat{B}_p(s) ds - r \int_0^1 \hat{B}_p(s) ds \tag{7.2.17}$$

With this results, we can now formulate the following proposition that states the asymptotic distribution of all these test statistics under the fixed unit root assumption.

Proposition 7.2.1 Under the DGP (2.1)-(2.2), with $\alpha_t = 1$ for all $t = 1, \dots, n$, and Assumption 2.a, we have that:

- (a) $(n \cdot q_n) \hat{\omega}_{n,p}^2 \Rightarrow \int_0^1 W_p(s)^2 ds = K \sigma_\infty^2 \int_0^1 W_p(s)^2 ds$
- (b) $(q_n/n) \hat{M}_{n,p}(q_n) \Rightarrow M_p = \int_0^1 \left(\int_0^r W_p(s) ds \right)^2 dr / K \cdot \int_0^1 W_p(s)^2 ds$
- (c) $(q_n/n) V \hat{S}_{n,p}(q_n) \Rightarrow V S_p = M_p - \left(K \cdot \int_0^1 W_p(s)^2 ds \right)^{-1} \left\{ \int_0^1 \left(\int_0^r W_p(s) ds \right) dr \right\}^2$
- (d) $(q_n/n)^{1/2} K \hat{S}_{n,p}(q_n) \Rightarrow K S_p = \left(K \cdot \int_0^1 W_p(s)^2 ds \right)^{-1/2} \sup_{0 \leq r \leq 1} \left| \int_0^r W_p(s) ds - r \int_0^1 W_p(s) ds \right|$
- (e) $\bar{R}_{n,p} \Rightarrow R_p = K \cdot M_p$

And:

- (f) $\hat{\lambda}_{n,p}(q_n) = O_p(q_n n^{3/2})$, $\hat{\kappa}_{n,p}^2(q_n) = O_p(q_n n^2)$
- $(n^2 \cdot q_n) \hat{\eta}_{n,p}^2 \Rightarrow \int_0^1 \left(\int_0^r W_p(s) ds \right)^2 dr = K \sigma_\infty^4 \int_0^1 \left(\int_0^r W_p(s) ds \right)^2 dr$
- (g) $(q_n/n)^{1/2} \hat{C}_{n,p}(q_n) = \max_{1 \leq k \leq n} \left\| (n/q_n)^{-1/2} \hat{C}_{n,p}(k, q_n) \right\| \Rightarrow C_p$

Where $K = \int_{-1}^1 w(s)ds$ for any symmetric kernel with finite support, with the limiting distribution C_p in (g) given by:

$$C_p = \left(K \cdot \int_0^1 \left(B_p^2(s) - \int_0^1 B_p^2(a)da \right)^2 ds \right)^{-1/2} \sup_{0 \leq r \leq 1} \left| \int_0^r \left(B_p^2(s) - \int_0^1 B_p^2(a)da \right) ds \right|.$$

Proof. Results (a)-(e) follow from the use of equations (7.2.13)-(7.2.15) and the application of the continuous mapping theorem (CMP)⁴⁷, while that the result in (f) comes from (7.2.13) and (7.2.16) by using a similar development that in (7.2.14) and (7.2.15). Given the convergence rates in (a) and (f) for the components of the kernel estimator $\hat{\Omega}_{n,p}(q_n)$, under the fixed unit root assumption, it is dominated by the element $\hat{\kappa}_{n,p}^2(q_n)$, which gives:

$$(n^2 q_n)^{-1} \hat{\Omega}_{n,p}(q_n) = \begin{pmatrix} O_p(n^{-1}) & O_p(n^{-1/2}) \\ & (n^2 q_n)^{-1} \hat{\kappa}_{n,p}^2(q_n) \end{pmatrix}$$

With this and the use of (7.2.16) and (7.2.17) we have that:

$$\begin{aligned} \hat{C}_{n,p}(r, q_n) &= (n q_n^{1/2})^{-1} [(n^2 q_n)^{-1} \hat{\Omega}_{n,p}(q_n)]^{-1/2} \begin{pmatrix} n [n^{-3/2} \hat{S}_{n,p}(r)] \\ n^{3/2} [n^{-2} \hat{S}_{n,p}(r)] \end{pmatrix} \\ &= (n/q_n)^{1/2} \left\{ [(n^2 q_n)^{-1} \hat{\Omega}_{n,p}(q_n)]^{-1/2} \begin{pmatrix} n^{-1/2} [n^{-3/2} \hat{S}_{n,p}(r)] \\ n^{-2} \hat{S}_{n,p}(r) \end{pmatrix} \right\} \end{aligned}$$

Where the term between brackets is $O_p(1)$, with $n^{-1/2} [n^{-3/2} \hat{S}_{n,p}(r)] = O_p(n^{-1/2}) = o_p(1)$. This gives the consistency rate of $(n/q_n)^{1/2}$, which is the same as for the Xiao (2001) KS test given in (d). With this it is straightforward to show that:

$$(q_n/n)^{1/2} \hat{C}_{n,p}(q_n) = \max_{1 \leq k \leq n} \left\| (n/q_n)^{-1/2} \hat{C}_{n,p}(k, q_n) \right\| \Rightarrow C_p$$

With C_p given above.

Remark 7.3 Note that all this limiting distributions (b)-(e) are free of nuisance parameters, under the assumption of a correct specification of the deterministic component, because the scale effect from the long-run variance σ_∞^2 in the numerator and denominator of the limits cancels. The limit distributions of the scaled stationarity tests depends on the kernel choice through the constant K , that takes value one in the case of the Bartlett kernel, which is the most often used in practice. Also, this results indicate the consistency rates of the stationarity tests under the alternative of a fixed unit root, which is (n/q_n) for the KPSS and VS tests, and $(n/q_n)^{1/2}$ for the KS and C tests.

⁴⁷ A more detailed proof and additional results concerning the asymptotic distribution of these test statistics and of the test for covariance stationarity by Xiao and Lima (2007) under a fixed unit root is available in Afonso-Rodríguez (2012b).

For this last testing procedure, and under the fixed unit root alternative to stationarity, the dominant term is the one corresponding to the partial sum of centered squared residuals, $n^{-2}\hat{S}_{n,p}(r)$, whose behaviour is intended to capture instabilities in the first two sample moments.

7.3 Semi-nonparametric residual-based tests for stationarity and for a fixed unit root under a weak bilinear unit root process

This section is concerned with the extension of the previous results to the case where equation (7.2.2), determining the structure of the stochastic trend component, is described as a particular member of the class of nonstationary random coefficient autoregressive (RCA) processes. Assuming that the sequence of random coefficients α_t in (7.2.2) can be decomposed as:

$$\alpha_t = \phi_0 + \phi_t \quad (7.3.1)$$

With ϕ_0 a fixed real-valued coefficient and ϕ_t a sequence of random variables, then $\lambda = E[\log(\alpha_t)] < 0$, and $\kappa_m = E[|\alpha_t|^m] < 1$ for any $m > 0$ determine the necessary and sufficient conditions for strict stationarity and ergodicity and weak stationarity (existence of the m th-order noncentral moment), respectively, of the stochastic recurrence equation (2.2) (see, e.g., Nagakura (2009), and Afonso-Rodríguez (2012a)). The leading case here is when $\kappa_2 = \phi_0^2 + E[\phi_t^2] = \phi_0^2 + \sigma^2 \geq 1$ for a given random sequence ϕ_t such that $E[\phi_t] = 0$, and $\sigma^2 \geq 0$, so that η_t is not covariance stationary (while that it can preserve the strict stationary property depending on the distributional assumptions posed on the random sequence ϕ_t), so that it can partially behaves as a random walk through the full sample, being stationary for some periods, and even mildly explosive for others. In what follows we are concerning with a member of this family of nonstationary processes which is called a stochastic (or randomized) unit root (STUR) process when $\phi_0 = 1$, so that the autoregressive root is equal to 1 only on average, with the STUR process being stationary for some time, while it would be mildly explosive for some other time.⁴⁸

The fixed unit root process is obtained as a particular case when $\sigma_\phi^2 = 0$. These arguments suggest the interest in the study of the size and power properties of unit root and stationarity tests, respectively, under nonstationarity of the STUR type. Some early studies on this topic can be found in Granger and Swanson (1997), McCabe and Smith (1998), Gonzalo and Lee (1998), and Yoon (2004), while more recently it can be cited Francq et.al. (2008) and Afonso-Rodríguez (2012b). Testing procedures for a STUR alternative to a fixed unit root process were developed by McCabe and Tremayne (1995), Leybourne, McCabe and Tremayne (1996), and Leybourne, McCabe and Mills (1996). One of the main difficulties for the analytic study of the effects of considering a STUR alternative is the lack of theoretical results about the possible application of the invariance principle to empirical process based on this kind of models.

⁴⁸ Granger and Swanson (1997) introduce a very different STUR process, where $\alpha_t = \exp(\phi_t)$, with ϕ_t a strictly stationary and Gaussian AR(1) process. With this assumptions, it follows that $\alpha_t = 1 + \phi_t + O_p(\phi_t^2)$, which implies that both specifications are equivalent up to the term $O_p(\phi^3)$. Despite the relationship between these both specifications, they present some differences so that we can call this latter case as the exponential STUR process, while that (3.1) with $\phi_0 = 1$ might be called the additive STUR process.

McCabe and Smith (1998) introduce the concept of local heteroskedastic integration by considering that the random sequence ϕ_t may be factorized as $\phi_t = \omega n^{-\lambda} u_t$, $\omega \geq 0$, with u_t a stationary sequence and $\lambda > 0$ an appropriate power factor needed to obtain an approximate representation of the random coefficients $\alpha_t = 1 + \phi_t$ which generates a local (first-order) approximation of the STUR process about the fixed unit root case. Also, by assumption, they rule out the case where the random terms ϕ_t and ε_t may be correlated, which exclude some interesting alternatives from their analysis as the first-order Markovian bilinear unit-root process proposed by Francq et.al. (2008).

Taylor and van Dijk (2002) develop an extensive set of Monte Carlo experiments to study the power of these test statistics against different forms of nonstationarity other than difference stationarity which display a greater degree of persistence. Their general conclusion is that these tests against STUR behaviour only appear to display power against processes with a higher degree of persistence than the fixed unit root process, and not against processes with lower persistence, even where those processes are also non-stationary. For that reason, as well as for having interesting economic interpretations and its empirical relevance, we consider the analysis of the stochastic bilinear (diagonal) unit root (BLUR) process⁴⁹ when α_t in (7.2.2) is given by:

$$\alpha_t = \alpha_t(\boldsymbol{\theta}) = 1 + \alpha \varepsilon_{t-1} \quad (7.3.2)$$

Where $\boldsymbol{\theta} = (1, \alpha)'$, with $\boldsymbol{\theta}_0 = (1, 0)'$ indicating the fixed unit root case. With this, the complete specification of the stochastic trend component η_t is the following:

$$\eta_t = \alpha_t(\boldsymbol{\theta})\eta_{t-1} + \varepsilon_t = (1 + \alpha \varepsilon_{t-1})\eta_{t-1} + \varepsilon_t \quad t = 1, \dots, n \quad (7.3.3)$$

Charemza et.al. (2005) first introduce this process as being derived from a model of speculative behaviour and proved that, under Assumption 2.b, $E[\eta_{t|t}] = \alpha \sigma^2 (t-1)$, $E[\Delta \eta_{t|t}] = \alpha \sigma^2$, and $\text{Var}[\Delta \eta_{t|t}] = (5\sigma^2 + \alpha^2 E[\varepsilon^2])(1 + \alpha^2 \sigma^2)^{t-2} - 4t\alpha^2 \sigma^4 + 7\alpha^2 \sigma^4 - 4\sigma_\varepsilon^2 = O(t)$ for any value $\alpha \geq 0$, which seems to make this model not suitable as a close alternative to I(1) series. These authors were mostly concerned with testing the assumption $\alpha = 0$ against the one-sided alternative $\alpha > 0$, giving rise to the so-called α -test through an extension of the Dickey-Fuller (DF) regression and DF-type test to this framework. In section 7.4 we review this test procedure, derive some new results for this test statistic and propose a new test procedure for testing the fixed-unit root against the BLUR alternative. In order to consider a plausible alternative to the fixed-unit root case, we next consider the BLUR model with a weak bilinear effect (in short, weak BLUR process) and what can be called the weak BLUR distribution, firstly proposed by Lifshits (2006). By introducing the normalization $\alpha_n = \alpha \cdot n^{-1/2}$ of the bilinear parameter, this model can now be interpreted as a local alternative to the fixed unit root case in finite samples because that, for a fixed value of α , $\alpha_n \rightarrow 0$ as $n \rightarrow \infty$.

⁴⁹ Francq et.al. (2008) also consider the case of a stochastic bilinear (subdiagonal) unit-root process which allows for stationary increments and in this sense is more closely related to the fixed unit root case. Particularly, they consider the error correction form of an AR(p+1) process, $\Delta Y_t = \varphi Y_{t-1} + \sum_{k=1}^p \varphi_k \Delta Y_{t-k} + \eta_t$, where the error term η_t follows a bilinear process of order q , BL(q), of the form $\eta_t = (1 + \sum_{k=1}^q \phi_k \eta_{t-k}) \varepsilon_t$. With a slight manipulation of these expressions, we have the following STUR form $Y_t = (1 + \sum_{k=1}^p \varphi_k) Y_{t-1} + \sum_{k=1}^p \Delta Y_{t-k} + \zeta_{t-k}$ in which the possible dependence is modelled parametrically through the p lags of the first differences. Under appropriate conditions on the coefficients ϕ_k , η_t is a centered non-correlated process (weak white noise), so that this STUR-type process becomes asymptotically indistinguishable from a fixed unit root.

The next definition, which is based on Theorem 1 by Lifshits (2006), sets the weak limit distribution of this process.

Definition 7.3.1 Let the BLUR process in (3.3) with small a bilinearity coefficient, that is with $\theta = \theta_n \rightarrow 0$, $\alpha_n = \alpha \cdot n^{-1/2}$, $\alpha > 0$, error terms ε_t that follows Assumption 2.b, and define the scaled partial sum process of $\eta_{t,n} = \alpha_t(\theta_n)\eta_{t-1,n} + \varepsilon_t$ as $H_{n,\alpha}(r) = n^{-1/2} \sum_{t=1}^{[nr]}$, for $(t-1)/n \leq r < t/n$, $t = 1, \dots, n$. Then

$$H_{n,\alpha}(r) \Rightarrow H_\alpha(r) = \int_0^r \frac{1 + \alpha \sigma_\varepsilon^2 s}{A_\alpha(s)} dW(s) + \alpha \sigma_\varepsilon^2 r \quad (7.3.4)$$

With $A_\alpha(r) = \exp(\alpha \sigma_\varepsilon^2 r^2/2)$, and $W(s)$ a standard Wiener process.

By using $\alpha = \alpha_n$ as in the above definition and the explicit form of $\text{Var}[\Delta\eta_t]$ in Charemza et.al. (2005) it is immediate to show that this STUR process is asymptotically weakly stationary in first differences. Also, given that this fact is explicitly considered in the derivation of the limit diffusion process $H_\alpha(r)$ in (7.3.4), we have that $H_{0,\alpha}(r) = B(r) - \sigma_\varepsilon^2 W^2(r)$ for $\alpha = 0$, $E[H_\alpha(r)] = \alpha \sigma_\varepsilon^2 r$ (so that the weak BLUR process introduce a location displacement to the right of the limit distribution compared to that of the Brownian motion), and $E[H_\alpha^2(r)] = \sigma_\varepsilon^2 [\exp(\alpha \sigma_\varepsilon^2 r^2) - 1] - 4\alpha^2 \sigma_\varepsilon^4 r$ (see Lifshits (2006), p.4544). With these two moments it can be checked that $\text{Var}[H_\alpha(r)] > 0$ only for values of α below the upper limit of $1/(\sigma_\varepsilon \sqrt{r})$ for any $0 < r \leq 1$. Also, the first derivative of $\text{Var}[H_\alpha(r)]$ with respect to α is negative for values of α below the upper limit of $1/(\sigma_\varepsilon \sqrt{r})$ for any $0 < r \leq 1$, so that it is a strictly decreasing function in α for values $\alpha \in (0, 1/(\sigma_\varepsilon \sqrt{r}))$ which determines that this distribution becomes flat around the mean value. Thus, from (7.3.4) it is evident that this limiting distribution is a function of two parameters, α and σ_ε^2 , where the error variance σ_ε^2 plays an important role not only in the scale of the distribution but also in the extent of the drift term $\alpha \sigma_\varepsilon^2 r$. Also, by using a second-order Taylor series expansion of $H_\alpha(r)$ around $\alpha = 0$, it is possible to determine more precisely how this process depends on the Brownian motion $B(r) = \sigma_\varepsilon W(r)$ as a function of the bilinear parameter α :

$$H_\alpha(r) = B(r) + \alpha(1/2)B(r)^2 - \frac{\alpha^2 \sigma_\varepsilon^2}{2} \int_0^r B(s) ds + O(\alpha^3)$$

Finally, by application of the concept of summability defined by Gonzalo and Pitarakis (2006) and Berenguer-Rico (2011)⁵⁰, it is immediate to appreciate that this weak BLUR process is an asymptotic plausible alternative to the fixed unit root case, $I(1) = S(1)$, because both processes are of the same order of summability. In order to make possible the comparison of the next results with what were obtained in section 2, we formulate a proposition that establish the invariance of the weak BLUR limit distribution when the error term from the bilinear equation is weakly dependent and, in particular, when follows a linear process.

⁵⁰ The concept of summability is a generalization of the order of integration of a stochastic process which is defined as follows. A stochastic process X_t with positive variance is said to be summable of order δ , denoted as $S(\delta)$, if $n^{-(1/2+\delta)} L(n) \sum_{t=1}^{[nr]} (X_t - m_t) = O_p(1)$ as $n \rightarrow \infty$, where δ is the minimum real number that makes this scaled partial sum process bounded in probability, with m_t a deterministic sequence, and $L(n)$ a slowly-varying function.

Proposition 7.3.1 Let $\varepsilon_t = C(L)u_t$, with $C(L) = \sum_{j=0}^{\infty} c_j L^j$, and $\sum_{j=1}^{\infty} j c_j^2 < \infty$, where the error process u_t is given either by (a) $u_t \stackrel{iid}{\sim} (0, \sigma_u^2)$, $\sigma_u^2 = E[u_0^2] < \infty$, with $E[|u_t|^m] < \infty$, or (b) (u_t, F_t) is a MDS with respect to the information set $F_t = \sigma(u_s, k \leq t)$, $E[u_t^2 | F_{t-1}] = \sigma_u^2 < \infty$, and $\sup_{t \in \mathbb{N}} E[|u_t|^m | F_{t-1}] < \infty$ a.s., for some $m > 2$. Then, given the weak BLUR(1,1) process with $\theta = \theta_n = \alpha(1 - \alpha_n)$, $\alpha_n = n^{-1/2}\alpha$, and $\alpha \geq 0$ fixed, and if $m \geq 4$, then:

$$H_{n,\alpha}(r) \Rightarrow n^{-1/2} H_{\alpha}(r) = \sigma Q_{\alpha}(r) \quad (7.3.5)$$

With:

$$Q_{\alpha}(r) = A_{\alpha}(r) \int_0^r \frac{1 + \alpha \sigma_{\infty}^2 s}{A_{\alpha}(s)} dW(s) \quad (7.3.6)$$

And $A_{\alpha}(r) = \exp\left(-\int_0^r W(s) - \alpha \sigma_{\infty}^2 r^2/2\right)$, where $\sigma_{\infty}^2 = \sigma_u^2 C(1)^2$, and $W(r)$ is a standard Wiener processes.

Proof. See Appendix A.

With these results, next proposition trivially states the limiting distributions of the residual-based tests for stationarity against a fixed-unit root, and for the reverse hypothesis, that we introduce in section 7.2 under the alternative of a weak BLUR process by simply replacing all the functionals defined in terms of the Brownian motion process by the same expressions but in terms of the diffusion process $H_{\alpha}(r) \equiv Q_{\alpha}(r)$.

Proposition 7.3.2 Under the DGP (2.1)-(2.2), with the weak BLUR alternative given in Definition 7.3.1 and under the Proposition 7.3.2, we have that:

- (a) $(n \cdot q_n) \hat{\omega}_{\alpha,p,k,\beta} \Rightarrow \int_0^1 (s)_{\alpha,p} d^2 s = K \sigma_{\infty}^2 \int_0^1 (s) d^2 s$
- (b) $(q_n/n) \hat{M}_{n,p}(q_n) \Rightarrow M_p(\alpha)$
- (c) $(q_n/n) V \hat{S}_{n,p}(q_n) \Rightarrow V S_p(\alpha)$
- (d) $(q_n/n)^{1/2} K \hat{S}_{n,p}(q_n) \Rightarrow K S_p(\alpha)$

And:

$$(e) \bar{R}_{n,p}(\alpha) \Rightarrow R_p(M(\alpha))$$

Where $M_p(\alpha)$, $V S_p(\alpha)$, and $K S_p(\alpha)$ are as in Proposition 2.1 with $W_p(r)$ replaced by:

$$Q_{\alpha,p}(r) = Q_{\alpha}(r) - \tau_p'(r) \left(\int_0^1 \tau_p(s) \tau_p'(s) ds \right)^{-1} \int_0^1 \tau_p(s) Q_{\alpha}(s) ds \quad (7.3.7)$$

Where $Q_{\alpha}(r)$ is given in (3.6). For the components of the kernel estimator of the long-run covariance matrix in the Xiao and Lima (2007) test statistic we have the same divergence rates that under the fixed unit root alternative, with the limiting distribution given now by $C_p(\alpha)$ as in:

Proposition 2.1 with $B_p(r)^2 \sigma = W_\infty^2(r)_p^{-2}$ replaced by $H_{\alpha,p}(r) \mathcal{Q}_\infty^2(r)_{\alpha,p}^{-2}$.

Remark 7.7.4 First of all it is clear from the definition of $Q_\alpha(r)$ that for $\alpha = 0$ we get the results stated in Proposition 7.2.1 under the fixed unit root assumption. Second, from the definition of $Q_\alpha(r)$ in (7.3.6) it is evident that all these limit distributions depend both on α , the pure bilinear effect, and the variance of the error process, σ_∞^2 (or σ_ε^2 with weak white noise innovations), so that in strict sense are not free of nuisance parameters. Also, given that all these results are obtained with the same divergence rates of the original tests statistics that under the fixed unit root assumption it is not of application the usual consistency concept against this form of nonstationarity other than difference stationarity. In this case the behaviour is mainly determined by the value of the bilinear parameter α .

The next result states approximately the scale shift and, more importantly, the displacement to the right of $M_p(\alpha)$, as a function of the pure bilinear effect α , which determines the approximate power of the KPSS test and the source of size distortion for the variance-ratio test $\bar{R}_{n,p}$ under the weak BLUR alternative.

Proposition 3.3 Given the limit distribution of the KPSS test under the weak BLUR alternative in result (b) of Proposition 7.3.2, and up to the order of magnitude α^2 , we have that:

$$M_p(\alpha) = K^{-1} \frac{M_{1,p}(\alpha)}{M_{2,p}(\alpha)} = M_p + 2\alpha M_{2,p}^{-1} \times \left\{ K^{-1} \int_0^1 \left(\int_0^r B_p(s) ds \right) \left(\int_0^r B_{2,p}(s) ds \right) dr - \mathcal{M}_p \cdot \int_0^1 B_p(r) B_{2,p}(r) dr \right\} + O_p(\alpha^2) \tag{7.3.8}$$

With:

$$B_{2,p}(r) = B(r)^2 - \tau_p'(r) \left(\int_0^1 \tau_p(s) \tau_p'(s) ds \right)^{-1} \int_0^1 \tau_p(s) B(s)^2 ds$$

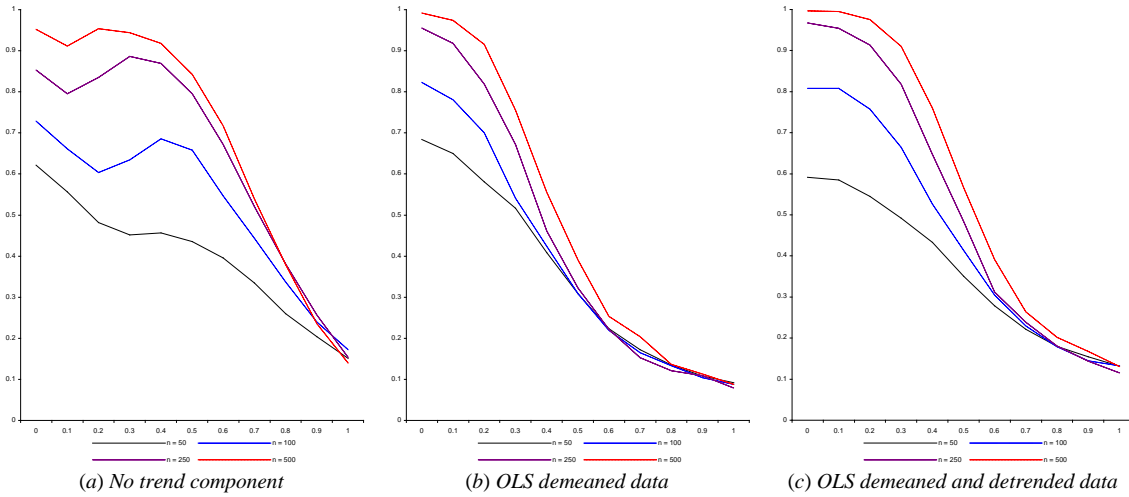
Proof. See Appendix B.

Remark 7.5 Given that, under Gaussianity, $E[B_p(r)B_{2,p}(r)] = 0$, then for any given value of $\alpha > 0$, the leading term in (7.3.8) is given by the first term between brackets that determines a displacement to the right of this limit distribution.

This result allows to establish that there we must expect a reduction in the empirical power of the KPSS test under this alternative as long as α increase, and also an increase of the rejection frequencies of the null of a fixed-unit root with the Breitung's variance-ratio test statistic given that we must expect to find more frequently small values of this test statistic. We have performed a small Monte Carlo study to numerically illustrate the performance of both test procedures under the alternative of a weak BLUR process for different sample sizes and values of α , keeping constant the variance of the error term. To save space we present some figures representing the power performance of the KPSS test in the three standard cases of analysis in terms of the structure of the deterministic component (no trend, OLS demeaned ($p = 0$), and OLS demeaned and detrended ($p = 1$) data), with the Bartlett kernel for the computation of the LRV with deterministic bandwidth parameter $q_n = [c \cdot (n/100)^{1/4}]$, with $c = 4$, and iid Gaussian noise ε_t with variance $\sigma_\varepsilon^2 = 1$.

The power results, see Figure 1 below, are based on 10000 independent realizations, sample size-adjusted quantiles with sample sizes $n = 50, 100, 250,$ and 500 and values of $\alpha_n = 0, 0.1, \dots, 0.9, 1$.

Figure 7.1 Power performance of the KPSS tests under a weak BLUR alternative



As was discussed below, increasing the value of the bilinear parameter for a fixed sample size creates a spurious appearance of stationary when using this testing procedures due to the joint effect of the displacement and flattening of the distribution $H_\alpha(r)$.

In Afonso-Rodríguez (2012a) we develop a similar study but with the DF tests (normalized bias of OLS estimator and OLS T-test) and we found that the size profile of both test procedures can be seriously distorted under a weak BLUR alternative, with a greater impact that in the above cases of both BLUR parameters, α and σ_ε^2 , even for very small values of α . Thus, there could be situations where a standard test for a fixed-unit root could wrongly reject in favour of stationarity due to the effects induced by this kind of nonstationary processes. This findings can be considered as the main reason to look for a testing procedure that allows to discriminate between both types of nonstationarity, that is, fixed-unit root against weak bilinear nonstationarity.

7.4 A new semi-nonparametric residual-based test for detecting weak bilinear nonstationarity

The first attempt to develop a testing procedure for discriminating between a fixed-unit root process and a bilinear unit root, with η_t given as in (7.3.3), was made by Charemza et.al. (2005). Their procedure is inspired by the DF T-test statistic based on the OLS fitting of an auxiliary regression related to the AR(1) model. In this case these authors propose to compute the pseudo T-test statistic based on the OLS fitting of an auxiliary regression which is a feasible version of the following:

$$\Delta Y_t = \alpha \varepsilon_{t-1} Y_{t-1} + \Delta d_t + \xi_t \quad (7.4.1)$$

Where, from (7.2.1) and Assumption 1, we have that $\Delta d_t = \tau'_{t,p-1} \phi_{p-1}$, with ϕ_{p-1} a new set of trend parameters formed as a linear combination of the components of β_p , and with the error term given by $\xi_t = \varepsilon_t - \alpha \varepsilon_{t-1} d_{t-1}$. Using ε_t from ξ_t we have $\varepsilon_{t-1} = \Delta Y_{t-1} - \alpha \varepsilon_{t-2} \eta_{t-2} - \Delta d_{t-1}$, so that we can write(7.4.1) as:

$$\Delta Y_t = \alpha Z_{t-1} + \tau'_{t,p-1} \phi_{p-1} + \zeta_t \tag{7.4.2}$$

Where $Z_{t-1} \Delta Y_{t-1}$ is the nonstationary regressor, and $\zeta_t = \epsilon_t$ under the null hypothesis $\alpha = 0$. Thus, the propose testing procedure is based on the use the standard OLS-based pseudo T-ratio test statistic, $\hat{T}_{n,p-1}$, for testing $\alpha = 0$ against the one-sided alternative $\alpha > 0$. The next two propositions, that we state here without proof but that can be requested from the author, establish the limit distribution of $\hat{T}_{n,p-1}$ in the case of no deterministic component in the DGP (that is, when $d_t = 0$ in (2.1)) both under the null of a fixed-unit root and under the alternative of a weak BLUR nonstationary process.

Proposition 7.4.1 Let the series Y_t be generated by (7.2.1)-(7.2.2) and (7.3.2), with $d_t = 0$. Under the null hypothesis of a fixed unit root process, with $\theta = \theta_0 = (1,0)'$, $\alpha_t(\theta_0) = 1$ for all $t = 1, \dots, n$, and the Assumption 2(b) on the error process, then as $n \rightarrow \infty$:

$$\hat{T}_{n,p-1} \Rightarrow \int_0^1 W(s) dW^*(s) \left(\int_0^1 W(s)^2 ds \right)^{-1/2} =^d N(0,1) \tag{7.4.3}$$

Where $W(s)$, and $W^*(s)$ are two independent standard Wiener processes.

This result extends to the case of OLS detrending with a general order $p \geq 0$ of the polynomial trend function the one obtained by Charemza et.al. (2005) only for the case of raw observations and for the inclusion of a constant term ($p = 0$). The derivation of a similar result for the case where the DGP contains a deterministic component is somewhat more complex due to the nonlinearity of the OLS estimator of α in (7.4.2) with respect to the observed series Y_t and its components. This is one of the major drawbacks of this approach, together with the possible specification and treatment of more complex deterministic terms in the auxiliary regression and the effect of considering weakly dependent error terms.

Proposition 7.4.2. Let the series Y_t be generated by (7.2.1)-(7.2.3) and (7.3.2), with $d_t = 0$. Under the sequence of local alternatives to the null hypothesis given by the weak BLUR process as in Definition 7.3.1, with $\theta = \theta_n = \alpha(1, \dots, 1)'$, $\alpha_t(\theta_n) = 1 + \alpha_n \epsilon_{t-1}$, $\alpha_n = \alpha n^{1/2}$, and $\alpha > 0$ fixed, and the Assumption 2(b) on the error process with $m > 4$, then as $n \rightarrow \infty$:

$$(a) \sqrt{n} \hat{\alpha}_n - \alpha = \sqrt{n} (\hat{\alpha}_n - \alpha_n) \Rightarrow -\alpha^3 \frac{\int_0^1 H_\alpha^4(s) ds}{\int_0^1 (H_\alpha^2(s) \otimes H_\alpha^2(\frac{s}{n})) ds}$$

$$(b) \hat{T}_{n,p-1} = O_p(n^{1/2})$$

And:

$$(c) n^{-1/2} \hat{T}_{n,p-1} \Rightarrow \frac{\alpha \int_0^1 H_\alpha(s)^2 ds}{\sqrt{1 + \alpha G_\alpha} \sqrt{\int_0^1 (H_\alpha(s)^2 + \alpha H_\alpha(s) \otimes H_\alpha(s)) ds}} \tag{7.4.4}$$

With:

$$G_\alpha = \int_0^1 H_\alpha(s)^2 ds + 3 \left(\int_0^1 H_\alpha(s) \otimes H_\alpha(s) ds \right)^2 \left(\int_0^1 (H_\alpha(s)^2 + \alpha H_\alpha(s) \otimes H_\alpha(s)) ds \right)^{-1}$$

And $H_\alpha(s)$ the limit diffusion process given in (7.3.4).

Remark 7.6 This result extends the proof of a similar proposition in Lifshits (2006) to the case of OLS detrended data, and also is a modification of his results, where the term $(1 + \alpha \zeta)^{1/2}$ in the denominator of the right hand side of (c) does not appear. Also, the result in 7.4.2(a) is very important given that it establishes the root- n consistency of $\hat{\alpha}_n$ as an estimator of the scaled bilinear parameter $\alpha_n = \alpha n^{1/2}$ under the assumption that this effect is present in the observed process.

Despite the merits and relatively good performance of this test procedure, given some of its limitations and difficulties⁵¹, we propose a new alternative testing procedure that is based on comparing the different degree and amplitude of the fluctuations for the first difference of a fixed-unit root process (when $\alpha = 0$), which is stationary, and of a weak BLUR process (when $\alpha > 0$), that is stationary only asymptotically. With this idea we present two versions of this semi-nonparametric residual based test, with the advantage that both are asymptotically equivalent and the first one is based on the same OLS residual sequence as the stationarity tests considered in section 7.7.2. Both test statistics are of KPSS-type in the sense that they are built as the test statistic $\hat{M}_{n,p}(q_n)$ in (7.7.2.7) but with a different set of residuals. The first one, $\tilde{D}_{n,p}(q_n)$, is defined as:

$$\tilde{D}_{n,p}(q_n) \equiv \frac{1}{n \cdot \tilde{v}_n^2(q_n)} \sum_{t=1}^n \left(n^{-1/2} \sum_{j=1}^t \tilde{\eta}_{j,p} \right)^2 \quad \frac{1}{n \cdot \tilde{v}_n^2(q_n)} \sum_{t=1}^n \tilde{\eta}_{t,p}^2 \quad (7.4.5)$$

Where $\tilde{\eta}_{t,p} = \Delta \hat{\eta}_{t,p}$ is the first difference of the OLS residuals given in (7.2.4) from the estimation of (7.2.1) under Assumption 1 on the deterministic component, while the second is given by:

$$\hat{D}_{n,p}(q_n) \equiv \frac{1}{n \cdot \hat{v}_n^2(q_n)} \sum_{t=1}^n \left(n^{-1/2} \sum_{j=1}^t \hat{\eta}_{j,p-1} \right)^2 \quad (7.4.6)$$

Based on the sequence of OLS residuals from the fitting of (7.2.1) in first differences, that is $\Delta Y_t = \tau'_{t,p-1} \hat{\phi}_{p-1,n} + \hat{\eta}_{t,p-1}$ $t = 1, \dots, n$. In (7.4.5) and (7.4.6), the scaling factors $\tilde{v}_n^2(q_n)$ and $\hat{v}_n^2(q_n)$ are kernel estimators of the LRV as in (7.2.10) based on the corresponding residual sequences. In Appendix C it is proved that both estimators have the same limit because the two residual sequences are asymptotically equivalent. However, despite this, there is a major difference between $\tilde{D}_{n,p}(q_n)$ and $\hat{D}_{n,p}(q_n)$ due to the term in their numerators. The following proposition states the stochastic limit distribution of each test statistics under the general assumption of a weak BLUR process generating the stochastic trend component η_t .

Proposition 7.4.3 Given the DGP (7.2.1)-(7.2.2), (7.3.2), the sequence of local alternatives to the fixed-unit root case given by the weak BLUR process as in Definition 3.1, with $\theta = \theta_n = (1, \alpha_n)'$, $\alpha_t(\theta_n) = 1 + \alpha_n \varepsilon_{t-1}$, $\alpha_n = \alpha n^{1/2}$, and $\alpha > 0$ fixed, and the Assumption 2(a) on the error process, then as $n \rightarrow \infty$:

⁵¹ The difficulties cited above are mainly related with the use of quantiles of a null limit distribution (the standard normal) that could not be appropriate in any case because the DGP may not correspond to the specified auxiliary regression used to compute the T-test statistic $\hat{T}_{n,p-1}$, along with the fact that the auxiliary regression (7.4.2) is only an approximation to the true DGP (7.4.1).

$$(a) \tilde{V}_n^2(q_n), \hat{V}_n^2(q_n) \Rightarrow \sigma^2 + 2\sigma^2 \int_0^1 H^2(s) ds \quad (7.4.7)$$

$$(b) \tilde{D}_{n,p}(q_n) \Rightarrow \tilde{D}_0 = H_{\alpha,p}^{-2}(s) \int_0^1 ds \quad (7.4.8)$$

$$(c) \hat{D}_{n,p}(q_n) \Rightarrow \hat{D}_0 = B_{\alpha,p-1}^{-2}(s) \int_0^1 ds \quad (7.4.9)$$

With $H_{\alpha,p}(r)$ given in Proposition 3.2 and $B_{\alpha,p-1}(r)$, a $(p-1)$ th-level $H_\alpha(r)$ process, defined in Appendix C.

Proof. See Appendix C.

It is easy to check that under the fixed-unit root assumption, that is $\alpha = 0$, both limit distributions (7.4.8) and (7.4.9) are free of nuisance parameters and are simply given by

$$\tilde{D}_0 = \int_0^1 Q_{0,p}(s)^2 ds = \int_0^1 W_p(s)^2 ds \quad (7.4.10)$$

And:

$$\hat{D}_0 = \int_0^1 V_{p-1}(s)^2 ds \quad (7.4.11)$$

With $W_p(r)$ given in (2.13) and $V_{p-1}(r)$ a $(p-1)$ th-level Brownian bridge defined as:

$$V_{p-1}(r) = W(r) - \int_0^r \tau'_{p-1}(s) ds \left(\int_0^1 \tau_{p-1}(s) \tau'_{p-1}(s) ds \right)^{-1} \int_0^1 \tau_{p-1}(s) dW(s) \quad (7.4.12)$$

Given that for any value $\alpha > 0$, the limit distributions \tilde{D}_α and \hat{D}_α are dominated by the effect of α in the denominator with respect to (7.4.10) and (7.4.11), we compute the lower quantiles of these distributions as the critical values and the rejection of the null hypothesis $\alpha = 0$ using (7.4.5) or (7.4.6) will be for small values of the corresponding test statistic. The following table presents these critical values for the first version of the test statistic, $\tilde{D}_{n,p}(q_n)$ defined in (7.4.5), computed via Monte Carlo simulation, for different sample sizes, iid Gaussian white noise errors and with 10000 independent realizations.

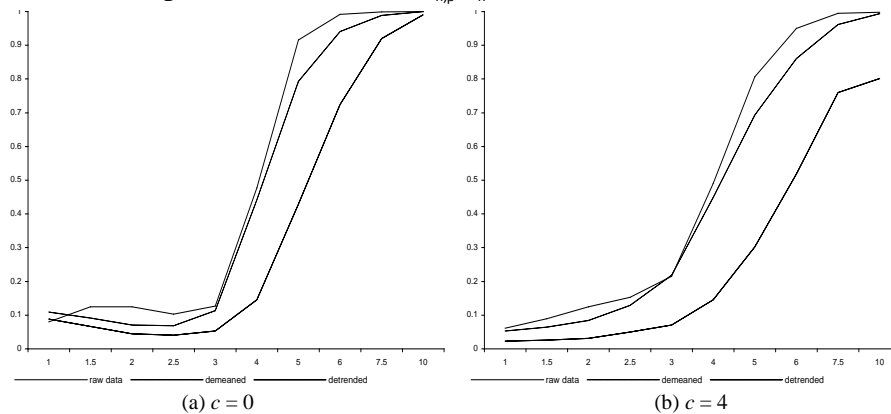
Table 7.1 Finite sample simulated critical values for $\tilde{D}_{n,p}(q_n)$

Significance level			No deterministic component	Demeaned data ($p = 0$)	Detrended data ($p = 1$)	
0.01	$n = 50$		0.03356	0.02415	0.01840	
			0.04254	0.02858	0.02071	
			0.05223	0.03304	0.02335	
			0.06793	0.03981	0.02699	
	$n = 100$		0.03548	0.02352	0.01755	
			0.04621	0.02938	0.02080	
			0.05883	0.03469	0.02373	
			0.08047	0.04256	0.02781	
	$n = 250$		0.01	0.03497	0.02427	0.01735
			0.025	0.04392	0.02937	0.01987
			0.05	0.05748	0.03455	0.02263
			0.1	0.07834	0.04213	0.02654
$n = 500$		0.01	0.03558	0.02343	0.01625	
		0.025	0.04396	0.02819	0.01905	
		0.05	0.05525	0.03365	0.02225	
		0.1	0.07609	0.04159	0.02630	
$n = 1000$		0.01	0.03624	0.02332	0.01672	
		0.025	0.04638	0.02885	0.01988	
		0.05	0.05738	0.03440	0.02252	
		0.1	0.07690	0.04212	0.02646	

As can be seen in this table, there are not significant differences in these values for very small sample sizes with respect to large ones.

Also, despite of the differences among (7.4.10) and (7.4.11), the simulated lower quantiles for the null distribution of the second version of the test statistic, $\hat{D}_{n,p}(q_n)$ in (7.4.6), take almost the same values, so that in practice we can use the values in Table 1 for both tests. We have performed a Monte Carlo experiment to evaluate the power behaviour of these tests, based on 10000 independent realizations, for different sample sizes and values of the scaled bilinear parameter $\alpha_n = \alpha/n$. The following Figure 7.2 presents a small part of these results, which is the power behaviour of the $\tilde{D}_{n,p}(q_n)$ test for a sample of size $n = 250$, with $q_n = [c \cdot (n/100)^{1/4}]$, $c = 0$ and 4, the Bartlett kernel, and values of $\alpha = (1, 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 7.5, 10)$ (which corresponds to values of α_n from 0.063 to 0.632).

Figure 7.2 Power performance of the $\tilde{D}_{n,p}(q_n)$ tests under a weak BLUR alternative



The results from this simulation experiment show that there is a significant increase in power for a given sample size for increasing values of α , and with the sample size for each value of α (consistency), and that the power increase with the use of the nonparametric correction for persistence through the kernel estimator of the long-run variance ($c > 0$).

In order to determine the behaviour of these new test statistics against other forms of a stochastic unit root process we consider a generalized version of the alternative given by the local heteroskedastic integrated (LHI) process introduced in McCabe and Smith (1998).

Under the LHI alternative, it is assumed that $\alpha_t = 1 + \phi_t$, with $\phi_t = \omega n^{-\lambda} u_t$ for any $\omega \geq 0$ with u_t a stationary sequence such that it is verified the joint weak convergence $(B_n(r), B_n(r))' \xrightarrow{d} \begin{pmatrix} B(r) \\ B_0(r) \end{pmatrix}$, $B(r) = \int_0^1 W(r) dr$ and $B_0(r) = \int_0^1 W_0(r) dr + (1 - \rho_{\varepsilon_0})^{1/2} W_0(r)$, with ρ_{ε_0} the long-run correlation between $B(r)$ and $B_0(r)$ and $(W(r), W_0(r))$ two standard independent Brownian motion processes. Taking into account that the equation (2.2) for the stochastic trend component can be expressed by backsubstitution as $\eta_t = \eta_0 M_{t,0} + \varepsilon_t + \sum_{k=1}^{t-1} \varepsilon_k M_{t,k}$, with $M_{t,k} = \prod_{i=k+1}^t \alpha_i$, $k = 0, 1, \dots, t-1$, and $M_{t,t} = 1$, we can reverse the order of the subscripts on ϕ_i and ε_k without altering the result in view of the stationarity assumption concerning these error terms, which gives the more convenient representation $\eta_t = \eta_0 M_{t,0} + \varepsilon_1 + \sum_{k=2}^t \varepsilon_k M_{k-1,0}$ based on forward summations.

Now, using the same development as in Theorem 1 in McCabe and Smith (1998) we have that:

$$M_{[na],0} = \exp\left(\sum_{i=1}^{[na]} \log(1 + \phi \beta)\right) \phi \mathbf{1} + O_p(n^{-1/2-\lambda}) \quad (7.4.13)$$

For $[na] = k-1, k = 2, \dots, t+1$, which gives:

$$\begin{aligned} n\bar{\eta}^{1/2} &= B(r) + \omega n^{-1/2-\lambda} \int_0^r (s) dB(s) + O_p(n^{-1/2-\lambda}) \\ &+ n\bar{\eta}^{1/2} \{1 + \omega n^{-1/2-\lambda} (r) + O_p(n^{-1/2-\lambda})\} \\ &= B_n(r) \oplus \int_0^r (s) dB(s) \oplus (n^{-1/2-\lambda})^\gamma \end{aligned} \quad (7.4.14)$$

Where the last equality follows from taking $\lambda = 1/2$ and under the assumption that the initial value is of order $\eta_0 = O_p(n^\gamma), 0 \leq \gamma < 1/2$. Then, by application of the CMT we have that

$$\begin{aligned} n\bar{\eta}^{1/2} &= B(r) + \omega \int_0^r (s) dB(s) \\ &= \sigma_\infty \left\{ W(r) + \omega \sigma_{u,\rho} \rho_{\epsilon u} \int_0^r W(s) dW(s) \right\} + \omega \sigma_\infty \sigma_{u,\infty} (1 - \rho_{\epsilon u}^2)^{1/2} \int_0^r W_u(s) dW(s) \end{aligned} \quad (7.4.15)$$

Where this limiting result depends on the magnitude of ω , the two long-run variances $\sigma_\infty, \sigma_{u,\infty}$ and the correlation coefficient $|\rho_{\epsilon u}| \leq 1$. With this we get an asymptotically comparable result to the limiting distribution $H_\alpha(r)$ for a weak bilinear unit root process and in this sense it seems an interesting exercise to evaluate the power of our tests against this alternative. The next Table 2 presents the results of a simulation experiment based on 5000 independent replications with $(\epsilon_t, u_t)' \sim iidN(\mathbf{0}_2, \mathbf{I}_2)$ for different sample sizes, deterministic components, and values of the scale parameter ω .

Table 7.2.1 Finite sample power of the new tests statistics for a weak BLUR(1) process under a local heteroskedastic STUR(1) alternative

			$\omega = 1.0$	2.5	5.0	10.0
No deterministic	$n = 100$	$c = 0$	0.0552	0.0740	0.1302	0.3142
		$c = 4$	0.0528	0.0722	0.0886	0.1894
		$c = 12$	0.0400	0.0412	0.0544	0.0950
	$n = 250$	$c = 0$	0.0620	0.0822	0.1334	0.3162
		$c = 4$	0.0618	0.0696	0.0964	0.1984
		$c = 12$	0.0432	0.0482	0.0582	0.1032
	$n = 500$	$c = 0$	0.0640	0.0766	0.1356	0.2958
		$c = 4$	0.0646	0.0752	0.1052	0.1930
		$c = 12$	0.0466	0.0550	0.0698	0.1066
Demeaned	$n = 100$	$c = 0$	0.0340	0.0496	0.0832	0.1994
		$c = 4$	0.0174	0.0212	0.0300	0.0578
		$c = 12$	0.0014	0.0014	0.0016	0.0030
	$n = 250$	$c = 0$	0.0526	0.0708	0.1086	0.2516
		$c = 4$	0.0412	0.0426	0.0632	0.1280
		$c = 12$	0.0160	0.0186	0.0238	0.0366
	$n = 500$	$c = 0$	0.0620	0.0728	0.1198	0.2714
		$c = 4$	0.0504	0.0630	0.0874	0.1596
		$c = 12$	0.0328	0.0382	0.0468	0.0788
Demeaned and detrended	$n = 100$	$c = 0$	0.0058	0.0074	0.0168	0.0326
		$c = 4$	0.0000	0.0002	0.0006	0.0024
		$c = 12$	0.0000	0.0000	0.0002	0.0010
	$n = 250$	$c = 0$	0.0312	0.0434	0.0714	0.1400
		$c = 4$	0.0084	0.0100	0.0144	0.0292
		$c = 12$	0.0002	0.0002	0.0006	0.0008
	$n = 500$	$c = 0$	0.0480	0.0566	0.0970	0.2020
		$c = 4$	0.0290	0.0374	0.0556	0.0894
		$c = 12$	0.0074	0.0112	0.0126	0.0176

In general we can appreciate that our test statistics has no significant power against this STUR alternative, except for relatively high values of the scale parameter ω .

7.5. Empirical illustration

In order to illustrate the application of this new testing procedure for detecting a bilinear unit root as an alternative to the fixed-unit root process, we consider the analysis of four major stock market indices: daily prices of the IBEX35, SP500 and DJCA stock market indexes, and weekly prices of the CAC40 index. To our knowledge, the T-test for a bilinear unit root has been used in practice in very few papers, Charemza et.al. (2005), Hristova (2005), and Tabak (2007). In all the cases, the authors recommend the use of stock log-price series obtained from return series corrected by GARCH-type effects.

We don't formally explore the consequences of omitting this type of correction on the size and power properties of any of this test statistics, but we conduct the empirical analysis on the original log-price series⁵². In order to incorporate some kind of weak dependence in the observed process it is possible to consider an extended version of the auxiliary regression in (4.2) given by:

$$\Delta Y_t = \alpha Z_{t-1} + \tau'_{t,p-1} \phi_{p-1} + \sum_{k=1}^q \varphi_k \Delta Y_{t-k} + \zeta_t$$

This model directly results from the assumption that η_t follows a BL(q+1,0,1,1) model, $q \geq 1$, with a fixed unit root component, that is $(1 - \alpha \sum_{r=1}^{q+1} \eta_r) \eta_t = \alpha \varepsilon_t + \eta_{t-1} \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$, where the autoregressive polynomial can be decomposed as $1 - \alpha \sum_{r=1}^{q+1} \eta_r = (1 - L)^k \sum_{j=1}^{q+1} \eta_j L^j + (1-L)(1 + \sum_{k=1}^q \sum_{j=k+1}^{q+1} \eta_j L^j)$, which gives $\Delta \eta_t = \alpha \varepsilon_{t-1} \eta_{t-1} + \sum_{k=1}^q \varphi_k \Delta \eta_{t-k} + \varepsilon_t$ under the autoregressive unit root restriction $\sum_{k=1}^{q+1} \alpha_k = 1$, and with $\varphi_k = \alpha \sum_{j=k+1}^{q+1} \eta_j$. A similar result is obtained under the assumption of a BL(1,q+1,1,1) model, that is $\eta_t = (\alpha_1 + \alpha \varepsilon_{t-1}) \eta_{t-1} + \sum_{k=1}^{q+1} c_k \varepsilon_{t-k} + \varepsilon_t$, and also under the BL(1,0,1,1) parameterization with the error term ε_t following a linear process, $\varepsilon_t = C(L)u_t$. In any case, under the null of a fixed unit root, $\alpha = 0$, the augmentation terms $\Delta \eta_{t-k}$ (and ΔY_{t-k}) are all stationary, so that their presence should not interfere with the asymptotic results. In practice, to avoid a collinearity effect with the nonstationary regressor $Z_{t-1} \Delta Y_{t-1}$, it is precise to run the OLS fitting of this augmented auxiliary regression without the first lag of ΔY_{t-1} , that is $\Delta Y_t = \alpha Z_{t-1} + \tau'_{t,p-1} \phi_{p-1} + \sum_{k=1}^q \varphi_k \Delta Y_{t-k-1} + \zeta_t$. The following Table 7.3 presents the details of this analysis for each series.

Table 7.3 Results of tests for a bilinear unit root

2.A. Daily closing log-prices of IBEX35 (01.09.1995-17.09.1999) $n = 1015$		Deterministic component (polynomial trend)			
		None	$p = 0$	$p = 1$	$p = 2$
$\hat{T}_{n,p}(q)$	$q = 0$	3.6036	3.4561	3.4403	3.3851
	1		3.7683		
	2		3.6659		
	3		3.6642		
	4		3.6691		
	5		3.6917		
$\tilde{D}_{n,p}(q_n)$	$c = 0$	2.6648	0.0707	0.1932	
	$c = 12$	2.0004	0.0585	0.1615	

⁵² For the price series of the IBEX35 stock market index we choose the same sample period as in Charemza et.al. (2005) to compare the results of both test procedures but without the correction for GARCH effects. The results obtained are very similar to the former ones, thus indicating that this type of potential effect could have little influence on the estimated value of the T-test statistics.

Table 7.3.1 Results of tests for a bilinear unit root (continuation)

2.B. Daily closing log-prices of SP500 (03.01.2000-26.01.2012) $n = 3036$		Deterministic component (polynomial trend)			
		None	$p = 0$	$p = 1$	$p = 2$
$\hat{T}_{n,p}(q)$	$q = 0$	-4.8153	-4.8155	-4.8257	-4.8267
	1		-5.1279		
	2		-5.0582		
	3		-5.0639		
	4		-5.1023		
	5		-5.0936		
$\tilde{D}_{n,p}(q_h)$	$c = 0$	0.1229	0.1229	0.0928	
	$c = 12$	0.1758	0.1757	0.1333	
2.C. Daily closing log-prices of DJCA (03.01.2000-26.01.2012) $n = 3048$		Deterministic component (polynomial trend)			
		None	$p = 0$	$p = 1$	$p = 2$
$\hat{T}_{n,p}(q)$	$q = 0$	-3.6586	-3.6634	-3.6678	-3.6682
	1		-3.8145		
	2		-3.7421		
	3		-3.7666		
	4		-3.7930		
	5		-3.7765		
$\tilde{D}_{n,p}(q_h)$	$c = 0$	0.0731	0.0772	0.0807	
	$c = 12$	0.1002	0.1061	0.1109	
2.D. Weekly closing log-prices of CAC40 (04.01.2002-27.01.2012) $n = 526$		Deterministic component (polynomial trend)			
		None	$p = 0$	$p = 1$	$p = 2$
$\hat{T}_{n,p}(q)$	$q = 0$	-2.4586	-2.4673	-2.4675	-2.5188
	1		-2.4058		
	2		-2.3757		
	3		-2.4304		
	4		-2.3661		
	5		-2.4482		
$\tilde{D}_{n,p}(q_h)$	$c = 0$	0.1229	0.1262	0.3763	
	$c = 12$	0.1369	0.1404	0.4019	

Note. For the T-test of Charemza et.al. (2005), the case $q = 0$ corresponds to the standard OLS T-ratio test statistic computed from (4.2), with $q > 1$ indicating the OLS T-ratio test statistic computed from (4.2) with the augmentation of q lags of ΔY_{t-1} . For the computation of the kernel LRV in the new test statistic, we consider the deterministic bandwidth parameter given by $q_n = [c \cdot (n/100)^{1/4}]$, with $c = 0$ and $c = 12$.

The analysis of this results indicate that there is no clear evidence about the existence of a bilinear unit root in this series, except for the IBEX35 and DJCA log-price series where for a 10% significance level both test procedures agree when considering the specification of the deterministic component with a constant term.

Further analysis must be done in both cases on the effects of misspecification of the deterministic component such as, for example, the existence of structural breaks that seems to be a prominent feature of some of this series for long time periods.

7.6 Conclusions

In this paper we have set out to investigate the effects that a particular member of the class of stochastic (or randomized) unit root (STUR) processes have on some commonly used tests for the null hypothesis of stationarity against the alternative of a fixed (or linear) unit root. This STUR process, the weak bilinear unit root process (weak BLUR), is given by a restricted and reparameterized version of a simple first order diagonal bilinear model, the BL(1,0,1,1) model, that seems to be useful for characterizing the behaviour of some financial time series and for replicating some of their stylized facts, such as periods of high persistence and conditional heteroskedasticity. This type of nonstationary processes was initially considered by Charemza et.al. (2005) and was subsequently studied by Lifshits (2006), who established an invariance principle that is the basis for our developments.

With this results, we found that these test procedures are consistent, at the usual rates, against this alternative but for high values of the bilinear parameter can lead to wrongly identify stationarity as a consequence of the way in which this limit distribution depends on the value of this key parameter. As an alternative to an existing parametric testing procedure proposed by Charemza et.al. (2005), we propose two alternative and equivalent test statistics based on a simple modification of the KPSS test that have the main advantage of allowing for a very general specification and treatment of the deterministic component. We derive their limit distributions under the null of a fixed unit root and under the alternative of a weak bilinear effect and found through a simulation experiment that have acceptable power in finite samples.

Appendix A. Proof of Proposition 7.3.1

Given the polynomial decomposition $C(L) = C(1) - (1-L)\tilde{C}(L)$, with $\tilde{C}(L) = \sum_{j=0}^{\infty} \tilde{c}_j L^j$, $\tilde{c}_j = \sum_{i=j+1}^{\infty} c_i$, and $\sum_{j=0}^{\infty} \tilde{c}_j^2 < \infty$, then ε_t can be represented as

$$\varepsilon_t = C(1)u_t - (1-L)\tilde{C}(L)u_t = v_t - (\tilde{u}_t - \tilde{u}_{t-1}) \quad (\text{A.1})$$

With $v_t = C(1)u_t$, and $\tilde{u}_t = \tilde{C}(L)u_t$. Then, for the linear process $\varepsilon_t = C(L)u_t$, this decomposition yields directly the martingale approximation to the partial sum process of a stationary time series, and thus it is verified that:

$$n\varepsilon^{1/2} \sum_{t=1}^{[nr]} B(r) \Rightarrow \sigma W(r)_{\infty} \quad (\text{A.2})$$

From the distributional assumptions on u_t we have that v_t is either iid (Case (a)), or a MDS (Case (b)), with zero mean and variance $\omega_v^2 = E[v_t^2] = C(1)^2 \sigma_u^2$, with $\omega_v^2 = \sigma_{\infty}^2$. Also, it is verified that $E[\tilde{u}_t^2] < \infty$, which implies that $\tilde{u}_t = O_p(1)$. Using (A.1), we have that $\alpha_t(\theta)$ can be decomposed as $\alpha_t(\theta) = \alpha_0 + \alpha\varepsilon_{t-1} = \alpha_0 + \alpha[v_{t-1} - (\tilde{u}_{t-1} - \tilde{u}_{t-2})]$, that is:

$$\alpha_t(\theta) = \alpha_0 + \alpha v_{t-1} - \alpha(\tilde{u}_{t-1} - \tilde{u}_{t-2}) = \alpha_{v,t}(\theta) - \alpha(\tilde{u}_{t-1} - \tilde{u}_{t-2})$$

So that we can write:

$$\begin{aligned} \eta_t &= \alpha_t(\theta)\eta_{t-1} + \varepsilon_t = [\alpha_{v,t}(\theta) - \alpha(\tilde{u}_{t-1} - \tilde{u}_{t-2})]\eta_{t-1} + v_t - (\tilde{u}_t - \tilde{u}_{t-1}) \\ &= \alpha_{v,t}(\theta)\eta_{t-1} + v_t - \alpha(\tilde{u}_{t-1} - \tilde{u}_{t-2})\eta_{t-1} - (\tilde{u}_t - \tilde{u}_{t-1}) \end{aligned}$$

Under $\theta = \theta_n = \alpha(1)$, we then have:

$$\eta_{t,n} = \alpha_{v,t}(\theta_n)\eta_{t-1,n} + v_t - \alpha_n(\tilde{u}_{t-1} - \tilde{u}_{t-2})\eta_{t-1,n} - (\tilde{u}_t - \tilde{u}_{t-1}) \quad (\text{A.3})$$

Where $\alpha_{v,t}(\theta_n) = 1 + \alpha_n v_{t-1}$. Now, as in Lifshits (2006), we consider the auxiliary sequence $Y_{t,n}$ defined as $Y_{t,n} = (\alpha + v) \eta_t = \alpha_{v,t}(\theta_n) \eta_{t,n}$ which, from (A.3), can also be written as $Y_{t,n} = \alpha_{v,t}(\theta_n) \eta_{t,n} = \alpha_{v,t}(\theta_n) (\eta_{t-1,n} + v_{t-1} - \alpha_n(\tilde{u}_{t-1} - \tilde{u}_{t-2})\eta_{t-1,n} - (\tilde{u}_t - \tilde{u}_{t-1}))$. Now, using:

$$\eta_{t,n} = Y_{t-1,n} + v_t - \alpha_n(\tilde{u}_{t-1} - \tilde{u}_{t-2})\eta_{t-1,n} - (\tilde{u}_t - \tilde{u}_{t-1})$$

We have:

$$\begin{aligned}
 Y_{t,n} - \alpha_{v,t+1} \theta_n Y_{t-1,n} &= \alpha_{v,t+1} (\theta_n [Y_{t-1,n} + v_t - \alpha_n (\tilde{u}_{t-1} - \tilde{u}_{t-2}) \eta_{t-1,n} - (\tilde{u}_t - \tilde{u}_{t-1})]) - Y_{t-1,n} \\
 &= \alpha_{v,t+1} (\theta_n (Y_{t-1,n} + v_t) - Y_{t-1,n} \\
 &\quad - \alpha_{v,t+1} (\theta_n [\alpha_n (\tilde{u}_{t-1} - \tilde{u}_{t-2}) \eta_{t-1,n} + (\tilde{u}_t - \tilde{u}_{t-1})])
 \end{aligned}$$

Where the first term is given by:

$$\begin{aligned}
 \alpha_{v,t+1} (\theta_n (Y_{t-1,n} + v_t) - Y_{t-1,n}) &= (1 + \alpha_n v_t) (Y_{t-1,n} + v_t) - Y_{t-1,n} = v_t + \alpha_n v_t (Y_{t-1,n} + v_t) \\
 &= (1 + \alpha_n v_t) v_t + \alpha_n [v_t^2 \omega + \omega]
 \end{aligned}$$

Then, scaling by $n^{-1/2}$ gives:

$$\begin{aligned}
 \frac{Y_{t,n}}{\sqrt{n}} - \frac{Y_{t-1,n}}{\sqrt{n}} \alpha &= \left(1 + \frac{Y_{t-1,n}}{\sqrt{n}} \right) \frac{v_t}{\sqrt{n}} + \frac{\omega \alpha}{\sqrt{n}} + \frac{v_t^2 - v_t}{\sqrt{n}} + \frac{\alpha \omega^2}{n} \\
 &\quad - \alpha_{v,t+1} (\theta_n) \left\{ \alpha \frac{(\tilde{u}_{t-1} - \tilde{u}_{t-2}) \eta_{t-1,n}}{\sqrt{n}} + \frac{(\tilde{u}_t - \tilde{u}_{t-1})}{\sqrt{n}} \right\}
 \end{aligned}$$

Under the additional condition $m \geq 4$, then $n \alpha [n^{-1/2} (v_t^2 - v_t)]^2 = n^{-1/2} O_p(\eta_t^{1/2})$. Also, given that:

$$\alpha_{v,t} (\theta_n) = 1 + \alpha_n v_{t-1} = 1 + \alpha (n^{-1/2} v_{t-1}) = 1 + \alpha O_p(n^{-1/2})$$

And:

$$[n^{-1/2} (\tilde{u}_{t-1} \eta_{t-1,n} - \tilde{u}_{t-2} \eta_{t-2,n})] = O_p(n^{-1/2}) O(1) = O_p(n^{-1/2})$$

Then we can write:

$$\frac{Y_{t,n}}{\sqrt{n}} - \frac{Y_{t-1,n}}{\sqrt{n}} \alpha = \left(1 + \frac{Y_{t-1,n}}{\sqrt{n}} \right) \frac{v_t}{\sqrt{n}} + O_p\left(\frac{\alpha \omega^2}{n}\right) - n^{-1/2}$$

Which gives the same solution to $H_\alpha(r)$ that under the iid assumption but with the short-run variance σ_ε^2 replaced by σ_∞^2 , that is:

$$H_\alpha(r) = A_\alpha(r) \int_0^r \frac{1 + \alpha \sigma_\infty^2 s}{A_\alpha(s)} (dW(s) - \alpha \sigma_\infty ds) + \alpha \sigma_\infty r^2$$

$$\text{With } A_\alpha(r) = \exp\left(\int_0^r (W(s) - \alpha \sigma_\infty^2 s) ds\right)$$

Appendix B. Proof of Proposition 7.3.3.

Given the asymptotic distribution of the KPSS tests under the weak BLUR alternative:

$$M_{\alpha,\beta} = K^{-1} \int_0^1 \left(\int_0^r H_{\alpha,\beta}(s) ds \right)^2 dr / \int_0^1 H_{\alpha,\beta}(r)^2 dr = K^{-1} \frac{M_{1,\beta}(\alpha)}{M_{2,\beta}(\alpha)}$$

We consider the first-order Taylor series expansion in α , that is,

$$M_p(\alpha) = M_p + \alpha \cdot \left. \frac{\partial M_p(\alpha)}{\partial \alpha} \right|_{\alpha=0} + O_p(\alpha^2)$$

With the aim of get evidence about the behaviour of the power profile as a function of α . Given that:

$$\frac{\partial M_p(\alpha)}{\partial \alpha} = M_{2,p}^{-1} \left\{ K^{-1} \left[\frac{\partial M_{1,p}(\alpha)}{\partial \alpha} M_p(\alpha) - \frac{\partial M_{2,p}(\alpha)}{\partial \alpha} \right] \right\}$$

$$\frac{\partial}{\partial \alpha} M_{1,p}(\alpha) = 2 \int_0^1 \left(\int_0^r H_p(s) ds \right) \left(\int_0^r \frac{\partial H_{\alpha,p}(s)}{\partial \alpha} ds \right) dr$$

And:

$$\frac{\partial}{\partial \alpha} M_{2,p}(\alpha) = 2 \int_0^1 H_p(r) \frac{\partial H_{\alpha,p}(r)}{\partial \alpha} dr$$

Where:

$$\begin{aligned} \frac{\partial H_{\alpha,p}(r)}{\partial \alpha} &= \frac{\partial H_p(r)}{\partial \alpha} - \tau_p'(r) \left(\int_0^1 \tau_p(s) \tau_p'(s) ds \right)^{-1} \int_0^1 \tau_p(s) \frac{\partial H_p(s)}{\partial \alpha} ds \\ &= B(r)^2 - \tau_p'(r) \left(\int_0^1 \tau_p(s) \tau_p'(s) ds \right)^{-1} \int_0^1 \tau_p(s) B(s)^2 ds + O_p(\alpha) \\ &= B_{2,p}(r) + O_p(\alpha) \end{aligned}$$

Then:

$$\left. \frac{\partial M_p(\alpha)}{\partial \alpha} \right|_{\alpha=0} = 2M_{2,p}^{-1} \left\{ K^{-1} \int_0^1 \left(\int_0^r B_p(s) ds \right) \left(\int_0^r B_{2,p}(s) ds \right) dr - M_p \cdot \int_0^1 B_p(r) B_{2,p}(r) dr \right\}$$

Which finally gives:

$$M_p(\alpha) = M_p + 2\alpha M_{2,p}^{-1} \times \left\{ K^{-1} \int_0^1 \left(\int_0^r B_p(s) ds \right) \left(\int_0^r B_{2,p}(s) ds \right) dr - M_p \cdot \int_0^1 B_p(r) B_{2,p}(r) dr \right\} + O_p(\alpha^2)$$

To this order of magnitude (i.e., where terms in α^2 and higher powers are ignored), the second expression above determine the power distortion of the KPSS tests for small α under the weak BLUR alternative. Given that the expected value of the elements of the two integrals between brackets is not zero, there is both a scale shift and a displacement of the distribution to the left.

Appendix C. Proof of Proposition 7.4.3

From the OLS residual sequence in (2.4), we have that its first difference is given by:

$$\tilde{\eta}_{t,p} = \Delta \hat{\eta}_{t,p} = \tilde{\eta}_t - n^{-\nu} \Delta \tau'_p \left(\frac{t}{n} \right) \cdot [n^\nu \Gamma_n^{-1} (\hat{\beta}_{p,n} - \beta_p)] \quad (\text{E.1})$$

Where $\tilde{\eta}_t = \Delta \eta_t$. Thus, the scaled partial sum process of this first differenced residuals is given by:

$$n^{1/2} \sum_{t=1}^{[nr]} \tilde{\eta}_{t,p} \eta_{\alpha}^{-1/2} \mathbb{H}_{[nr],p} (r) - n_p^{-(\nu+1/2)} \tau \left[n \frac{[nr]}{pn} \left(\frac{r}{p} \right) \Gamma^{-1} \hat{\beta} \right] \beta \quad (\text{E.2})$$

With $n^{1/2} \sum_{t=1}^{[nr]} \tilde{\eta}_{t,p} \eta_{\alpha}^{-1/2} \mathbb{H}_{[nr],p} (r) - n_p^{-(\nu+1/2)} \tau \left[n \frac{[nr]}{pn} \left(\frac{r}{p} \right) \Gamma^{-1} \hat{\beta} \right] \beta$, defined in (3.7), under the weak BLUR assumption (that is, with $\nu = -1/2$ and $\theta_n = (1, \alpha_n)'$). Also, in (E.1), with $\nu = -1/2$ we have that $\Delta \tau'_p \left(\frac{t}{n} \right) = O(n^{-1})$, so that $\tilde{\eta}_{t,p} = \tilde{\eta}_t + O_p(n^{-1/2})$ and thus:

$$\tilde{Y}_n(h) = n^{-1} \sum_{t=h+1}^n \tilde{\eta}_{t,p} \tilde{\eta}_{t-h,p} = n^{-1} \sum_{t=h+1}^n \tilde{\eta}_t \tilde{\eta}_{t-h} + O_p(n^{-1/2}) \quad (\text{E.3})$$

Where $\tilde{\eta}_t = (\alpha_t(\theta_n) - 1)\eta_{t-1} + \varepsilon_t$. As an alternative to the use of first differences of OLS residuals from the original auxiliary regression in levels, (E.1), we can make use of the auxiliary regression based on first differences, that is:

$$\Delta Y_t = \tau'_{t,p-1} \Phi_{p-1} + \tilde{\eta}_t \quad (\text{E.4})$$

With OLS residuals given by:

$$\hat{\eta}_{t,p-1} = \Delta Y_t - \tau'_{t,p-1} \hat{\Phi}_{p-1,n} = \tilde{\eta}_t - n^{-\nu} \tau'_{p-1} \left(\frac{t}{n} \right) \cdot [n^\nu \Gamma_{p-1,n}^{-1} (\hat{\Phi}_{p-1,n} - \Phi_{p-1})] \quad (\text{E.5})$$

With:

$$n^\nu \Gamma_{p-1,n}^{-1} (\hat{\Phi}_{p-1,n} - \Phi_{p-1}) = \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \tau_{p-1} \left(\frac{j}{n} \right) \tau'_{p-1} \left(\frac{j}{n} \right) \right)^{-1} n^{-(1-\nu)} \sum_{j=1}^n \tau_{p-1} \left(\frac{j}{n} \right) \tilde{\eta}_j \quad (\text{E.6})$$

Taking now $\nu = 1/2$, and under the assumption of a weak bilinear unit root process, we have the following distribution limit for (E.6):

$$n^{-1/2} \Gamma_{p-1,n}^{-1} (\hat{\Phi}_{p-1,n} - \Phi_{p-1}) \Rightarrow \left(\int_0^1 \tau_{p-1}(s) \tau'_{p-1}(s) ds \right)^{-1} \int_0^1 \tau_{p-1}(s) dH(s) \quad (\text{E.7})$$

So that the scaled partial sum of these OLS residuals is given by:

$$n^{1/2} \sum_{t=1}^{[nr]} \hat{\eta}_{t,p-1} \eta_{\alpha}^{-1/2} \mathbb{H}_{[nr],p-1} (r) - n_p^{-(\nu+1/2)} \tau \left[n \frac{[nr]}{pn} \left(\frac{r}{p} \right) \Gamma_{p-1,n}^{-1} \hat{\Phi}_{p-1,n} \right] \Phi_{p-1} \quad (\text{E.8})$$

With weak limit given by $n^{1/2} \sum_{t=1}^{[nr]} \hat{\eta}_{t,p-1} \eta_{\alpha}^{-1/2} \mathbb{H}_{[nr],p-1} (r) - n_p^{-(\nu+1/2)} \tau \left[n \frac{[nr]}{pn} \left(\frac{r}{p} \right) \Gamma_{p-1,n}^{-1} \hat{\Phi}_{p-1,n} \right] \Phi_{p-1}$, where $B_{\alpha,p-1}(r)$ is a $(p-1)$ th-level $H_\alpha(r)$ process given by:

$$B_{\alpha,p-1}(r) = H_\alpha(r) - \int_0^r \tau'_{p-1}(s) ds \left(\int_0^1 \tau_{p-1}(s) \tau'_{p-1}(s) ds \right)^{-1} \int_0^1 \tau_{p-1}(s) dH_\alpha(s) \quad (\text{E.9})$$

Also, from the fact that $\tau'_{p-1}(\frac{t-1}{n}) = O(1)$, then $\hat{\eta}_{t,p-1} = \tilde{\eta}_t + O_p(n^{-1/2})$ as $n \rightarrow \infty$, and:

$$\hat{v}_n(h) = n^{-1} \sum_{t=h+1}^n \hat{\eta}_{t,p-1} \hat{\eta}_{t-h,p-1} = n^{-1} \sum_{t=h+1}^n \tilde{\eta}_t \tilde{\eta}_{t-h} + O_p(n^{-1/2}) \quad (\text{E.10})$$

As in (E.3), which gives:

$$\begin{aligned} \frac{1}{n} \sum_{t=h+1}^n \tilde{\eta}_{t,n} \tilde{\eta}_{t-h,n} &= \frac{1}{n} \sum_{t=h+1}^n \left(\alpha H_{n,\alpha} \left(\frac{t-1}{n} \right) \varepsilon_t + \varepsilon_t \right) \left(\alpha H_{n,\alpha} \left(\frac{t-h-1}{n} \right) \varepsilon_{t-h} + \varepsilon_{t-h} \right) \\ &= \alpha^2 \frac{1}{\sqrt{n}} \left\{ \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{t=h+1}^n H_{n,\alpha} \left(\frac{t-1}{n} \right) H_{n,\alpha} \left(\frac{t-h-1}{n} \right) \varepsilon_{t-1} \varepsilon_{t-h-1} \right\} \\ &\quad + \alpha \frac{1}{n} \sum_{t=h+1}^n \left(H_{n,\alpha} \left(\frac{t-1}{n} \right) \varepsilon_{t-1} \varepsilon_{t-h} + H_{n,\alpha} \left(\frac{t-h-1}{n} \right) \varepsilon_{t-h-1} \varepsilon_t \right) + \frac{1}{n} \sum_{t=h+1}^n \varepsilon_t \varepsilon_{t-h} \end{aligned} \quad (\text{E.11})$$

From the recursive relation $H_{n,\alpha}(\frac{t-1}{n}) = H_{n,\alpha}(\frac{t}{n}) + O_p(n^{-1/2})$, we then have that $H_{n,\alpha}(\frac{t-h-1}{n}) = H_{n,\alpha}(\frac{t-1}{n}) + O_p(n^{-1/2})$ for any $h \geq 1$, so that the term between brackets can be written as:

$$\frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{t=h+1}^n H_{n,\alpha} \left(\frac{t-1}{n} \right) H_{n,\alpha} \left(\frac{t-h-1}{n} \right) \varepsilon_{t-1} \varepsilon_{t-h-1} = \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{t=h+1}^n H_{n,\alpha} \left(\frac{t-1}{n} \right) \varepsilon_{t-1} \varepsilon_{t-h-1} + O_p(n^{-1/2}) \quad (\text{E.12})$$

Which is $O_p(1)$, so that the first summand term in (E.11) is $O_p(n^{-1/2})$. Also, for the second summand term we have that:

$$\alpha \frac{1}{n} \sum_{t=h+1}^n H_{n,\alpha} \left(\frac{t-h-1}{n} \right) \varepsilon_{t-h-1} \varepsilon_t = \alpha \frac{1}{\sqrt{n}} \left\{ \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{t=h+1}^n H_{n,\alpha} \left(\frac{t-h-1}{n} \right) \varepsilon_{t-h-1} \varepsilon_t \right\} \quad (\text{E.13})$$

Where the stochastic limit of the term between brackets is finite and thus it is again of order $O_p(n^{-1/2})$. The last term in (E.11) is the usual h -lag order sample covariance of the error sequence ε_t , which by standard application of the WLLN under stationarity and weak dependence gives $n \varepsilon \sum_{t=h+1}^n \varepsilon_{t-h} \rightarrow \mathbb{E}[\varepsilon \varepsilon_{t-h}]$. Finally, for the first term in the second summand of (E.11) we have the following two possible situations. When $h > 1$, it is of application the same argument as before in (E.13), that is:

$$\alpha \frac{1}{n} \sum_{t=h+1}^n H_{n,\alpha} \left(\frac{t-1}{n} \right) \varepsilon_{t-1} \varepsilon_{t-h} = \alpha \frac{1}{\sqrt{n}} \left\{ \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{t=h+1}^n H_{n,\alpha} \left(\frac{t-1}{n} \right) \varepsilon_{t-1} \varepsilon_{t-h} \right\} = O_p(n^{-1/2}) \quad (\text{E.14})$$

While that for $h = 1$, then it can be written as:

$$\begin{aligned} \alpha \frac{1}{n} \sum_{t=h+1}^n H_{n,\alpha} \left(\frac{t-1}{n} \right) \varepsilon_{t-1}^2 &= \alpha \frac{1}{n} \sum_{t=h+1}^n H_{n,\alpha} \left(\frac{t-1}{n} \right) [(\varepsilon_{t-1}^2 - \sigma_\varepsilon^2) + \sigma_\varepsilon^2] \\ &= \alpha \frac{1}{\sqrt{n}} \left\{ \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{t=h+1}^n H_{n,\alpha} \left(\frac{t-1}{n} \right) (\varepsilon_{t-1}^2 - \sigma_\varepsilon^2) \right\} + \alpha \sigma_\varepsilon^2 \frac{1}{n} \sum_{t=h+1}^n H_{n,\alpha} \left(\frac{t-1}{n} \right) \end{aligned}$$

By the stationarity of the sequence $(\varepsilon_{t-h}^2 - \sigma_\varepsilon^2)$, $h \geq 0$, and under the condition of existence of the fourth moment $E[\varepsilon_t^4] < \infty$, then:

$$\frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{t=h+1}^n (\varepsilon_{t-h}^2 - \sigma_\varepsilon^2) \Rightarrow B(r)_\varepsilon = \kappa_2 \cdot W(r)$$

With $\kappa_\varepsilon^2 = E[(\varepsilon_t^2 - \sigma_\varepsilon^2)^2]$. With this, the term between brackets is $O_p(1)$ and thus we have:

$$\alpha \frac{1}{n} \sum_{t=h+1}^n H_{n,\alpha}(\frac{t-1}{n}) \varepsilon_{t-1}^2 = \alpha \sigma_\varepsilon^2 \frac{1}{n} \sum_{t=h+1}^n H_{n,\alpha}(\frac{t-1}{n}) + O_p(n^{-1/2}) \Rightarrow \alpha \sigma_\varepsilon^2 \int_0^1 H_\alpha(s) ds$$

Then, putting together all these results we have $\hat{\nu}_n(h), \tilde{\nu}_n(h) \rightarrow^p \gamma(h)$, $h > 1$, and:

$$\hat{\nu}_n(h), \tilde{\nu}_n(h) \Rightarrow \gamma(h) + \alpha \sigma_\varepsilon^2 \int_0^1 H(s) ds \quad h = 1 \quad (E.15)$$

With $\gamma(h) = 0$ for all $h \geq 1$ under serially uncorrelated error terms. For the particular case where $h = 0$ we have that:

$$\begin{aligned} \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \tilde{\nu}_{t,n}^2 &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (\alpha H_{n,t}(\frac{t-1}{n}) \varepsilon_t + \varepsilon_t)^2 \\ &= \alpha^2 \frac{1}{\sqrt{n}} \left\{ \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{t=1}^n H_{n,\alpha}^2(\frac{t-1}{n}) (\varepsilon_{t-1}^2 - \sigma_\varepsilon^2) \right\} + \alpha^2 \sigma_\varepsilon^2 \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n H_{n,\alpha}^2(\frac{t-1}{n}) \\ &\quad + \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n 2\alpha \left\{ \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{t=1}^n H_{n,\alpha}(\frac{t-1}{n}) \varepsilon_t \right\} \end{aligned}$$

Which gives:

$$\hat{\nu}_n(0), \tilde{\nu}_n(0) \Rightarrow \sigma_\varepsilon^2 \left(1 + \alpha^2 \int_0^1 H(s)^2 ds \right) \quad (E.16)$$

Using some of the above results concerning the probability order of magnitude of the terms between brackets.

References

- Afonso-Rodríguez, J.A. (2012a). On the analysis of joint confirmation of a unit root under a weak bilinear unit root process. Mimeo. University of La Laguna.
- Afonso-Rodríguez, J.A. (2012b). On the behaviour of stationarity tests under a stochastic unit root (STUR) alternative. Mimeo. University of La Laguna.
- Berenguer-Rico, V. (2011). Co-summability. From linear to non-linear co-integration. PH-D Thesis, Universidad Carlos III de Madrid.
- Breitung, J. (2002). Nonparametric tests for unit roots and cointegration. *Journal of Econometrics*, 108(2), 343-363.
- Breitung, J., A.M.R. Taylor (2003). Corrigendum to "Nonparametric tests for unit roots and cointegration". *Journal of Econometrics*, 117(2), 401-404.
- Carrion-i-Silvestre, J.L., A. Sansó (2006). A guide to the computation of stationarity tests. *Empirical Economics*, 31, 433-448.
- Charemza, W.W., M. Lifshits, S. Makarova (2005). Conditional testing for unit-root bilinearity in financial time series: some theoretical and empirical results. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 29(1-2), 63-96.

- Francq, C., S. Makarova, J.M. Zakoian (2008). A class of stochastic unit-root bilinear processes: mixing properties and unit-root tests. *Journal of Econometrics*, 142(1), 312-326.
- Giraitis, L.P., R.L. Kokoszka, G. Teyssiere (2003). Rescaled variance and related tests for long memory in volatility and levels. *Journal of Econometrics*, 112(2), 265-294.
- Gonzalo, J., J.Y. Pitarakis (2006). Threshold effects in cointegrating relationships. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 68(1), 813-833.
- Gonzalo, J., T.H. Lee (1998). Pitfalls in testing for long run relationships. *Journal of Econometrics*, 86(1), 129-154.
- Granger, C.W.J., N.R. Swanson (1997). An introduction to stochastic unit-root processes. *Journal of Econometrics*, 80(1), 35-62.
- Hristova, D. (2005). Maximum likelihood estimation of a unit root bilinear model with an application to prices. *Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics*, 9(1), 1-13.
- Ibragimov, R., P.C.B. Phillips (2008). Regression asymptotics using martingale convergence methods. *Econometric Theory*, 24(4), 888-947.
- Kurozumi, E. (2002). Testing for stationarity with a break. *Journal of Econometrics*, 108(1), 63-99.
- Kwiatkowski, D., P.C.B. Phillips, P. Schmidt, Y. Shin (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of unit root. *Journal of Econometrics*, 54(1-3), 159-178.
- Leybourne, S., B.P.M. McCabe, A.R. Tremayne (1996). Can economic time series be differenced to stationarity?. *Journal of Business and Economic Statistics*, 14(4), 435-446.
- Leybourne, S., B.P.M. McCabe, T.C. Mills (1996). Randomized unit root processes for modelling and forecasting financial time series. *Journal of Forecasting*, 15(3), 253-270.
- Lifshits, M.A. (2006). Invariance principle in a bilinear model with weak nonlinearity. *Journal of Mathematical Sciences*, 137(1) (4541-4545).
- McCabe, B.P.M., A.R. Tremayne (1995). Testing a time series for difference stationarity. *The Annals of Statistics*, 23(3), 1015-1028.
- McCabe, B.P.M., R.J. Smith (1998). The power of some tests for difference stationarity under local heteroscedastic integration. *Journal of the American Statistical Association*, 93(442), 751-761.
- McCabe, B.P.M., R.J. Smith (1998). The power of some tests for difference stationarity under local heteroscedastic integration. *Journal of the American Statistical Association*, 93(442), 751-761.
- McLeish, D.L. (1975). Invariance principles for dependent variables. *Probability Theory and Related Fields*, 32(3), 165-178.
- Nagakura, D. (2009). Asymptotic theory for explosive random coefficient autoregressive models and inconsistency of a unit root test against a stochastic unit root process. *Statistics & Probability Letters*, 79(24), 2476-2483.

Phillips, P.C.B. (1987). Time series regression with a unit root. *Econometrica*, 55(2), 277-301.

Phillips, P.C.B., V. Solo (1992). Asymptotics for linear processes. *The Annals of Statistics*, 20(2), 971-1001.

Tabak, B.M. (2007). Testing for unit root bilinearity in the Brazilian stock market. *Physica A*, 385, 261-269.

Xiao, Z. (2001). Testing the null hypothesis of stationarity against an autoregressive unit root alternative. *Journal of Time Series Analysis*, 22(1), 87-103.

Xiao, Z., L.R. Lima (2007). Testing covariance stationarity. *Econometric Reviews*, 26(6), 643-667.

Yoon, G. (2004). A re-evaluation of the performance of the unit root and cointegration tests under STUR: no more pitfalls. Department of Economics, Pusan National University, Pusan, S. Korea, preprint.

Capítulo 8

Modelado y predicción de la tasa de interés interbancaria de equilibrio en México vía un proceso auto-recursivo de orden uno

Víctor Vázquez, Hugo Cruz, Hortensia Reyes, Bulmaro Juárez y Francisco Solano

V.Vázquez,H.Cruz, H.Reyes, B.Juárez & F.Solano
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Avenida San Claudio y 18 Sur, Colonia San Manuel ,Edificio 111A Oficina Número 09B, Planta baja, C.P. 72570, Ciudad Universitaria Puebla, Pue.
vvazquez@cfm.buap.mx

M.Ramos, F.Miranda (eds.) *Optimización-Estocástica-Recursiva-Coherente-Sistémica y sus variantes (probabilidad, econometría y estadística aplicada)*, Temas Selectos de Optimización-©ECORFAN-Santiago de Compostela, España, 2012.

Abstract

Via an auto-recursive process of order one some forecasts of the equilibrium interbankary rate of interest in Mexico are presented. Before doing such forecast we analyze the Durbin-Watson statistic in order to eliminate the possibility of a correlation of order one in the driven noise. Finally, from the martingale theory we present estimations of the unknown parameters of the model.

8 Introducción

El término Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio (TIIE) se refiere a la tasa de interés que corresponde al punto de equilibrio entre las tasa de interés pasivas y activas que se determinan a partir de la información de tasas de interés que los bancos presentan al Banco de México (Banxico) para su cálculo. Se le considera el equivalente en México del EURIBOR (European Interbank Offered Rate) y es vista también como la tasa principal líder activa, es decir, el principal indicador del precio del crédito en México. La TIIE es una tasa de interés a distintos plazos: 28, 91 y 182 días que se calcula diariamente.

Cuando un banco tiene problemas para captar recursos para financiar sus créditos, la TIIE es el coste al cual puede pedir prestado a otro banco. Por otro lado, los bancos con recursos que exceden su cartera de crédito pueden prestar dinero a otro banco con tasa de interés igual a la TIIE.

Esta tasa de interés fue introducida mediante modificaciones del 20 de marzo de 1995 a la Circular 2008/94 del Banco de México, en donde se estableció un procedimiento conforme al cual, el propio Banco con cotizaciones presentadas por las instituciones de crédito, determinará dicha tasa de interés interbancaria de equilibrio. Dicho procedimiento es un tanto complicado, pero puede resumirse en la serie siguiente de pasos:

Los bancos interesados en participar en la determinación de la TIIE hacen del conocimiento del Banco de México tal interés mediante un escrito dirigido la Gerencia de Operaciones Nacionales, en el que se señalen los nombres de las personas autorizadas a recibir información del procedimiento respectivo. Dicha comunicación deberá mostrar el conocimiento de firmas otorgado por la oficina de Operación de Cuentas de Efectivo del Banco de México, el cuál publicará en el Diario Oficial de la Federación el nombre de las instituciones participantes.

El Banco de México informa por escrito a las instituciones participantes los días hábiles bancarios en que recibirá cotizaciones de tasas de interés, los plazos y los montos para los cuales podrán presentar posturas. Las cotizaciones deberán presentarse a la Gerencia de Operaciones Nacionales del Banco de México, a más tardar a las 12:00 horas del día hábil bancario que corresponda. Para tal efecto, el Banco de México solicitará por lo menos a seis instituciones elegidas de manera aleatoria, que presenten, dentro del horario establecido, cotizaciones para cada uno de los plazos convocados para el día hábil bancario de que se trate.

Además, el Banco de México podrá señalar límites mínimos y máximos a los citados montos, dentro de los que podrán presentarse las cotizaciones en múltiplos de una cantidad base que al efecto señale el propio Banco de México, a la cual se le denomina monto base.

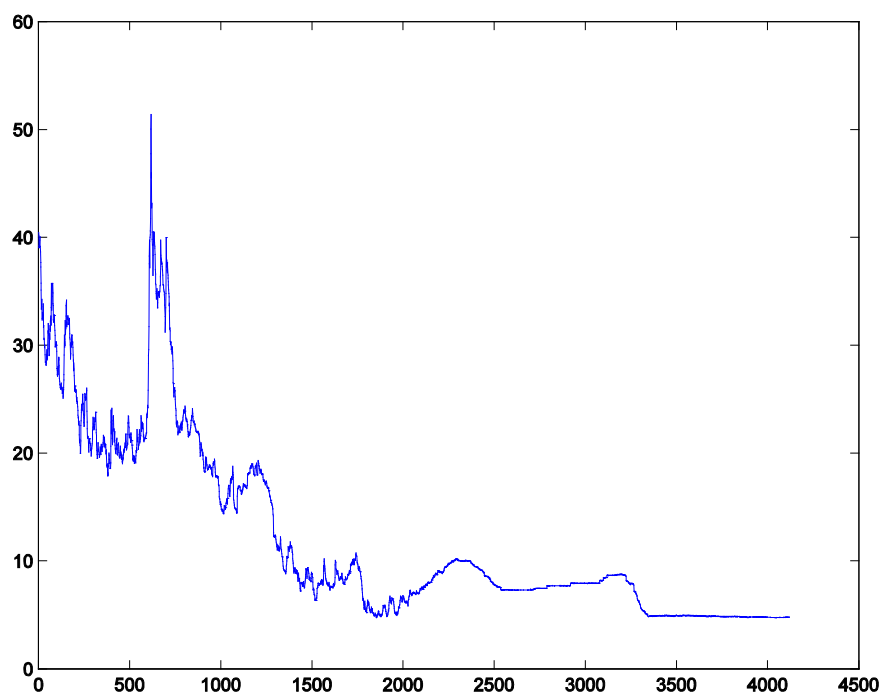
Si a más tardar a las 12:00 horas del día hábil bancario señalado para presentar las cotizaciones el Banco de México obtiene cuando menos seis de las instituciones participantes, procederá a calcular la TIIE.

Por otro lado, si no recibiera cuando menos seis cotizaciones, solicitará nuevamente a las instituciones elegidas sus cotizaciones a más tardar a las 12:15 horas. En caso de que con base en la nueva solicitud no se reciban cuando menos seis cotizaciones, el Banco de México solicitará a las instituciones participantes que hubieren presentado cotizaciones, le coticen nuevamente tasas y solicitará a otra u otras instituciones participantes, a más tardar a las 12:30 horas.

En el caso en que el Banco de México no haya podido determinar la TIIE o de que a su criterio, haya habido colusión entre las instituciones participantes, determinará dicha tasa considerando las condiciones prevalecientes en el mercado de dinero.

Los resultados generales quedarán a disposición de las instituciones participantes a más tardar a las 14:00 horas del mismo día en que se determinen las tasas a través del SIAC-BANXICO o de cualquier otro medio electrónico, de cómputo o telecomunicación que el Banco de México autorice al efecto. El Banco de México publicará en el Diario Oficial de la Federación las tasas y el nombre de las instituciones que participaron en su determinación, el día hábil bancario inmediato siguiente a aquél en que se hayan determinado

Gráfica 8.1 Evolución de la TIIE a 28 días



Fuente: Página web del Banco de México

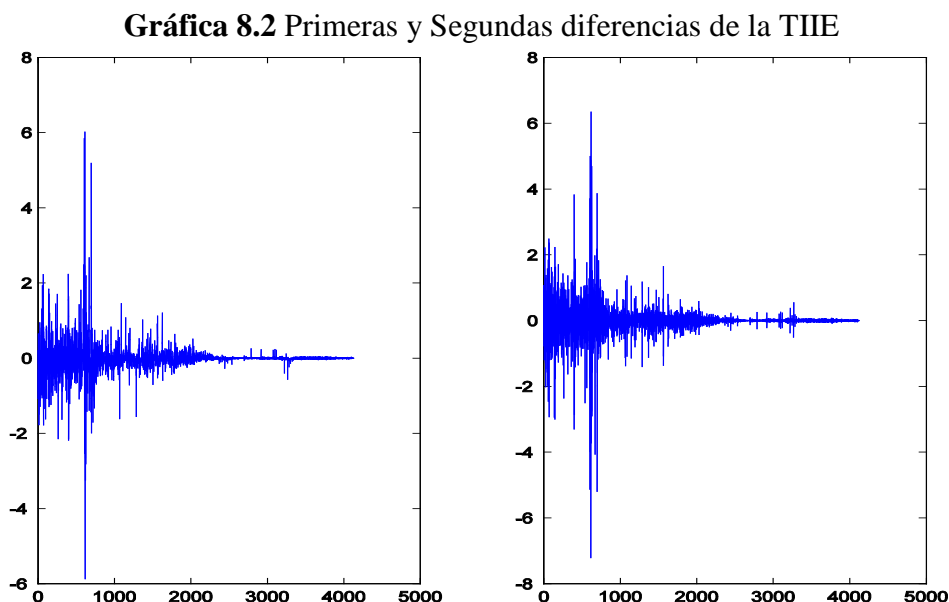
8.2 Modelado de la TIIE

En la Gráfica 8.1, se presenta la evolución diaria de la TIIE a 28 días desde el 28 de marzo de 1996 al 8 de agosto de 2012 (a partir de esta fecha se publica diariamente la TIIE).

Dado que las instituciones bancarias ofrecen productos financieros con tasas que se encuentran en términos de la TIIE (tarjetas de crédito, fondos de inversión, créditos hipotecarios, inversiones, etc.) es de interés tanto de las instituciones como de las personas interesadas en contratar algún producto que dependa de la TIIE el contar con un pronóstico de esta tasa de interés.

Dado que no es posible el conocer de manera segura el valor futuro de la TIIIE es necesario el considerar un enfoque estocástico para hallar un estimado de ésta.

De la Gráfica 1, puede conjeturarse que la serie definida por la TIIIE no es estacionaria. Con el fin de respaldar tal conjetura en la Gráfica 8.2 se observan las primeras y segundas diferencias de esta serie. Además, en la Gráfica 8.3 se presenta la función de Autocorrelación y de Autocorrelación Parcial.



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de México

Sin embargo, puede observarse cierta estabilidad en la TIIIE a partir de julio de 2009; sin embargo, para efectos del presente trabajo se considerarán los datos de los últimos 6 meses (7 de febrero de 2012 a 7 de agosto de 2012); así, en la Gráfica 8.4 se observa el comportamiento de la TIIIE junto con sus primeras diferencias en ese periodo.

Finalmente, en la Gráfica 8.5 se presenta la función de autocorrelación parcial, de la que se concluye que un modelo auto-recursivo de orden 1 puede ser adecuado para modelar las primeras diferencias de la TIIIE en el periodo antes señalado.

8.2.1 Procesos auto-recursivos de orden uno

Un posible enfoque para su modelado es el ofrecido por el proceso auto-recursivo de orden 1, dado para toda $n \geq 1$ por:

$$X_{n+1} = \theta X_n + \epsilon_{n+1},$$

En dónde X_0 puede elegirse arbitrariamente, σ es un parámetro desconocido y (ϵ_n) es una sucesión de variables aleatorias independientes, idénticamente distribuidas (i.i.d.) con media cero y varianza $\sigma^2 > 0$ desconocida. Con el fin de obtener un pronóstico para la TIIIE, es necesario estimar tanto el parámetro θ como la varianza σ^2 .

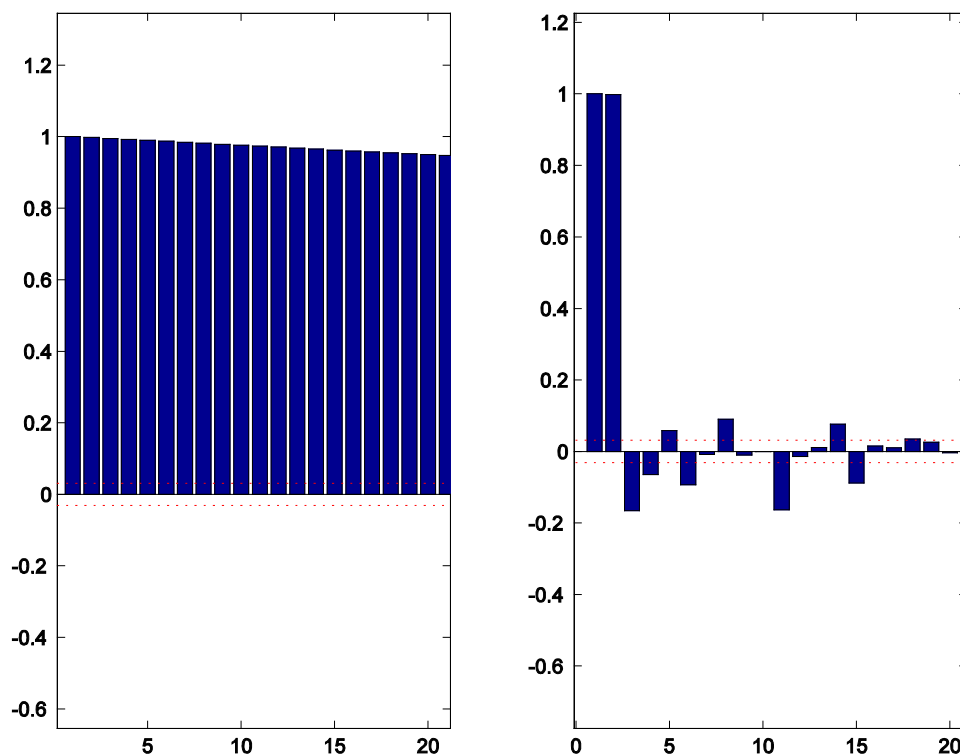
El estudio teórico de este proceso depende de la tricotomía:

1. $|\theta| < 1$ (caso estable)
2. $|\theta| = 1$ (caso inestable)
3. $|\theta| > 1$ (caso explosivo)

En los tres casos los parámetros desconocidos son estimados por el método de mínimos cuadrados:

$$\hat{\theta}_n = \frac{\sum_{k=1}^n X_k X_{k-1}}{\sum_{k=1}^n X_{k-1}^2} \quad \text{y} \quad \hat{\sigma}_n^2 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (X_k - \hat{\theta}_k X_{k-1})^2.$$

Gráfica 8.3 Función de autocorrelación y autocorrelación parcial



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de México

En el caso estable, se cuenta con resultados asintóticos obtenidos mediante el uso de la Teoría de Martingalas de dimensión uno. La idea central en la obtención de estos resultados es notar que la sucesión (M_n) dada para $n \geq 1$, por:

$$M_n = \sum_{k=1}^n X_{k-1} \epsilon_k$$

Es una martingala con proceso creciente dado para $n \geq 1$, por:

$$\langle M \rangle_n = \sigma^2 \sum_{k=1}^n X_{k-1}^2$$

Que además satisface que $\langle M \rangle_n = \mathcal{O}(n)$ casi seguramente (con probabilidad uno). Así, como consecuencia de la Primer Ley de Grandes Números para Martingalas se tiene que:

$$\hat{\theta}_n \rightarrow \theta \quad (8.1)$$

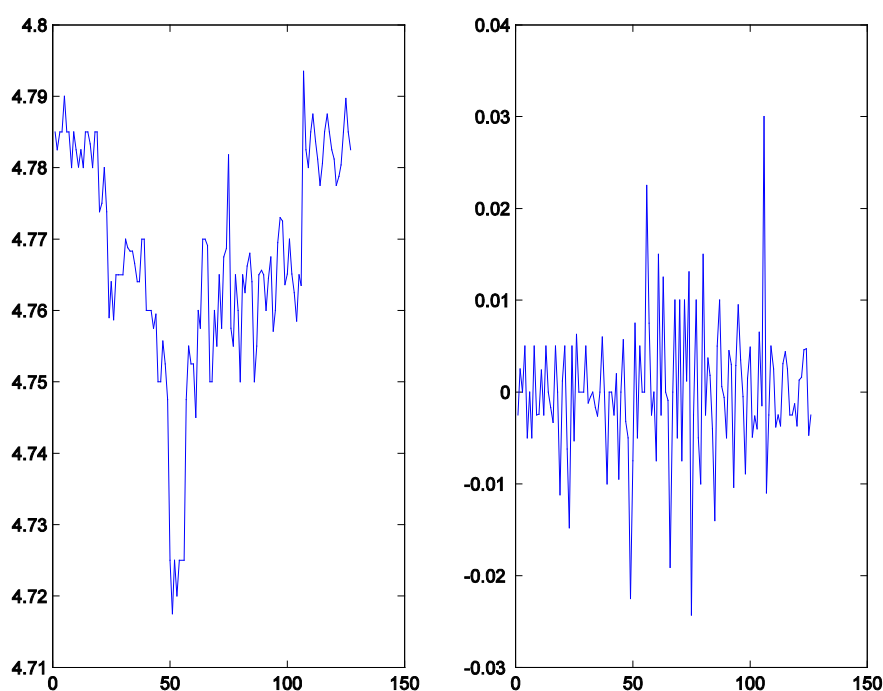
Casi seguramente, de manera similar, la Segunda ley de Grandes Números para Martingalas asegura que:

$$\hat{\sigma}_n^2 \rightarrow \sigma^2$$

Casi seguramente. Además, como consecuencia del Teorema Central del Límite para Martingalas se tiene que:

$$\sqrt{n}(\hat{\theta}_n - \theta) \xrightarrow{D} \mathcal{N}(0, 1 - \theta^2).$$

Gráfica 8.4 TIIE y su primeras diferencias, del 07/02/2012 al 07/08/2012

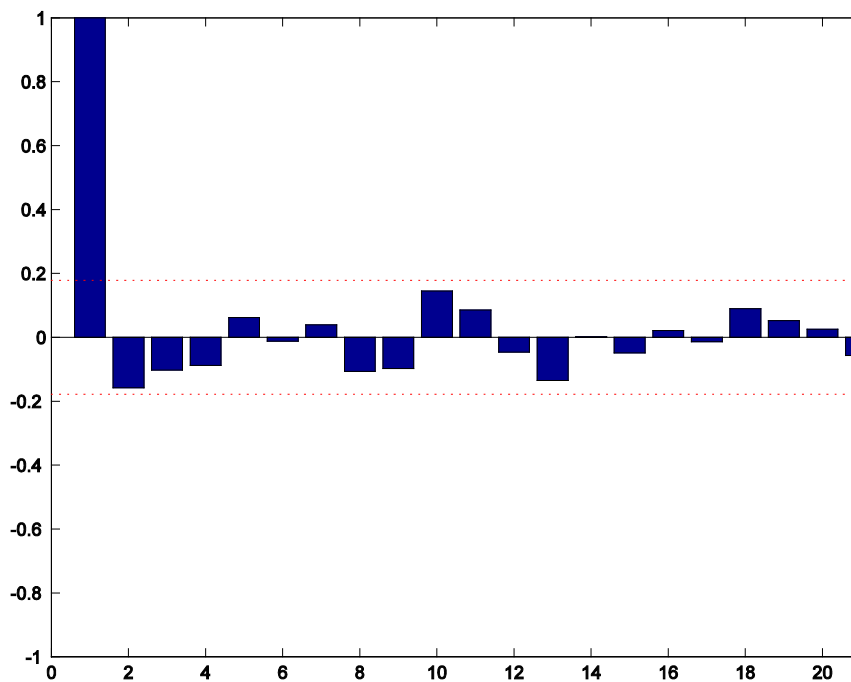


Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de México

Finalmente, si (ε_n) tiene un momento de orden cuatro finito; digamos τ^4 , tenemos que:

$$\sqrt{n}(\hat{\sigma}_n^2 - \sigma^2) \xrightarrow{D} \mathcal{N}(0, \tau^4)$$

En el caso inestable puede mostrarse que se tiene una distribución asintótica relacionada con integración estocástica, mientras que en el caso explosivo, bajo ciertas condiciones adicionales se tiene una distribución asintótica de Cauchy.

Gráfica 8.5 Función de Autocorrelación parcial de la TIIE

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de México

8.2.2 Prueba de no correlación de orden uno en el error

Los resultados asintóticos de la sección anterior dependen fuertemente de la suposición de que la sucesión (ε_n) es i.i.d. Sin embargo, esto no siempre es verdad. Recientemente, Bercu B. y Proia F. Consideraron que las variables aleatorias $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots$ puedan estar correlacionadas mediante un proceso auto-recursivo de orden uno:

$$\varepsilon_{n+1} = r\varepsilon_n + V_{n+1}$$

En dónde $|\rho| < 1$ y (V_n) es una sucesión de variables aleatorias i.i.d. En este marco obtuvieron una prueba basada en la estadística de Durbin-Watson para contrastar las hipótesis:

$$H_0: \rho = \rho_0 \quad \text{contra} \quad H_1: \rho \neq \rho_0$$

En dónde ρ_0 es un valor fijo. Para efectos del presente trabajo, consideraremos $\rho_0 = 0$, únicamente con el objetivo de verificar si la sucesión (ε_n) sea i.i.d. En este caso, el estadístico de prueba es:

$$H_n = \frac{n}{4\hat{\theta}_n^2} (D_n - 2)^2$$

En dónde D_n es la estadística de Durbin-Watson en el instante n y está dada por:

$$D_n = \frac{\sum_{k=1}^n (\hat{\varepsilon}_k - \hat{\varepsilon}_{k-1})^2}{\sum_{k=0}^n \hat{\varepsilon}_k^2}$$

En dónde:

$$\hat{\varepsilon}_k = X_k - \hat{\theta}_n X_{k-1}$$

Con $k=0, 1, \dots, n$, son los residuos de mínimos cuadrados.

Si (V_n) tiene un momento finito de orden 4, el estadístico de prueba H_n tiene bajo H_0 una distribución χ^2 con un grado de libertad, ya que:

$$\sqrt{n}(D_n - 2) \xrightarrow{D} \mathcal{N}(0, 4\theta^2)$$

Así, si z_α es el $(1-\alpha)$ -cuantil de esta distribución, la hipótesis nula H_0 no será rechazada si:

$$H \leq z_\alpha.$$

La eficiencia teórica de este procedimiento es evidenciada en [3] mediante el uso de simulaciones computacionales.

8.2.3 Pronóstico de la TIIIE

En esta sección, describiremos un procedimiento para realizar predicciones de la TIIIE a 28 días para algunas fechas posteriores al 7 de agosto de 2012 modelándola a través de un proceso auto-recursivo de orden uno. Dicho procedimiento puede resumirse en los pasos siguientes:

1. Recopilación de la información (Valores de la TIIIE).
2. Realizar un contraste de hipótesis a fin de corroborar el supuesto de independencia de (ε_n) .
3. Estimar a los parámetros desconocidos θ y σ^2 .
4. Pronosticar la TIIIE.

8.3.1 Recopilación de la información

En el sitio web del Banco de México puede encontrarse la serie histórica de la TIIIE a 28, 91 y 182 días. En particular para el plazo a 28 días, se cuenta con los registros diarios desde el 28 de marzo de 1996, sin embargo en aras de emplear la teoría expuesta en la Sección 2, y como consecuencia de una análisis de las Gráficas 8.1 a 8.5, trabajaremos con las primeras diferencias de la serie que describe a la TIIIE del 2 de febrero de 2012 al 7 de agosto de 2012.

8.3.2 Contraste de hipótesis

En esta sección se realizará el contraste de hipótesis brevemente expuesto en la Sección 8.2.2.

De manera preliminar observamos el valor de la estadística de Durbin-Watson para el conjunto de datos recopilados:

$$D_{125} = 2.052$$

Mismo que es razonablemente cercano a dos, lo cuál sugiere que (ε_n) es i.i.d. En la Gráfica 8.6 podemos observar la evolución de la estadística de Durbin-Watson conforme se incorpora la información en cada etapa.

Además tenemos que:

$$\hat{\theta}_{125} = -0.15788$$

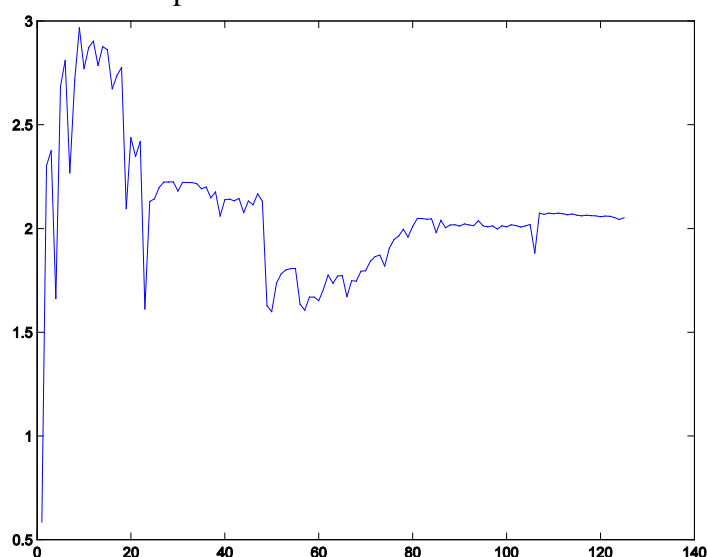
Sin embargo, en este punto no podemos afirmar que esta estimación sea eficiente, ya que en este punto aun no podemos apelar a la convergencia.

De manera más precisa, con un nivel de significancia del 0.10 tenemos que la hipótesis nula $H_0: \rho=0$ no es rechazada, ya que:

$$H_{125} = \frac{125}{4\hat{\theta}_{125}^2} (D_{125} - 2)^2 = 0.8539$$

Mientras que $z_{0.90}=2.706$.

Gráfica 8.6 Comportamiento de la estadística de Dubin-Watson

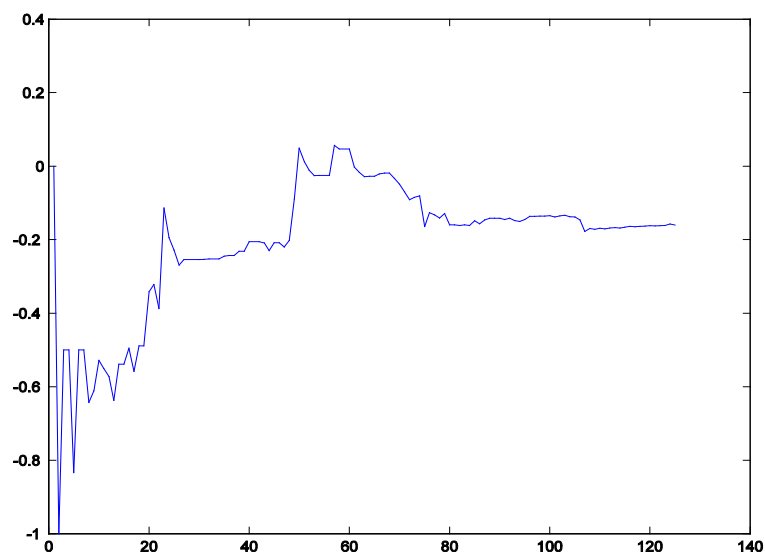


Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de México

8.3.3 Estimación de θ y σ^2

Una vez que no se ha rechazado la hipótesis de no correlación de primer orden en (ε_n) podemos afirmar que el valor estimado de θ dado en la igualdad (3) es una buena estimación como consecuencia de la convergencia.

En la Gráfica 8.5 se ilustra la convergencia de ambas estimaciones de θ .

Gráfica 8.7 Estimaciones de θ .

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de México

De manera similar, obtenemos que:

$$\hat{\sigma}_{125}^2 = 0.000051$$

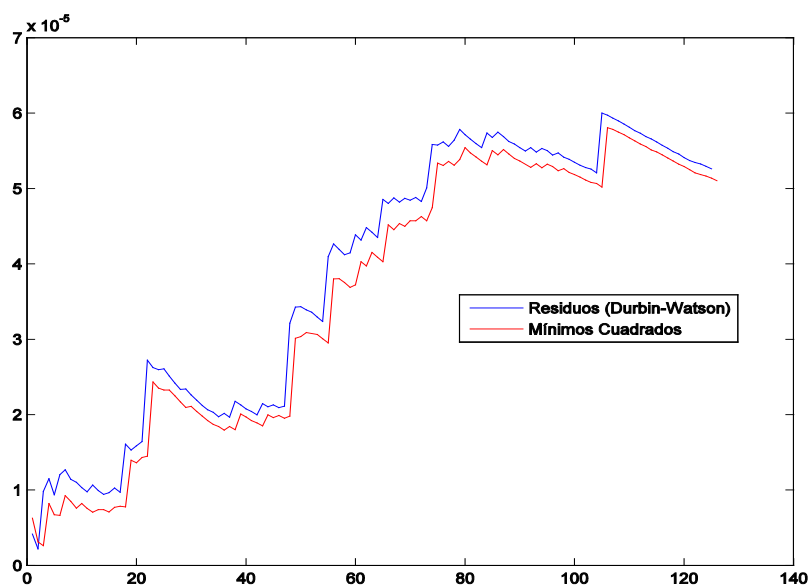
Además, se demuestra que:

$$\bar{\sigma}_n^2 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \left(\hat{\epsilon}_k - \left(1 - \frac{D_n}{2}\right) \hat{\epsilon}_{k-1} \right)^2$$

Converge casi seguramente a σ^2 , a través (una vez más) de la teoría de martingalas. El valor de esta estimación es:

$$\bar{\sigma}_{125}^2 = 0.000052$$

De manera adicional, en la Gráfica 8 se ilustra la evolución de las estimaciones de σ^2 .

Gráfica 8.8 Estimaciones de σ^2 

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de México

8.3.4 Pronóstico

En esta etapa, a través del proceso:

$$X_{n+1} = \tilde{\theta}_{125} X_n + \epsilon_{n+1} \quad (8.2)$$

Se intentará pronosticar la TIE para algunos días posteriores al 7 de agosto de 2012. Sin embargo, antes de realizar tal predicción es necesario intentar dilucidar la distribución que siguen las variables aleatorias $\epsilon_1, \epsilon_2, \dots, \epsilon_{124}$.

Para esto, realizaremos un análisis de los residuos, definidos para $k=1,2,\dots,124$ por:

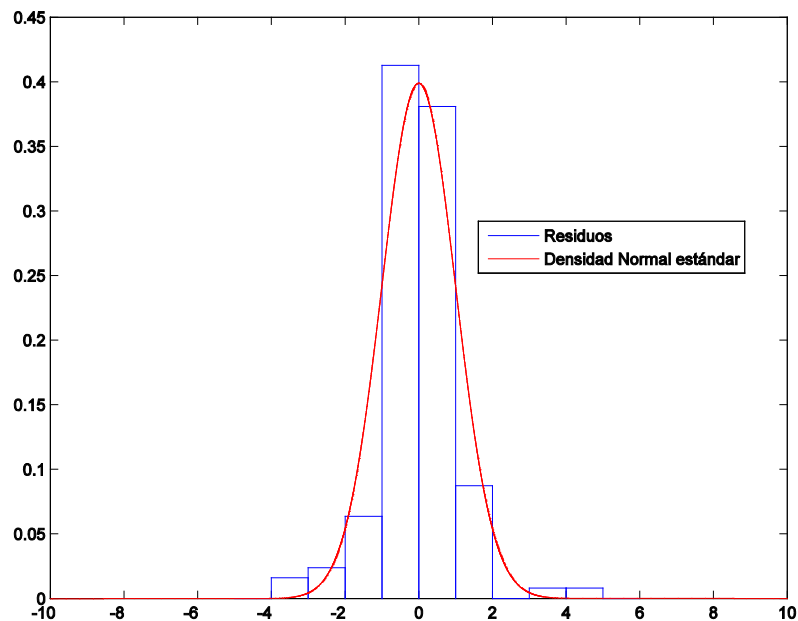
$$\hat{\epsilon}_k = X_{k+1} - \tilde{\theta}_{125} X_k.$$

A través de un cálculo directo, obtenemos que la media y la varianza de los residuos estandarizados:

$$\zeta_k = \frac{\hat{\epsilon}_k}{\sqrt{\hat{\sigma}_{125}^2}}$$

Es -0.00278 y 1.032 respectivamente; de manera adicional, en la Gráfica 8.9 se presenta un histograma en el cual puede observarse que siguen una distribución aproximadamente normal estándar.

Gráfica 8.9 Histograma de los residuos estandarizados



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de México

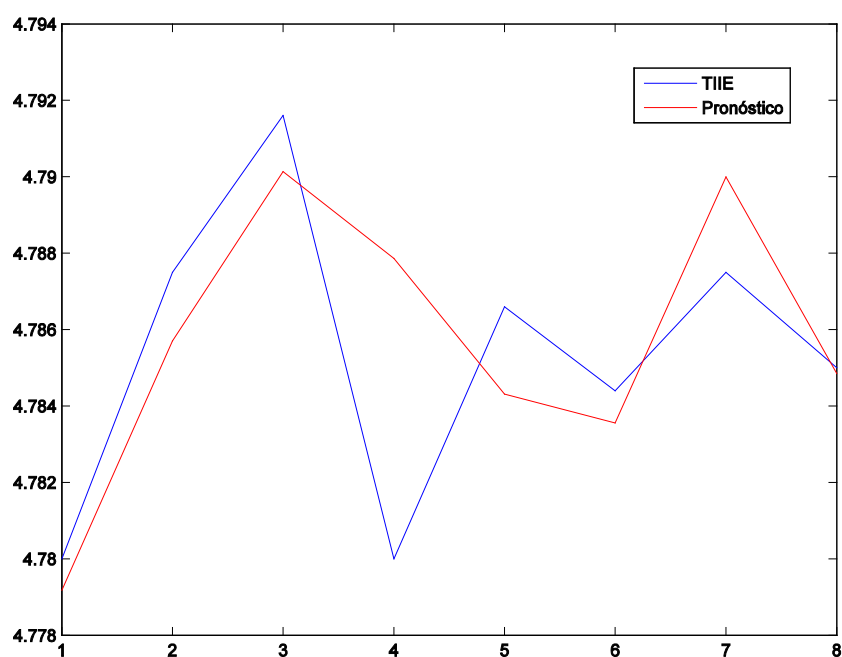
Sin embargo tanto la prueba de Kolmogorov-Smirnov como la de Anderson-Darling, rechazan la hipótesis de normalidad en los residuos. Por lo que en lugar de simular valores de n con distribución Normal con media cero y varianza $\bar{\sigma}_{125}^2$ ó $\hat{\sigma}_{125}^2$, se utilizará un remuestreo uniforme con reemplazo. En la Tabla 1, pueden observarse los valores de referencia de la TIE y sus pronósticos para los días 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16 y 17 de agosto de 2012:

Tabla 8.1 Valores de la TIE y sus pronósticos del 8 al 17 de agosto de 2012

Fecha	8/08/12	9/08/12	10/08/12	13/08/12	14/08/12	15/08/12	16/08/12	17/08/12
TIE	4.7800	4.7875	4.7916	4.7800	4.7866	4.7844	4.7875	4.7850
Pronóstico	4.7791	4.7857	4.7901	4.7879	4.7843	4.7836	4.7899	4.7849
Error Abs.	0.0056	0.00085	0.0052	0.0030	0.0005	0.00129	0.00129	0.00514

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de México

Estos pronósticos fueron obtenidos mediante una realización del proceso. De manera adicional la información contenida en la Tabla 8.1 puede observarse en la Gráfica 8.10.

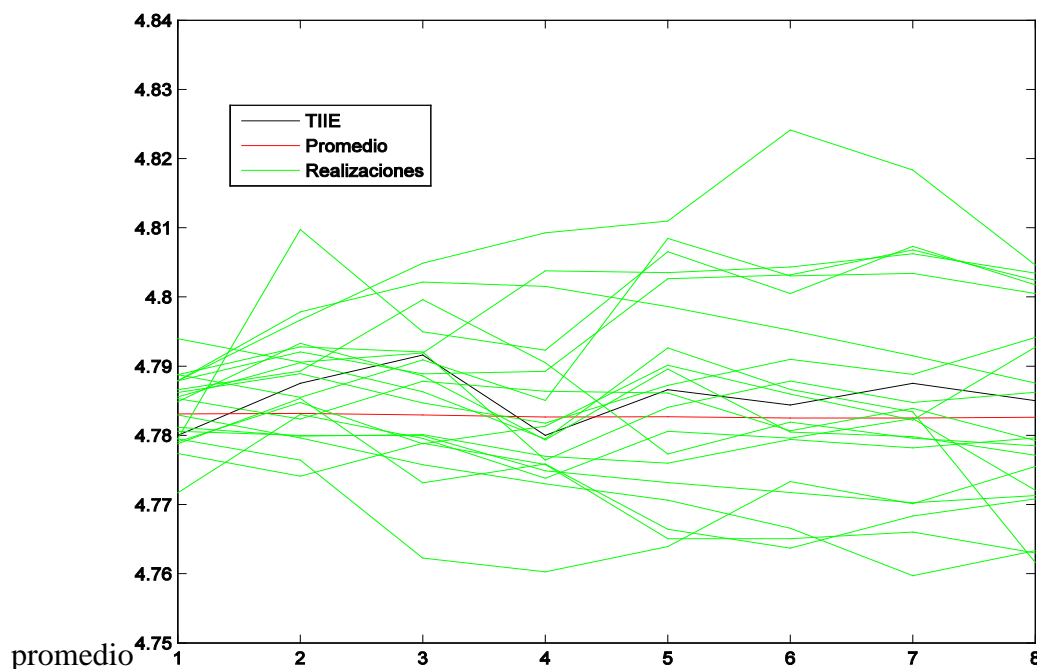
Gráfica 8.10 Pronóstico mediante una realización

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de México

Se observa además que la diferencia absoluta máxima entre los ocho valores estimados y los ofrecidos por el mercado es 0.0056, mientras que la diferencia absoluta promedio de los ocho pronósticos es .00272.

En la Gráfica 8.11 observamos 20 repeticiones del proceso, así como los valores promedio de 2000 repeticiones del mismo y el valor de referencia de la TIE.

Esta información también se encuentra resumida en la Tabla 8.2.

Gráfica 8.11 Veinte repeticiones del pronóstico y su

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de México

Tabla 8.2 Valores de la TIIIE y promedio de 2000 pronósticos

Fecha	8/08/12	9/08/12	10/08/12	13/08/12	14/08/12	15/08/12	16/08/12	17/08/12
TIIIE	4.7800	4.7875	4.7916	4.7800	4.7866	4.7844	4.7875	4.7850
Promedio	4.782728	4.782771	4.782694	4.782686	4.782537	4.7826133	4.78254	4.78246
Error Abs.	0.00272	0.00472	0.00890	0.002686	0.004032	0.0017866	0.004957	0.00253

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de México

Así, la diferencia máxima absoluta entre el promedio de las 2000 repeticiones del proceso y el valor de la TIIIE para los días bancarios comprendidos del 8 al 17 de agosto de 2012 es 0.00272. Mientras que su diferencia absoluta promedio es 0.00404.

8.4 Conclusiones

A través de un proceso auto-recursivo de orden uno se realizó el modelado de la tasa interbancaria de equilibrio a 28 días para el periodo comprendido entre el 7 de febrero de 2012 y el 7 de agosto del mismo año. Dicho modelado permitió realizar pronósticos para los 8 días bancarios posteriores, que en la versión obtenida al promediar 2000 pronósticos individuales arroja un error absoluto promedio del orden de 10^{-3} . Un estudio posterior puede realizarse al considerar toda la serie histórica de la TIIIE a 28 días y considerar la posibilidad de correlaciones de órdenes mayores.

Referencias

Banco de México: www.banxico.org.mx/

Bercu B., Chafaï D., Modélisation stochastique et simulation, París, DUNOD, 2007, 335 pp.

Bercu B., Proia F, A sharp analysis on the asymptotic behavior of the Durbin-Watson statistic for the first order autoregressive process, ESAIM PS, vol. 16, 2012

Brémaud P., Markov Chains Gibbs fields, Monte Carlo simulation and queues, Nueva York, Springer, 2010, 445 pp.

Chernick M.R., Bootstrap methods, a guide for practitioners and researchers, Nueva Jersey, Wiley, 2007, 400 pp.

De Lara Haro A., Medición y control de riesgos financieros, México D.F., Limusa, 2005, 223 pp.

Ross S.M., Introductory Statistics, Second Edition, San Diego Ca., Elsevier Inc., 2005, 813 pp.

Ruppert D., Statistics and finance, an introduction, Nueva York, Springer Verlag, 2004, 485 pp.

Capítulo 9

Determinantes de la estructura de capital: Una investigación empírica del sector industrial que cotiza en la bolsa mexicana de valores

Guadalupe Hernández ,Humberto Ríos y Celso Garrido

G.Hernández, H.Ríos & C.Garrido

Departamento de Economía. UAM-A, Av. San Pablo No. 180, Col. Reynosa Tamaulipas, C.P. 02200, Delegación Azcapotzalco, Distrito Federal.

Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESE-IPN, Plan de Agua Prieta 66, Unidad Profesional Lázaro Cárdenas, Col. Plutarco Elías Calles, Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11350, México, Distrito Federal.

g_hernandez_@hotmail.com

M.Ramos, F.Miranda (eds.) *Optimización-Estocástica-Recursiva-Coherente-Sistémica y sus variantes (probabilidad, econometría y estadística aplicada)*, Temas Selectos de Optimización-©ECORFAN-Santiago de Compostela, España, 2012.

Abstract

The objective of this study is to analyze the specific variables of the company affecting the capital structure of the companies in the industrial sector which is listed on the Mexican Stock Exchange in the period 2000-2010 and determine if the variables that affect this structure are modified due to the international financial crisis of 2007. To this end is built a panel data model for the periods 2000-2006 and 2007-2010, which allow to identify these variables. The capital structure is measured in three categories: total debt, short-term debt and long-term debt. The results show, that before the crisis the size of the company and profitability have an influence significant with all types of debt. After the crisis, these variables maintain its influence. Growth opportunities lost their significance with the total debt, but have a significant influence with the short-term debt. The risk of business loses its effect on total debt, but has a negative relationship with the long-term debt and positive with short term debt, demonstrating that the variability of earnings change when long-term debt to short-term is financed. Profitability has a negative relationship with all types of debt before and after the crisis. The results show that the international financial crisis of 2007 changes the significance of some variables, as well as their relationship with the different types of debt, it explain the modifications observed in its funding policy. This shows that the macroeconomic environment changes companies financing decisions. The results provide evidence that the theory of the hierarchy of preferences is the theory that explaining the structure of capital in this sector.

9 Introducción

A partir de que se dieron a conocer las proposiciones de Modigliani y Miller (1958) y (1963), se revolucionó la teoría de la estructura de capital, surgiendo teorías, que aplicando diversos supuestos, se dedicaron a estudiar la estructura de capital y sus determinantes.

Las principales diferencias, se ubican en los determinantes o variables que para estas teorías son importantes en la toma de decisiones de la empresa sobre su estructura de capital y en la existencia o no de una estructura óptima de capital. Estas variables se llaman comúnmente determinantes.

Algunos de los resultados encontrados son los de Modigliani y Miller (1958) y (1963) quienes primero suponiendo un mercado de capitales perfecto, postularon la irrelevancia de la estructura de capital en el valor de la empresa, y después modificando éste supuesto y considerando la introducción de un impuesto sobre el ingreso de las empresas, concluyeron que la ventaja fiscal por deuda conduce a que el valor de la empresa apalancada sea mayor que el de aquella que no utiliza deuda, entonces la estructura de capital es relevante para el valor de la empresa.

Más tarde la crítica a sus proposiciones motivó el surgimiento de diversas teorías que incorporaron nuevas variables y que consolidaron la idea de la existencia de una estructura óptima de capital que maximiza el valor de la empresa.

Estas teorías incorporaron nuevas variables al análisis para explicar las decisiones de financiamiento de las empresas como: los costos de agencia (Jensen y Meckling, 1976) y la asimetría de información (Myers y Majluf, 1984).

La teoría de la agencia (Jensen y Meckling, 1976) postula una estructura óptima de capital en la que se minimizan los costos de agencia ligados a la emisión de acciones y deuda. Dentro de las teorías de la asimetría de la información, la teoría del trade-off, sugiere que la determinación de una estructura óptima de capital debe tomar en cuenta el trade-off entre los beneficios y costos derivados de la deuda; y la teoría de la jerarquía de las preferencias supone la asimetría de información con un enfoque basado en la interacción entre las decisiones de inversión y el financiamiento, que lleva a jerarquizar las fuentes de financiamiento de la empresa cuando requiere financiamiento y las ganancias retenidas no son suficientes para financiar la inversión.

Las teorías del trade-off, jerarquía de las preferencias y de la agencia, han dominado el debate sobre la estructura de capital y originado diversas investigaciones empíricas para probar sus supuestos, así como para examinar la validez de las variables específicas que proponen como determinantes de las decisiones de financiamiento de las empresas, lo que justifica que dichas teorías se consideren como marco teórico de esta investigación.

Considerando las teorías de la estructura de capital e investigaciones empíricas realizadas en países desarrollados y en desarrollo se plantea como hipótesis que las variables específicas de la empresa que afectan la estructura de capital de las empresas del sector industrial son: activos tangibles, tamaño de la empresa, rentabilidad, riesgo de negocios y oportunidades de crecimiento. La relación que dichas variables mantienen con la estructura de capital se modifica por los cambios en el entorno macroeconómico derivados de la crisis financiera internacional de finales del 2007, modificándose su significancia y relación con dicha estructura, lo que explica los cambios en la política de financiamiento de estas empresas.

Es así que el objetivo de esta investigación es analizar las variables específicas de la empresa que afectan las decisiones de financiamiento de las empresas del sector industrial en México que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores (BMV), en los periodos 2000-2006 y 2007-2010 considerando variables tales como: activos tangibles, tamaño de la empresa, rentabilidad, riesgo de negocios y oportunidades de crecimiento, variables que generalmente son propuestas como determinantes de la estructura de capital por autores como: Titman y Wessels (1988), Rajan y Zingales (1994), Pandey (2001), Song (2005), Correa et al., (2007), Chikolwa (2009) y Chakraborty (2010), entre otros.

Lo anterior con fundamento en que la mayoría de las investigaciones sobre la estructura de capital se han llevado a cabo en países desarrollados principalmente en Los Estados Unidos y Europa, en donde el desarrollo de los mercados y los marcos legal e institucional son diferentes al de los países en desarrollo; además de que generalmente estas investigaciones se han realizado considerando la totalidad de empresas no financieras que cotizan en las bolsas en diversos países, sin incluir los efectos industriales del sector en el que participan. Ejemplos de éstas investigaciones son las de: Rajan y Zingales, 1994; Bevan and Danbolt, 2000; Pandey, 2001; Song, 2005 y Chikolwa, 2009, entre otros.

Sin embargo, Scott (1972), Bowen et al. (1982), Titman y Wessels (1988), Correa et al., (2007) y Chang (2008) demuestran la existencia de diferentes niveles de deuda diferenciados por sectores industriales.

De aquí el interés de analizar el sector industrial además de que según datos del INEGI⁵³, éste registra una participación porcentual promedio importante en el producto interno, 29.42%, en el periodo 2003-2009, mientras que otros sectores de actividad económica, como la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza tienen una participación de 3.50%, servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles y tangibles 10.51%, y el comercio 14.99%. Lo que denota su importancia en la actividad económica del país.

Adicionalmente se argumenta que en México, hay pocos estudios que hayan analizado qué variables específicas de la empresa consideran importantes las empresas para tomar sus decisiones de financiamiento y su efecto en la estructura de capital. Algunas de estas investigaciones son: Garibay (2005), Pozzo (2007) y Gaytan (2009), los cuales analizan las empresas no financieras mexicanas en diferentes periodos. Sólo Ríos y Hernández (2012) investigan un sector de actividad económico específico, la industria de los alimentos que cotiza en la BMV en el periodo 2000-2009.

El trabajo se divide en siete secciones. En la segunda sección, se exponen las teorías de la estructura de capital que dan sustento a la investigación. En la tercera sección, se presentan los datos y la metodología. En la cuarta sección, se hace referencia a las estadísticas descriptivas y la matriz de correlación. En la quinta sección, se especifica el modelo, así como los métodos de estimación. En la sexta sección, se analizan los resultados del modelo y en la séptima sección, se dan las conclusiones.

9.2 Teorías de la estructura de capital

Las teorías de la estructura de capital en las que se ha centrado la discusión teórica y las investigaciones empíricas para probar sus supuestos y los determinantes que proponen como variables para explicar las decisiones de financiamiento de las empresas son: las teorías del trade-off, jerarquía de las preferencias y de la agencia. De aquí que se consideren dichas teorías para explicar la política de financiamiento de las empresas del sector industrial. El conocimiento de dichas teorías nos dará fundamentos teóricos para comprender cómo definen las empresas su política de financiamiento y qué variables pueden considerar importantes estas empresas al tomar sus decisiones de financiamiento.

Los antecedentes de la teoría del trade-off se ubican en la tesis de Modigliani y Miller (1963) quienes suponiendo un mercado de capitales imperfecto y la aplicación de un impuesto al ingreso de las sociedades proponen la relevancia de la estructura de capital en el valor de la empresa, así como la existencia de una estructura óptima de capital con máximo endeudamiento. Según Ross (1977) ésta propuesta no es consistente con la realidad que viven las empresas, las cuales hacen uso de la deuda en cantidades moderadas, además de que no se incluyen los costos de insolvencia financiera y los cuales tienen lugar con altos niveles de endeudamiento y además no se identifican los determinantes de la estructura de capital. Más tarde Myers (1984) considerando imperfecciones del mercado tales como: los impuestos, los costos de insolvencia financiera e información asimétrica plantea la teoría del trade-off que sostiene que la empresa debe aumentar su tasa de endeudamiento hasta el punto en donde la ventaja fiscal por deuda (deducción de los intereses de la deuda de la base gravable o valor del ahorro fiscal) sea igual a los costos relacionados con el apalancamiento, comúnmente llamados, costos de insolvencia financiera.

⁵³ Sistema de Cuentas Nacionales de México. Cuentas de Bienes y Servicios 2005-2009, primera versión.

En esta teoría, también conocida como teoría basada en los impuestos, se considera que una empresa tiene una razón deuda objetivo y que gradualmente se mueve hacia ella mediante el trade-off entre la ventaja fiscal por deuda y los costos de insolvencia financiera. La idea es que una estructura de óptima de capital supone la existencia de costos y beneficios que se comparan para decidir el nivel de estructura de capital o apalancamiento de la empresa. Esta comparación entre los costos y beneficios es importante porque los costos de insolvencia financiera se incrementan con el nivel de endeudamiento de la empresa y le imponen a la empresa un límite cuando se igualan con los beneficios o los superan, debido al riesgo de quiebra. Los costos asociados a la deuda son: el apuro financiero o financial distress originado cuando la empresa no puede pagar los intereses y el capital de la deuda, los costos de agencia entre acreedores y accionistas, los costos de insolvencia financiera, los costos de subinversión y los costos de quiebra (Wadnigar y Cruz, 2008).

La existencia de una estructura de óptima de capital permite que se maximice el valor de la empresa mientras simultáneamente se minimizan los derechos externos a la corriente de flujo de efectivo. Tales derechos incluyen los costos de bancarrota, los costos de agencia entre accionistas y tenedores de bonos, así como los impuestos.

Por otra parte la teoría de la agencia (Jensen y Meckling, 1976) sostiene que la separación entre la propiedad y la administración de la empresa conduce a conflictos de intereses entre los accionistas y el dirigente, así como conflictos de intereses entre los acreedores y el dirigente. Conflictos que derivan en costos de agencia que pueden reducir el valor de la empresa. La utilización de deuda permite reducir los costos de agencia ligados a la emisión de acciones, pero también provoca costos de agencia. Entonces el endeudamiento óptimo es aquél en que los costos de agencia ligados a la emisión de acciones y deuda se minimizan dando lugar a una estructura óptima de capital⁵⁴.

La existencia de una estructura óptima de capital no excluye que haya otras razones para explicar cómo las empresas deciden financiar sus operaciones. Este es el caso de Myers (1984) quien postula la teoría de la jerarquía de las preferencias. En esta teoría las empresas siguen una jerarquía de preferencias sobre las fuentes de financiamiento cuando deciden realizar nuevas inversiones, primero se financian mediante recursos generados internamente por la empresa, ganancias retenidas, y después por emisión de deuda y luego por emisión de acciones. Esta jerarquía se debe a la existencia de información asimétrica y a que el financiamiento por recursos internos no representa ningún costo y a que los costos de transacción y de emisión de deuda son menores a los de las acciones.

A continuación se presentan cada una de las variables específicas de la empresa que se analizan en este trabajo y su efecto en las decisiones de financiamiento de las empresas de acuerdo a las teorías antes mencionadas.

9.2.1 Activos tangibles

Las teorías del trade-off, jerarquía de las preferencias y de la agencia sugieren que las empresas con activos tangibles pueden ofrecerlos como colaterales y tener un nivel de apalancamiento más alto.

⁵⁴ Los supuestos para determinar una razón capital a deuda óptima son: a) el tamaño de la firma es constante, b) el valor actual de la firma (V) para un tamaño dado dependerá de los costos de agencia incurridos y c) la cantidad de financiamiento externo (deuda y capital) es constante.

Según Myers y Majluf (1984) esto se debe a que los colaterales minimizan el conflicto de interés entre los accionistas y los acreedores, así como posibles problemas que involucren información que los accionistas posean y los acreedores no, lo que impide la adopción de estrategias de riesgo por los accionistas con la intención de apropiarse de la riqueza de los acreedores. Al respecto Jensen y Meckling (1976) afirman que la colateralidad protege a los prestamistas de problemas de riesgo moral causados por conflictos de interés entre accionistas y prestamistas. De acuerdo con lo anterior, se espera una relación positiva entre los activos tangibles y el apalancamiento.

9.2.2 Tamaño de la empresa

Según la teoría del trade-off, las empresas más grandes tienden a estar más diversificadas que las pequeñas, lo que disminuye la volatilidad del flujo del efectivo y se convierte en una señal de poca probabilidad de bancarrota, es decir, el tamaño de la empresa es inversamente proporcional al riesgo, lo que reduce los costos de bancarrota vinculados con el apalancamiento y la capacidad de apalancamiento de las grandes empresas es mayor que el de las pequeñas y se esperan costos más bajos en la emisión de deuda o capital. De esta manera se espera una relación positiva entre el tamaño de la empresa y el apalancamiento.

La teoría de la jerarquía de las preferencias afirma que el tamaño de la empresa puede dar una buena señal a los inversionistas potenciales e incrementar su preferencia por el capital en relación con la deuda postulando una relación negativa entre el tamaño de la empresa y el apalancamiento.

9.2.3 Rentabilidad

La teoría del trade-off argumenta que las empresas rentables deben usar más deuda porque se benefician de la ventaja del subsidio fiscal por deuda. Además de que un buen historial de rentabilidad puede ser un indicador de rentabilidad futura y los acreedores pueden tener más confianza en estas empresas y prestarles cantidades más grandes de dinero y creer que las empresas no tendrán problemas para pagar sus préstamos. Entonces se espera una relación positiva entre la rentabilidad de la empresa y el apalancamiento.

La teoría de la jerarquía de las preferencias propone la existencia de una jerarquía preferida por los dirigentes para financiar nuevas inversiones en las empresas (Myers, 1984). Se utilizan primero las fuentes de financiamiento generadas internamente por la empresa, ganancias retenidas. Luego se acude a la emisión de deuda y por último a la emisión de acciones.

Las empresas con más alta rentabilidad emplearán más las ganancias retenidas y menos la deuda puesto que están en una mejor situación de autofinanciamiento. En consecuencia, esta teoría postula una relación negativa entre la rentabilidad y el apalancamiento debido a que las empresas más rentables podrían evitar adquirir deudas y a que las empresas prefieren financiarse con fondos internos y luego con deuda.

9.2.4 Riesgo de negocios

La teoría de la agencia argumenta una relación negativa entre el riesgo de negocios y el apalancamiento debido a que una volatilidad más alta de las ganancias de la empresa da una probabilidad más alta de que su flujo de efectivo no sea suficiente para el pago de la deuda e incrementa la probabilidad de peligro financiero. Además de que los acreedores pueden tener menos confianza al otorgar préstamos a empresas riesgosas, y de hacerlo, podrían cobrar costos financieros más altos. La teoría del trade-off predice una relación negativa entre el riesgo de negocios y el apalancamiento puesto que un riesgo más alto (volatilidad de las ganancias) incrementa la probabilidad de peligro financiero y los costos bancarrota pueden ser grandes. La teoría de la jerarquía de las preferencias también postula una relación negativa puesto que las empresas con resultados volátiles tenderán a acumular capital en tiempos de superávit para evitar perder oportunidades de inversión en tiempos en los que registren déficit.

9.2.5 Oportunidades de crecimiento

La teoría de la agencia indica que el uso de deuda puede generar conflicto de intereses entre accionistas y tenedores de bonos y provocar costos de agencia para alinear los intereses de ambos. Los tenedores de bonos comparten con los accionistas los flujos de efectivo futuros generados por proyectos rentables y extraen valor presente neto del proyecto. En consecuencia, una empresa más apalancada es más probable que aproveche buenas oportunidades de inversión que una empresa que tiene menos deuda de modo que se espera una relación negativa entre las oportunidades de crecimiento y el apalancamiento.

De acuerdo con la teoría de la jerarquía de las preferencias, las empresas con más altas oportunidades de crecimiento demandarán más recursos de los que pueden generar, mostrando una gran preferencia por los fondos externos, especialmente por la deuda, por lo que se espera una relación positiva entre las oportunidades de crecimiento y apalancamiento.

Las empresas con un alto crecimiento enfrentarán grandes asimetrías de información y buscarán la emisión de títulos que minimicen tales asimetrías. En consecuencia, las empresas con un alto crecimiento emitirán deuda, especialmente deuda de corto plazo debido a que las empresas que inician con oportunidades de crecimiento pueden invertir sub óptimamente y los acreedores estarán más renuentes a prestar por largos periodos Myers (1976).

En esta situación el problema puede ser resuelto por financiamiento de corto plazo o por bonos convertibles (Titman y Wessels, 1988). Por lo tanto, se espera que la deuda de corto plazo esté relacionada positivamente con las oportunidades de crecimiento, si las empresas que están creciendo eligen el financiamiento de corto plazo en lugar del financiamiento de largo plazo.

Titman y Wessels (1998) argumentan que las oportunidades de crecimiento pueden ser vistas como un activo intangible, que no puede ofrecerse como un colateral para respaldar la deuda. De aquí que el uso de la deuda puede estar limitado para estas empresas, lo que sugiere que las empresas que están experimentando crecimiento tienen menos deuda.

9.3 Datos y metodología

Este análisis se realiza con base en las empresas del sector industrial que cotizan sin interrupción en la BMV durante el periodo 2000-2010. Aquellas empresas que dejaron de cotizar, en algún año del periodo de estudio, se eliminaron de la investigación debido a que se construyó un modelo econométrico de datos de panel balanceado. Los datos sobre los estados financieros de las empresas (balance general y estado de resultados) se obtuvieron de la base de datos Económica, todos los datos están a precios constantes del 2009. En total 44 empresas, agrupadas de acuerdo al sector de actividad económica en el que participan de acuerdo con la clasificación del INEGI, 3 en la industria extractiva, 28 en la industria manufacturera, y 13 en la industria de la construcción. Las 44 empresas contempladas en esta investigación se pueden consultar en Hernández (2012).

Aunque las empresas están agrupadas en los sectores de actividad antes mencionadas, esto es sólo para efectos de la construcción de la base de datos, debido a que el análisis que se presenta en este artículo, sólo se realiza para el sector industrial, sin considerar la división de las empresas en dichos sectores. Dejando para análisis posteriores el estudio de los mismos. Para analizar el efecto de las variables específicas de la empresa en la estructura de capital, se parte de definir la construcción de dichas variables. Con fundamento en las teorías de la estructura de capital se considera al apalancamiento como una aproximación de la estructura de capital de las empresas y como variable endógena. Esta variable se mide a través de tres razones financieras (tabla 9.1). Las razones: Deuda total/Activos totales, Deuda de corto plazo/Activos totales y Deuda de largo plazo/Activos totales.

Las variables exógenas son las variables específicas de la empresa, de acuerdo con Raja y Zingales (1994) y Correa (2007), dichas variables son: activos tangibles, tamaño de la empresa, rentabilidad, riesgo de negocios y oportunidades de crecimiento (tabla 9.1).

Tabla 9.1 Definición de variables

Tipos de variables	Definición
Estructura de capital o apalancamiento (variables endógenas)	
Deuda total/Activos totales	Es la razón pasivos totales a activos totales.
Deuda corto plazo/Activos totales	Es la razón pasivos a corto plazo a activos totales.
Deuda largo plazo/Activos totales	Es la razón pasivos a largo plazo a activos totales.
Determinantes o variables específicas de la empresa (variables exógenas)	
Activos tangibles	Es la razón activos fijos a activos totales.
Tamaño de la empresa	Es el logaritmo natural de las ventas netas.
Rentabilidad	Es la razón utilidad antes de intereses e impuestos (EBIT) a activos totales.
Riesgo de negocios	$\frac{((EBIT/Activos\ totales) - Media\ (EBIT/Activos\ totales))^2}{EBIT/Activos\ totales}$
Oportunidades de crecimiento	$\frac{Ventas\ netas_t - Ventas\ netas_{t-1}}{Ventas\ netas_{t-1}}$

Fuente: Elaboración propia con base en el análisis de diversos artículos.

Con el propósito de estudiar los efectos de los determinantes del apalancamiento antes y después de la crisis financiera internacional de finales del 2007, siguiendo a Pandey (2001), quien dividió el periodo 1984-1999, en cuatro periodos 1984-1987, 1988-1991, 1992-1995 y 1996-1999, para analizar los determinantes específicos de las empresas malayas, de acuerdo al comportamiento del mercado de capitales y las condiciones económicas en Malasia⁵⁵. Se decidió dividir el periodo 2000-2010 en dos periodos 2000-2006 y 2007-2010.

El primer periodo se refiere al periodo antes de la crisis financiera internacional del 2007 y el segundo al periodo posterior a ésta.

Para analizar los determinantes o variables específicas de la empresa que están correlacionadas con la estructura de capital de las empresas del sector industrial se construye un modelo de datos de panel que combina datos de secciones cruzadas con series de tiempo.

Cada sección cruzada corresponde a una empresa, en total 44 secciones cruzadas, que se analizan en los periodos 2000-2006 y 2007-2010.

Según Terra (2002) los modelos de datos de panel tienen ventajas en el estudio de los problemas económicos porque permiten el estudio de las variaciones en la sección cruzada (unidad de análisis) y la variación temporal, así como el análisis de procesos dinámicos, ya que a partir de ellos se puede analizar los cambios en el tiempo de las distribuciones transversales.

Además el análisis en la variación de la sección cruzada proporciona información valiosa que puede ser utilizada, por ejemplo, para comparar el nivel de apalancamiento entre las empresas pertenecientes a diferentes industrias.

Otras ventajas es que este tipo de modelos tiene un gran número de observaciones, lo que puede incrementar el grado de libertad y reducir el problema de colinealidad entre las variables explicativas, dando lugar a una mayor eficiencia en las estimaciones, y ayudar a investigar problemas que no pueden ser únicamente analizados por secciones cruzadas o por series de tiempo y adicionalmente se puede eliminar el problema de variables omitidas.

Gaud et al., (2005) en favor de los modelos de datos de panel argumenta que estos modelos permiten incluir los efectos del tiempo y controlar la heterogeneidad individual de las empresas, los cuales se pueden controlar por medio de la aplicación de efectos fijos o aleatorios en los modelos de panel.

Cabe mencionar que Bevan y Danbolt (2000), usaron la técnica de modelos de datos de panel para analizar empresas del Reino Unido, Miguel y Pindado (2001) para estudiar empresas españolas, Correa (2007) para examinar las más grandes empresas brasileñas, y Chikolwa (2009) y Chakraborty (2010) para el análisis de empresas australianas e hindúes respectivamente.

Para el planteamiento de datos panel, tenemos N observaciones (unidades sociales) en T periodos. La estructura del modelo viene dada por:

⁵⁵ Cabe mencionar que Kumar y Reddy (1998) al analizar las empresas de la India dividieron su periodo de análisis en 1984-1989 y 1991-1995. El primer periodo se refiere al periodo de pre liberalización y el segundo al de la post liberalización de la India en materia económica.

$$Y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k x_{kit} + u_{it} \quad (9.1)$$

$i = 1, 2, \dots, N$ unidades sociales

$t = 1, 2, \dots, T$ observaciones en el tiempo

$k = 1, 2, \dots, K$ variables independientes

Donde Y_{it} , es la estructura de capital de la empresa, β_0 es la ordenada al origen, β_k son los parámetros que se quieren estimar, x_{kit} son las variables independientes y u_{it} es el término de error.

El objetivo de los modelos de datos de panel es identificar si el efecto de una variable explicativa x_k en una variable dependiente Y_{it} es el mismo para todas las unidades sociales, en este caso empresas, o si el efecto es constante a través del tiempo.

En general hay dos maneras de estimar un modelo de este tipo, el modelo de efectos fijos y el modelo de efectos aleatorios.

9.3.1 Modelo de efectos fijos

Este modelo parte del supuesto de que los coeficientes (la constante o término independiente del modelo de regresión) varían dependiendo de la unidad social (empresas) o del momento en el tiempo.

Esto es, permite investigar la variación intertemporal y/o transversal a través de diferentes términos independientes.

El modelo de regresión es el siguiente:

$$Y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k x_{kit} + u_{it} \quad (9.2)$$

Y_{it} es una función lineal de K variables explicativas ($i = 1, \dots, N$ unidades sociales y $t = 1, \dots, T$ observaciones en el tiempo), u_{it} es el término de error, el cual tiene la siguiente estructura:

$$u_{it} = \alpha_i + \phi_t + \varepsilon_{it} \quad (9.3)$$

De modo que α_i incorpora $N-1$ variables dicotómicas en el modelo de regresión a fin de controlar el efecto para cada una de las unidades sociales (empresas) en la variable dependiente; ϕ_t introduce una serie de $T-1$ variables dicotómicas para controlar el efecto del tiempo; ε_{it} es el residuo con las propiedades de proceso de ruido blanco (distribución normal con media cero, no correlacionado consigo mismo, varianza constante y no correlacionado con las variables x y no correlacionado con los efectos temporales o transversales).

Cabe mencionar que en el modelo de efectos fijos se permite que los efectos individuales de α_i y ϕ_t puedan estar correlacionados con las variables explicativas pero para que los estimadores de mínimos cuadrados sean consistentes se requiere la exogeneidad estricta de x_{ij} y ε_{it} .

De modo que el modelo de regresión a estimar en forma matricial es:

$$Y_{it} = \alpha_i + \phi_t + \beta'_i X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (9.4)$$

$i= 1, \dots, N$ unidades sociales

$t=1, \dots, T$ observaciones en el tiempo

En el cual se captan las diferencias estructurales entre unidades muestrales por medio de los $N-1$ términos independientes adicionales (desde α_1 hasta α_N , con un término α_i por cada unidad social de la muestra) y las diferencias en instantes del tiempo a través de los $T-1$ términos independientes adicionales (desde ϕ_1 hasta ϕ_T , con un término ϕ_t diferente para cada momento en el tiempo para el que se tienen observaciones).

9.3.2 Modelo de efectos aleatorios

En el modelo de efectos aleatorios los coeficientes individuales α_i y/o los coeficientes temporales ϕ_t , ya no son efectos fijos en el término independiente de la regresión, sino que se permite que varíen de manera aleatoria en el tiempo y a través de las unidades sociales.

El modelo de efectos aleatorios utiliza un error aleatorio en el tiempo, un error aleatorio en las unidades sociales, y un error que depende del tiempo y de las unidades sociales pero que es aleatorio, con el objetivo de obtener estimaciones eficientes y no sesgadas de los coeficientes de regresión. El modelo de datos de panel a estimar es el siguiente:

$$Y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k x_{it} + u_{it} \quad (9.5)$$

Donde Y_{it} es una función lineal de K variables explicativas, el término de error tiene la estructura siguiente:

$$u_{it} = \alpha_i + \phi_t + \varepsilon_{it} \quad (9.6)$$

Donde $i= 1, \dots, N$ unidades sociales y $t= 1, \dots, T$ observaciones en el tiempo

El error u_{it} tiene un componente individual aleatorio que es invariable a través del tiempo α_i (que caracteriza a cada una de las unidades sociales, y que se denomina componente “entre grupos”) y un componente temporal aleatorio que es invariable a través de los individuos ϕ_t (pero que varía a través del tiempo, y que se denomina también el componente intragrupos).

El error u_{it} tiene un componente ε_{it} que es aleatorio.

Cada uno de los componentes del error α_i , ϕ_t , ε_{it} siguen una distribución normal con media cero, no están correlacionados consigo mismos ($E(\alpha_i, \alpha_j)=0$ y $E(\phi_t, \phi_s)=0$ todo agente $i \neq j$ y para todo instante $t \neq s$), son homocedásticos (varianza constante) y no están correlacionados con las variables x o entre ellos mismos.

En resumen, los modelos de datos de panel permiten enriquecer el análisis empírico, lo cual no sería posible si sólo se utilizarán los datos transversales o las series de tiempo.

Estos modelos permiten el estudio de las variaciones en la sección cruzada (unidad social) y la variación temporal y el análisis de procesos dinámicos, a partir de éstos se puede analizar los cambios en el tiempo de las distribuciones transversales.

9.4 Estadísticas descriptivas y matriz de correlación

En la tabla 9.2 se presentan las estadísticas descriptivas de las empresas del sector industrial para el periodo 2000-2010 y para los periodos 2000-2006 y 2007-2010, respectivamente.

En el periodo 2000-2010, las empresas del sector industrial tienen una razón de deuda total a activos totales promedio de 49.4%. Mientras que la proporción de deuda de corto plazo a activos totales es de 24.7%, y la deuda de largo plazo a activos totales de 23.5%, lo que muestra que estas empresas usan en promedio más el apalancamiento de corto plazo que el de largo plazo, aunque sólo en 1.2% más.

En el periodo 2000-2006 la deuda total a activos totales es de 48.1% y la deuda de corto plazo a activos totales de 23.4%, en tanto que la deuda de largo plazo a activos totales es de 23.9%, esta última apenas 0.5% mayor que la deuda de corto plazo.

Sin embargo en el periodo 2007-2010, la deuda de corto plazo a activos totales es de 27.0%, 4% más que la deuda de largo plazo, lo que indica que en este periodo, las empresas prefieren la deuda de corto plazo a la de largo plazo.

La deuda total a activos totales es de 51.5%, esta proporción de uso de la deuda es mayor a la observada en los periodos 2000-2010 y 2000-2006, lo que podría indicar que después de la crisis financiera internacional del 2007, las empresas hicieron un mayor uso de la deuda total para la realización de sus actividades económicas.

En el periodo 2000-2010, los activos tangibles tienen un promedio de 87.8%.

Sin embargo, el valor mínimo de los activos tangibles se ubica en 0.27% y el máximo en 324.2%⁵⁶, situación que refleja un uso de los activos tangibles distinto entre las empresas a fin de realizar sus actividades económicas.

En el periodo 2000-2006, el promedio de los activos tangibles es de 89.5%. }

Mientras que en el periodo 2007-2010, el promedio de los activos tangibles es de 84.9%, 4.6% menos que en el periodo anterior, lo que podría indicar, la venta de una parte de sus activos fijos para pagar algunas de sus deudas o una disminución en su ritmo de inversión.

En el periodo 2000-2010, el tamaño de la empresa promedio es de 15.4 miles de pesos, en tanto que en el periodo 2000-2006, es de 15.3 y de 15.6 miles de pesos en el periodo 2007-2010, lo que indica que las empresas a pesar de vivir un escenario de incertidumbre y recesión, por efecto de la crisis, logran mantener su presencia en el mercado e incluso incrementarlo ligeramente.

La rentabilidad promedio pasó de 8.6% en el periodo 2000-2006 a 9.3% en el periodo 2007-2010, lo cual muestra que las empresas lograron aumentar las utilidades antes de intereses e impuestos como resultado de la utilización de sus activos totales, aumentando con ello la eficiencia de los recursos que disponen. La rentabilidad promedio para el periodo 2000-2010 es de 8.9%.

⁵⁶ El porcentaje de activos tangibles puede ser mayor al 100%, debido a que los activos fijos, según los estados financieros de las empresas del sector industrial, que publica la BMV, se obtienen sumando las construcciones y obras de infraestructura, maquinarias y equipos y las construcciones en proceso, sin considerar la amortización y depreciación acumulada, mientras que los activos totales toman como parte de los activos de largo plazo, la propiedad, planta y equipo neto, es decir, una vez descontada la amortización y depreciación acumulada.

Tabla 9.2 Estadísticas descriptivas

Estadísticas descriptivas	Deuda total/Activos totales	Deuda corto plazo/Activos totales	Deuda largo plazo/Activos totales	Activos tangibles	Tamaño de la empresa	Rentabilidad	Riesgo de negocios	Oportunidades de crecimiento
Periodo 2000-2010								
Media	49.41	24.78	23.54	87.90	15.44	8.90	0.65	6.43
Máximo	121.58	120.69	88.52	324.29	19.38	46.99	7.84	163.08
Mínimo	8.21	2.28	0.00	0.27	10.23	-19.19	1E-6	-106.82
Desviación estándar	0.1933	0.1861	0.1471	0.5312	0.0188	0.0828	0.0109	0.2764
Periodo 2000-2006								
Media	48.19	23.49	23.99	89.57	15.33	8.67	0.61	5.80
Máximo	114.98	85.86	88.52	233.55	19.27	35.57	7.31	163.08
Mínimo	15.16	3.01	0.0000	2.14	11.45	-18.22	1.10E-5	-106.82
Desviación estándar	0.1713	0.1614	0.1380	0.4826	0.0176	0.0781	0.0102	0.3052
Periodo 2007-2010								
Media	51.55	27.03	22.75	84.98	15.63	9.30	0.73	7.54
Máximo	121.58	120.69	86.77	324.29	19.38	46.99	7.84	120.96
Mínimo	8.21	2.28	0.00	0.27	10.23	-19.19	1E-6	-83.17
Desviación estándar	0.2257	0.2216	0.1619	0.6073	0.2084	0.0904	0.0119	0.2172

Deuda total/Activos totales, está calculada como porcentaje del nivel de pasivos totales. Deuda corto plazo/Activos totales, se mide como porcentaje de pasivos a corto plazo. Deuda largo plazo/Activos totales se calcula como el porcentaje de pasivos de largo plazo. Activos tangibles, están expresados en porcentaje del nivel de activos totales. Tamaño de la empresa, está en miles de pesos a precios del 2009 y en términos de logaritmos naturales de las ventas netas. Rentabilidad, medida en porcentaje de las EBIT generado por la empresa a partir de la utilización de los activos totales. Riesgo de negocios, determinado por la varianza de los rendimientos como porcentaje de las EBIT. Oportunidades de crecimiento se calcula como la tasa de crecimiento de las ventas netas, medida en porcentaje.

Fuente: Elaboración propia con base en los estados financieros de las empresas.

En cuanto al riesgo de negocios promedio, se observa que este aumento en 0.12%, en relación con el periodo anterior a la crisis, al ubicarse en 0.73%.

Este aumento se explica como resultado de un incremento en la varianza de la rentabilidad por la variación en el flujo de utilidades antes de intereses e impuestos debido al ambiente de inestabilidad tras la crisis. Sin embargo, en el periodo 2007-2010, las oportunidades de crecimiento promedio son de 7.5%, 1.7% más que en el periodo 2000-2006, lo cual es consistente con el aumento del tamaño de la empresa que registran estas empresas en el periodo 2007-2010.

Las oportunidades de crecimiento son en promedio de 6.4% en el periodo 2000-2010.

En relación con la matriz de correlación, en el periodo 2000-2010 se observa una correlación positiva alta entre la deuda total y la deuda de corto y largo plazo.

Estas correlaciones son de 0.6810 y 0.3162, respectivamente. Dicha correlación es más del doble para la deuda de corto plazo que para la de largo plazo.

Esta tendencia de una mayor asociación de la deuda de corto plazo con la deuda total se mantiene tanto para el periodo 2000-2006 como para el periodo 2007-2010. Sin embargo en el periodo 2007-2010 se observa que dicha asociación es más alta que para el periodo 2000-2006 e incluso mayor a la registrada en el periodo 2000-2010 (tabla 9.3). Lo cual es consistente con una mayor utilización en promedio de la deuda de corto plazo en este periodo.

Por otra parte, en el periodo 2000-2010, los activos tangibles y el riesgo de negocios tienen correlaciones positivas con la razón de deuda total y de corto plazo pero negativa con el tamaño de la empresa, la rentabilidad y las oportunidades de crecimiento.

Esto implica que las empresas emplean más deuda total y de corto plazo conforme sus activos tangibles y su riesgo de negocios se incrementan, pero reducen éstas deudas si el tamaño de la empresa, la rentabilidad y las oportunidades de crecimiento mejoran.

Los activos tangibles, el riesgo de negocios, el tamaño de la empresa y oportunidades de crecimiento tienen una correlación positiva con la deuda de largo plazo. Esto implica que las empresas utilizan más este tipo de deuda si dichas variables aumentan.

Los resultados antes mencionados se mantienen para los periodos 2000-2006 y 2007-2010, aunque se observan coeficientes de correlación más altos para el periodo 2007-2010 que para el periodo 2000-2006.

Tabla 9.3 Matriz de correlación

Periodo 2000-2010 Variables	Deuda total/ Activos totales	Deuda corto plazo/ Activos totales	Deuda largo plazo/ Activos totales	Activos tangibles	Tamaño de la empresa	Rentabilidad	Riesgo de negocios	Oportunidades crecimiento
Deuda total/Activos totales	1.0000	0.6810	0.3162	0.1549	-0.1837	-0.3922	0.0893	-0.1224
Deuda corto plazo/Activos totales	0.6810	1.0000	-0.2572	0.2709	-0.4051	-0.4619	0.2156	-0.1294
Deuda largo plazo/Activos totales	0.3162	-0.2572	1.0000	-0.1772	0.2826	0.0529	-0.1557	0.0667
Activos tangibles	0.1549	0.2709	-0.1772	1.0000	-0.1776	-0.2061	0.1154	-0.1612
Tamaño empresa	-0.1837	-0.4051	0.2826	-0.1776	1.0000	0.4709	-0.1880	0.2300
Rentabilidad	-0.3922	-0.4619	0.0529	-0.2061	0.4709	1.0000	-0.0582	0.2644
Riesgo de negocios	0.0893	0.2156	-0.1557	0.1154	-0.1880	-0.0582	1.0000	-0.0843
Oportunidades de crecimiento	-0.1224	-0.1294	0.0667	-0.1612	0.2300	0.2644	-0.0843	1.0000
Periodo 2000-2006 Variables								
Deuda total/Activos totales	1.0000	0.6581	0.3422	0.0392	-0.0744	-0.3054	0.0127	-0.1080
Deuda corto plazo/Activos totales	0.6581	1.0000	-0.2703	0.0687	-0.3441	-0.4309	0.1387	-0.1243
Deuda largo plazo/Activos totales	0.3422	-0.2703	1.0000	-0.0907	0.2879	0.0482	-0.0795	0.0658
Activos tangibles	0.0392	0.0687	-0.0907	1.0000	-0.0292	-0.1857	0.0283	-0.1492
Tamaño empresa	-0.0744	-0.3441	0.2879	-0.0292	1.0000	0.4959	-0.1411	0.2391
Rentabilidad	-0.3054	-0.4309	0.0482	-0.1857	0.4959	1.0000	-0.0921	0.2377
Riesgo de negocios	0.0127	0.1387	-0.0795	0.0283	-0.1411	-0.0921	1.0000	-0.0138
Oportunidades de crecimiento	-0.1080	-0.1243	0.0658	-0.1492	0.2391	0.2377	-0.0138	1.0000
Periodo 2007-2010 Variables								
Deuda total/Activos totales	1.0000	0.6987	0.2982	0.2855	-0.3234	-0.5041	0.1684	-0.1738
Deuda corto plazo/Activos totales	0.6987	1.0000	-0.2394	0.4871	-0.4940	-0.5116	0.2935	-0.1668
Deuda largo plazo/Activos totales	0.2982	-0.2394	1.0000	-0.2844	0.2853	0.0627	-0.2492	0.0785
Activos tangibles	0.2855	0.4871	-0.2844	1.0000	-0.3489	-0.2289	0.2250	-0.1994
Tamaño empresa	-0.3234	-0.4940	0.2853	-0.3489	1.0000	0.4364	-0.2589	0.2262
Rentabilidad	-0.5041	-0.5116	0.0627	-0.2289	0.4364	1.0000	-0.0191	0.3400
Riesgo de negocios	0.1684	0.2935	-0.2492	0.2250	-0.2589	-0.0191	1.0000	-0.2460
Oportunidades de crecimiento	-0.1738	-0.1668	0.0785	-0.1994	0.2262	0.3400	-0.2460	1.0000

Valores calculados con nivel de significancia del 5%.

Fuente: Elaboración propia con base en los estados financieros de las empresas.

En cuanto a los coeficientes de correlación entre las variables dependientes y las variables independientes, se observa que en ninguno de los periodos de análisis se acercan a ± 1 , por lo tanto, no hay correlación entre ellas, no existe multicolinealidad entre dichas variables. Lo que indica que no es necesario eliminar ninguna de las variables consideradas en el análisis.

9.5 Especificación y estimación del modelo

El modelo de datos de panel a estimar identifica la interrelación que existe entre la estructura de capital o apalancamiento y los activos tangibles, el tamaño de la empresa, la rentabilidad, el riesgo de negocios y las oportunidades de crecimiento. El modelo se especifica de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \text{Estructura de capital} = & \\ & \beta_0 + \beta_1 \text{Activos tangibles} + \beta_2 \text{Tamaño de la empresa} + \beta_3 \text{Rentabilidad} + \\ & \beta_4 \text{Riesgo de negocios} + \beta_5 \text{Oportunidades de crecimiento} + u_{it} \end{aligned}$$

La estructura de capital o apalancamiento es la variable endógena y los activos tangibles, el tamaño de la empresa, la rentabilidad, el riesgo de negocios y las oportunidades de crecimiento son las variables exógenas y u_{it} es el término de error aleatorio.

El coeficiente β_0 es la ordenada al origen. Los coeficientes β_1 a β_5 son los parámetros a estimar, uno para cada variable específica de la empresa. La estructura de capital está dividida en deuda tota/activos totales, deuda de corto plazo/activos totales y deuda de largo plazo/activos totales.

El modelo se estima considerando dos métodos, el método de efectos fijos y el de efectos aleatorios. En el primer método, se asume que hay un intercepto diferente para cada una de las secciones cruzadas, mientras que el método de efectos aleatorios, supone que cada sección cruzada tiene el mismo intercepto.

En este caso, se tienen 44 secciones cruzadas que cotizan sin interrupción en el sector industrial, en los periodos 2000-2006 y 2007-2010, con el objetivo de determinar las variables específicas de la empresa que afectan las decisiones de financiamiento de las empresas del sector industrial y averiguar si dichas variables se modifican por efecto de la crisis financiera internacional del 2007.

Primero se aplica el modelo de efectos fijos y luego el modelo de efectos aleatorios, posteriormente se aplica la prueba Hausman con el propósito de definir, cuál de los dos modelos es el mejor.

Es importante destacar que al estimar dichos modelos se aplicó una técnica de corrección de errores estándar y covarianza corregida del tipo White cross section, que es un método robusto a problemas de heterocedasticidad y autocorrelación de sección cruzada (Pérez, 2008).

Asimismo, se analizó la matriz de correlación resultando que los coeficientes de correlación entre las variables dependientes y las variables independientes no registraron valores cercanos a ± 1 , lo que es señal de ausencia de multicolinealidad.

Aplicando esta metodología y considerando las teorías del trade-off, de la agencia y jerarquía de las preferencias se pretende comprobar la validez de estas teorías en el escenario de las empresas del sector industrial.

9.6 Análisis de resultados

En las tablas 9.4 y 9.5 se muestran los resultados de los modelos de datos de panel por efectos fijos y aleatorios, considerando el periodo 2000-2006 y el periodo 2007-2010, respectivamente.

En ambas tablas, en la primera, segunda y tercer columna se presenta un modelo en el que la estructura de capital (variable dependiente) se mide como deuda total/activos totales, deuda de corto plazo/activos totales y deuda de largo plazo/activos totales respectivamente.

En todos los modelos, las variables específicas de la empresa (variables independientes) son: activos tangibles, tamaño de la empresa, rentabilidad, riesgo de negocios y oportunidades de crecimiento. Todos los modelos se estiman usando Eviews 7.0.

Con el objetivo de respaldar los resultados obtenidos y determinar el mejor modelo se realizó la prueba Hausman la cual plantea como hipótesis nula que los regresores y el error aleatorio no observable no están correlacionados.

En todos los modelos, se observa que el p-value es mayor que 0.05 por lo que se acepta la hipótesis nula y se concluye que el mejor modelo es el de efectos aleatorios Pérez (2008). Asimismo en todos los casos, la prueba F de significancia global indica un p-value menor que 0.05, lo que muestra que en su conjunto todas las variables independientes son significativas en la estructura de capital.

La R^2 registra valores por encima de 0.50 para el periodo 2000-2006 y por arriba de 0.78 para el periodo 2007-2010, lo que indica que en este último periodo más del 78% de la variación en la estructura de capital está explicada por la variación de los activos tangibles, tamaño de la empresa, rentabilidad, riesgo de negocios y oportunidades de crecimiento.

Lo cual muestra una mejor bondad de ajuste en este último periodo.

Tabla 9.4 Resultados del modelo de las empresas del sector industrial 2000-2006

Variable dependiente	Deuda total/Activos totales		Deuda corto plazo/Activos totales		Deuda largo plazo/Activos totales	
	Coefficiente	p-value	Coefficiente	p-value	Coefficiente	p-value
Efectos fijos						
Variables independientes						
Intercepto	1.48432	0.00000	0.75516	0.01155	0.52542	0.12310
Activos tangibles	-0.04758	0.23690	0.05901	0.16674	-0.12845	0.00910
Tamaño de la empresa	-0.06076	0.00000	-0.03704	0.04776	-0.00960	0.63020
Rentabilidad	-0.21115	0.03850	-0.07372	0.53468	-0.33019	0.04620
Riesgo de negocios	-1.98067	0.00520	0.16424	0.80247	0.53187	0.80020
Oportunidades de crecimiento	0.03955	0.00680	0.00520	0.80853	0.03745	0.15610
R ²	0.823573		0.73569		0.54984	
F-statistic	25.18804	0.00000	15.01896	0.00000	6.59060	0.00000
No. Observaciones	308		308		308	
Efectos aleatorios						
Variables independientes						
Intercepto	0.87343	0.00000	0.65850	0.00000	-0.07765	0.54050
Activos tangibles	-0.01237	0.68970	0.03247	0.26430	-0.04995	0.05310
Tamaño de la empresa	-0.02255	0.00400	-0.02857	0.00080	0.02531	0.00230
Rentabilidad	-0.28907	0.01060	-0.19175	0.11270	-0.33275	0.00560
Riesgo de negocios	-1.76535	0.02190	0.31905	0.65580	0.32422	0.63840
Oportunidades de crecimiento	0.01980	0.23600	0.00161	0.96690	0.01769	0.41640
R ²	0.6345		0.7249		0.5345	
F-statistic	4.23015	0.00023	4.72029	0.00036	3.54557	0.00395
Prueba Hausman	6.736537	0.24100	1.7359	0.88430	4.6056	0.4659
No. Observaciones	308		308		308	

Fuente: Elaboración propia con base en los estados financieros de las empresas a través del uso del paquete Eviews 7.0.

Tabla 9.5 Resultado del modelo de las empresas del sector industrial 2007-2010

Variable dependiente	Deuda total/Activos totales		Deuda corto plazo/Activos totales		Deuda largo plazo/Activos totales	
	Coeficiente	p-value	Coeficiente	p-value	Coeficiente	p-value
Efectos fijos						
Variables independientes						
Intercepto	0.17194	0.09040	0.28929	0.54780	0.41089	0.01840
Activos tangibles	0.04142	0.19220	0.05222	0.56900	-0.11282	0.00300
Tamaño de la empresa	0.01968	0.00120	-0.00199	0.96640	-0.00252	0.85210
Rentabilidad	0.05412	0.68780	-0.61097	0.04790	-0.30088	0.00000
Riesgo de negocios	0.45573	0.46710	2.01636	0.13840	-2.42736	0.00180
Oportunidades de crecimiento	0.04358	0.06750	0.12594	0.03400	0.01372	0.60290
R ²	0.9586		0.80852		0.84311	
F-statistic	38.74832	0.00000	11.17211	0.00000	8.99325	0.00000
No. Observaciones	176		176		176	
Efectos aleatorios						
Variables independientes						
Intercepto	0.57068	0.00460	0.57027	0.00070	0.14590	0.12730
Activos tangibles	0.06605	0.10070	0.10817	0.00130	-0.05303	0.02540
Tamaño de la empresa	-0.00526	0.66240	-0.02232	0.02940	0.00925	0.00530
Rentabilidad	-0.42143	0.01000	-0.79124	0.00010	-0.09774	0.59230
Riesgo de negocios	0.91111	0.24860	2.63312	0.01000	-1.31569	0.00360
Oportunidades de crecimiento	0.03972	0.24340	0.14101	0.00330	0.01069	0.82430
R ²	0.90192		0.78110		0.80511	
F-statistic	3.370524	0.00627	13.29454	0.00000	1.83389	0.00108
Prueba Hausman	4.636806	0.46180	2.8991	0.71550	1.9568	0.8551
No. Observaciones	176		176		176	

Fuente: Elaboración propia con base en los estados financieros de las empresas a través del uso del paquete Eviews 7.0.

En el periodo 2000-2006, se observa que los activos tangibles no son significativos con la deuda total, tanto por efectos fijos como por efectos aleatorios. Este resultado no es afín a las teorías del trade-off, jerarquía de las preferencias y de la agencia, que postulan una relación positiva entre los activos tangibles y el apalancamiento. Esta no significancia de los activos tangibles con la deuda total se mantiene para el periodo 2007-2010, tanto por efectos fijos como por efectos aleatorios. La no significancia entre los activos tangibles y la deuda, la han encontrado autores como Chikolwa (2009) y Pandey (2001). En referencia al periodo 2000-2006, los activos tangibles no son significativos con la deuda de corto plazo, tanto por efectos fijos como por efectos aleatorios. En el periodo 2007-2010, los activos tangibles continúan sin significancia por efectos fijos, sin embargo por efectos aleatorios resultan significativos y con una relación positiva. Esta relación es consistente con las teorías del trade-off, jerarquía de las preferencias y de la agencia que argumentan que los activos tangibles pueden actuar como colaterales y acceder a un nivel de apalancamiento más alto.

Además de que los colaterales, al dar seguridad a los acreedores sobre el pago de la deuda minimizan el conflicto de interés entre los acreedores y los accionistas y se reducen los problemas en cuanto al acceso a la información entre los accionistas y los acreedores y se evita que los accionistas tomen estrategias de riesgo que puedan afectar a los acreedores. Titman y Wessles (1988), Raja y Zingales (1994), Wiwattanakantang (1999), Frank y Goyal (2003), Gaud et al., (2005), y Ríos y Hernández (2012), confirman una relación positiva entre los activos tangibles y la estructura de capital.

Por otra parte, en el periodo 2000-2006 y 2007-2010, los activos tangibles tienen una relación negativa y significativa con la deuda de largo plazo. En ambos periodos por efectos fijos y aleatorios. Esta relación negativa no está prevista por las teorías del trade-off, jerarquía de las preferencias y de la agencia, las cuales predicen una relación positiva dado que los activos fijos actúan como colaterales en la contratación de deuda. Esto sugiere que la deuda de corto plazo puede estar más colateralizada que la deuda de largo plazo, por lo que los acreedores estarían más dispuestos prestar a corto plazo que a largo plazo, o bien, que las empresas con un alto apalancamiento de operación (activos fijos altos) emplean un apalancamiento financiero más bajo (deuda de corto y largo plazo). Este resultado de una correlación inversa entre los activos tangibles y la deuda es consistente con los hallazgos de DeAngelo y Masulis (1980), Correa (2007), Aybar et al., (2000), Booth (2001), Rivera (2007), Chen y Chen-Yi (2007) y Chakraborty (2010), éste último sólo en sus modelos (5) y (6). En México, Pozzo (2007) encontró una relación negativa entre los activos tangibles y la deuda, así como en Argentina, Brasil, Perú y Venezuela. La explicación es que las empresas con una mayor proporción de activos tangibles tienen mayores posibilidades de acceso a la deuda de largo plazo, la cual van sustituyendo por deuda de corto plazo pero a una tasa de cambio menor a la unidad. En nuestro caso, la deuda de largo plazo promedio pasó de 23.9% en el periodo 2000-2006 a 22.7% en el periodo 2007-2010, mientras que la deuda de corto plazo se incrementó de 23.49% a 27.03% (tabla 9.2), lo cual muestra que hay una sustitución de deuda de largo plazo por deuda de corto plazo. En el periodo 2000-2006, el tamaño de la empresa es significativo y tiene una relación negativa con la deuda total y la deuda de corto plazo, por efectos fijos y efectos aleatorios, lo cual es consistente con la teoría de la jerarquía de las preferencias que postula que el tamaño de la empresa puede ser buena señal para los inversionistas potenciales y favorecer su preferencia por el capital en relación con la deuda debido a que las grandes empresas tienen menos información asimétrica y esto les permite captar nuevos accionistas.

Mientras que en el periodo 2007-2010 el efecto del tamaño es positivo con la deuda total, por efectos fijos; y no significativo por efectos aleatorios. Este resultado de una relación positiva es afín a la teoría del trade-off que argumenta que las grandes empresas tienen menor volatilidad del flujo de efectivo, al estar más diversificadas, lo que se convierte en una señal de poca probabilidad de bancarrota y su capacidad de apalancamiento es mayor que el de las pequeñas empresas. En relación con la deuda de largo plazo se mantiene esta no significancia por efectos fijos aunque por efectos aleatorios se registra una relación positiva.

La no significancia la han encontrado autores como Kester (1986), Remmers et.al., (1974) y Correa et. al., (2007). Este resultado no coincide con las hipótesis de las teorías del trade-off y jerarquía de las preferencias que predicen una relación positiva y negativa, respectivamente. En cuanto al periodo 2007-2010, el tamaño de la empresa no tiene una relación significativa con la deuda de corto plazo por efectos fijos, pero tiene una relación negativa por efectos aleatorios. Esta relación negativa, como ya se mencionó, es apoyada por la teoría de la jerarquía de las preferencias. Titman y Wessels (1988), Raja y Zingales (1994), pero sólo en Alemania, y Chakraborty (2010) confirman esta hipótesis.

En relación con el periodo 2000-2006, la rentabilidad es significativa y tiene una relación negativa con la deuda total tanto por efectos fijos como por efectos aleatorios. En el periodo 2007-2010, esta relación negativa es significativa sólo por efectos aleatorios. Este comportamiento es consistente con la teoría de la jerarquía de las preferencias que propone la existencia de una jerarquía sobre las fuentes de financiamiento para financiar nuevas inversiones. La empresa primero acuden a las ganancias retenidas, luego a la emisión de deuda y por último a la emisión de acciones, lo cual se justifica, en que la emisión de deuda tiene menos asimetrías de información y menores costos de emisión y transacción que la emisión de acciones. Por lo tanto, las empresas con más alta rentabilidad emplearán más las ganancias retenidas y menos la deuda. Este resultado es congruente con el hecho de que las empresas del sector industrial, lograron mantener su rentabilidad promedio en poco más del 8.6% antes y después de la crisis, este buen comportamiento de la rentabilidad llevó a las empresas a preferir menos la deuda total, especialmente en el periodo 2007-2010, en el cual la deuda total/activos totales, disminuyó en 1.24 puntos porcentuales en relación al periodo anterior, lo cual se expresa en que el efecto de la rentabilidad en la deuda total/activos totales es de -0.4096 ⁵⁷ en el periodo 2007-2010 por efectos aleatorios y en el periodo 2000-2006 de -0.1902 y -0.2603 por efectos fijos y aleatorios, respectivamente. En el periodo 2000-2006, la rentabilidad no es significativa en relación con la deuda de corto plazo, pero si es significativa y tiene una relación negativa por efectos fijos y aleatorios, en el periodo 2007-2010. Este comportamiento se mantiene para la deuda de largo plazo aunque sólo por efectos fijos, ya que por efectos aleatorios dicha relación no es significativa. Esta relación negativa es sostenida por la teoría de la jerarquía de las preferencias, como antes se expuso. El efecto de la rentabilidad en la deuda de corto plazo en el periodo 2007-2010, por efectos fijos y aleatorios es de -0.5938 y -0.7691 respectivamente, mientras que para la deuda de largo plazo es de -0.2924 . Lo que denota una mayor disminución de la deuda cuando se trata de deuda de corto plazo que en la deuda total y de largo plazo.

⁵⁷ Para obtener el impacto económico de la variable independiente, se multiplica el coeficiente de regresión por la desviación estándar de la variable independiente. El resultado se divide entre el promedio de la variable dependiente (tabla 9.2).

La variable riesgo de negocios es significativa y tiene una relación negativa con la deuda total en el periodo 2000-2006, por efectos fijos y aleatorios, pero no es significativa por dichos efectos en el periodo 2007-2010. Esta relación negativa es apoyada por las teorías de los de la agencia y trade-off que argumentan que una volatilidad más alta de las ganancias incide en una probabilidad más alta de que el flujo de efectivo no sea suficiente para pagar la deuda e incrementa la probabilidad de peligro financiero.

La teoría de la jerarquía de las preferencias también predice una relación negativa ya que las empresas con resultados volátiles tenderán a acumular capital en tiempos de superávit para evitar perder oportunidades de inversión en tiempos en los que registren déficit. Bradley et al., (1984) y Chikolwa (2009) y Ríos y Hernández (2012) confirman la existencia de una relación negativa.

Mientras que la no significancia del riesgo de negocios en la estructura de capital, la han encontrado Titman y Wessels (1988), Auerbatch (1985) y Ferri y Jones (1979). Sin embargo, el riesgo de negocios si es significativo en periodo 2007-2010, con la deuda a corto plazo, por efectos aleatorios, y a largo plazo, por efectos fijos y aleatorios, y tienen una relación positiva y negativa, respectivamente. Lo que muestra que la variabilidad de las ganancias cambia cuando se financia deuda de largo plazo o corto plazo (Thies y Klock, 1992). Es decir cuando se financia deuda de largo plazo se asume que puede haber más volatilidad de las ganancias que en el corto plazo e incrementa la probabilidad de peligro financiero. Cabe mencionar que Pandey (2001) también encuentra una relación negativa entre el riesgo de negocios y la razón de deuda de largo plazo y positiva con las razones de deuda de corto plazo.

Las oportunidades de crecimiento tienen una relación positiva y significativa con la deuda total en el periodo 2000-2006 pero sólo por efectos fijos. Este resultado positivo es consistente con la teoría de la jerarquía de las preferencias que postula que las empresas con más altas oportunidades de crecimiento demandarán más recursos, mostrando una gran preferencia por fondos externos, especialmente por la deuda, la cual contribuye a minimizar las asimetrías de información que generan las empresas con un alto crecimiento.

Raja y Zingales (1994), Booth et al. (2001), Pandey (2001), Chen (2004), Chen y Chen-Yi (2006), Delcoure (2007) y Chakraborty (2010) encuentran una relación positiva entre las oportunidades de crecimiento y la estructura de capital.

En el periodo 2000-2006, las oportunidades de crecimiento no son significativas con la deuda de corto plazo ni de largo plazo, por efectos fijos y efectos aleatorios. En el periodo 2007-2010 dichas oportunidades tampoco son significativas con la deuda total y de largo plazo tanto por efectos fijos como por efectos aleatorios. Sin embargo en éste último periodo, las oportunidades de crecimiento tienen una relación positiva y significativa con la deuda de corto plazo por ambos efectos. Lo cual es afín, como ya se mencionó, con la teoría de la jerarquía de las preferencias. Esto es debido a que los acreedores pueden no estar dispuestos a prestar a largo plazo cuando las empresas inician con sus oportunidades de crecimiento, ya que pueden invertir subóptimamente (Myers, 1977).

En dicho periodo las empresas del sector industrial tienen una deuda promedio de corto plazo (27.03%) más alta que la de largo plazo (22.75%), lo que sugiere que las empresas emplean más su deuda de corto plazo para financiar su crecimiento. En México, Gaytán y Muñoz (2009) encuentran una relación positiva entre las oportunidades de crecimiento y la deuda de corto plazo.

Cabe mencionar que Correa (2007) y Khalid (2011) no encontraron significancia entre las oportunidades de crecimiento y la deuda, mientras que Song (2005) reportó no significancia con la deuda de largo plazo, pero sí con la deuda total y de corto plazo. Chikolwa (2009) no halló significancia con la deuda de largo plazo y corto plazo, pero registró significancia con la deuda total.

9.7 Conclusiones

En esta investigación se analizan las variables específicas de la empresa que afectan a las decisiones de financiamiento de las empresas del sector industrial en el periodo 2000-2010 y se determina si las variables que afectan dicha estructura se modifican por efecto de la crisis financiera internacional del 2007. Los resultados se analizan en el marco de las teorías del trade-off, jerarquía de las preferencias y de la agencia.

Las empresas del sector industrial emplean en promedio, en el periodo 2000-2006, una deuda total, de corto y largo plazo de 48.1%, 23.4% y 23.9%, respectivamente. Estas cifras muestran un aumento en el periodo posterior a la crisis, en relación a la deuda total y de corto plazo que se ubican en 51.5% y 27.0%, mientras que la deuda largo plazo desciende a 22.7%.

Antes de la crisis, los activos tangibles no son significativos para la deuda total y de corto plazo, pero sí para la deuda de largo plazo y tienen una relación negativa, lo cual no es consistente con las teorías del trade-off, jerarquía de las preferencias y de la agencia, que argumentan que los activos tangibles tienen una relación positiva con la deuda al actuar como colaterales cuando las empresas quieren contratar deuda. Algunas de las explicaciones de esta relación negativa son que la deuda de corto plazo puede estar más colateralizada que la deuda de largo plazo, o bien que las empresas con un alto apalancamiento de operación emplean un apalancamiento financiero más bajo, así como la existencia de una sustitución de deuda de largo plazo por corto plazo.

En nuestro caso, la deuda de largo plazo pasó de 23.9% al 22.7%, después de la crisis, y la de corto plazo de 23.4% a 27.0%.

Después de la crisis, los activos tangibles se vuelven significativos y registran una relación positiva con la deuda de corto plazo, lo cual es consistente con las teorías del trade-off, jerarquía de las preferencias y de la agencia, que sostienen que los activos tangibles pueden actuar como colaterales y permitir el acceso a un nivel de apalancamiento más alto, lo que confirma que la deuda de corto plazo está más colateralizada que la de largo plazo y que hay una sustitución de deuda de largo plazo por corto plazo. La relación negativa de los activos tangibles con la deuda largo plazo se mantiene después de la crisis.

El tamaño de la empresa, en el entorno de la crisis, transita de una relación negativa con la deuda total a positiva, esto indica que antes de la crisis el tamaño de la empresa daba una buena señal a los inversionistas e incremento su preferencia por el capital, mientras que después de la crisis, a pesar de la incertidumbre y el riesgo financiero, el tamaño de la empresa proporcionó una señal de poca probabilidad de bancarrota y de una mayor capacidad de endeudamiento de las empresas que se expresó en un incremento de la deuda total en \$0.0196 por cada \$1,000 que se incrementen en el tamaño de la empresa.

La rentabilidad tiene una relación negativa antes y después de la crisis con la deuda total y de largo plazo. Este resultado es consistente con la teoría de la jerarquía de las preferencias que explica que las empresas con una buena rentabilidad recurrirán más a las ganancias retenidas de la empresa que a la deuda, lo cual es congruente con el hecho de que las empresas del sector industrial lograron mantener su rentabilidad en promedio en poco más del 8.6% antes y después de la crisis.

Por otra parte, el riesgo de negocios muestra, antes de la crisis, una relación negativa con la deuda total y después de la crisis se mantiene negativa aunque sólo con la deuda de largo plazo, pero positiva con la de corto plazo, lo que demuestra que la variabilidad de las ganancias cambia cuando se financia deuda de largo plazo a corto plazo. Esta relación negativa es consistente con la teoría del trade-off, jerarquía de las preferencias y de la agencia que argumentan que una volatilidad más alta de las ganancias incide en una mayor probabilidad de bancarrota y un menor acceso a la deuda, lo cual se refleja en el hecho de que el riesgo de negocios se incrementó en 0.12% al pasar de 0.61% a 0.73%. Si bien las oportunidades de crecimiento pierden su significancia con la deuda total, después de la crisis, éstas tienen una influencia significativa y positiva con la deuda de corto plazo, lo cual es afín a la teoría de la jerarquía de las preferencias que postula que las empresas con altas oportunidades de crecimiento demandarán más deuda y principalmente deuda de corto plazo debido a que los acreedores pueden no estar dispuestos a prestar a largo plazo cuando las empresas inician sus oportunidades de crecimiento, ya que pueden invertir subóptimamente.

Los resultados evidencian que, la crisis financiera internacional del 2007, cambia la significancia de algunas variables, así como la relación que mantienen con los diferentes tipos de deuda. Lo que demuestra que el entorno macroeconómico modifica las decisiones de financiamiento de las empresas. Finalmente, los resultados proporcionan evidencia de que la teoría de la jerarquía de las preferencias es la principal teoría que explica las decisiones de financiamiento de las empresas debido a que ésta teoría es la que da en su mayoría los argumentos para explicar la política de financiamiento de estas empresas. Por otra parte, algunas de las limitaciones de este trabajo es que no se incluyen en esta investigación las variables microeconómicas de acceso al financiamiento externo y los factores macroeconómicos que sin duda tienen efecto sobre la estructura de capital de las empresas del sector industrial.

En futuras investigaciones se planea incluir dichas variables y analizar su efecto en la estructura de capital de estas empresas con el objetivo de contar con un análisis más completo acerca de las variables que afectan su política de financiamiento y revisar si su efecto se modifica después de la crisis y a fin de contar con un mejor conocimiento sobre sus decisiones de financiamiento y a que tomen mejores decisiones. En posteriores artículos se darán a conocer los resultados de dichas investigaciones.

Referencias

- Auerbatch, A. (1985), "Real Determinants of corporate leverage", In Aybar, B. Friedman (ed.), *Corporate Capital Structures in the United States*. University of Chicago Press.
- Aybar, Arias Cristina, Casino, Martínez Alejandro y López, García José (2000), "Jerarquía de las preferencias y estrategia empresarial en la determinación de la estructura de capital de la pyme: un enfoque con datos de panel", *Anales de Economía Aplicada*, XIV Reunión ASEPELT-España-Oviedo, pp. 1-22.
- Bevan, A., and Danbolt, Jhon (2000), "Structure capital and its determinants in the United Kingdom a Descompositional analysis", *Working Papers Series 2000*. University of Glasgow.
- Bowen, R, Daley, L.A. and Huber, C.C., Jr. (1982), "Evidence on the existence and determinants of inter-industry differences in leverage", *Financial Management*, 4, pp. 10-20.
- Booth, Laurence, Aivazian, V, Demirguc-Kunt, A and Maksimovic. V (2001), "Capital structures in Developing Countries", *Journal of Finance*, LVI (1), pp. 87-130.
- Bradley M, Jarell, Greg and E. A. Kim, (1984), "On the existence of an optimal capital structure: The theory and evidence", *Journal of Finance*, 39, pp. 857-878.
- Chakraborty, Indriani (2010), "Capital structure in an emerging stock market: The case of India", *Research in International Business and Finance*.
- Chen, J., (2004), "Determinants of capital structure of Chinese-listed companies", *Journal Business Research*, 57, pp. 1341-1351.
- Chen, Shuenn-Ren and Chen-Yi, Shiu (2007), "Investor protection and capital structure: International evidence", *Journal of Multinational Financial Management*, 17, pp30-44.
- Chikolwa, Bwembya (2009), "Determinants of capital structure for A-REITs", *Social Science Research Network*, School of Urban Developmet, Queensland University of Tecnology
- Correa Carlos, Cruz Leonardo y Toshiro Wilson (2007), "What determines the capital structure of the largest brazilian firms? An empirical analysis using panel data", *Working Papers 2007*. Universidad Presbiteriana de Mackenzie.
- DeAngelo y Masulis (1980), "Optimal capital structure under corporate and personal taxation", *Journal of Financial Economics*, 8(1), pp. 3-29.
- Delcoure, N., (2007), 'The determinants of capital structure in transicional economies', *International Review Economics Finance*, 16, pp. 400-415.
- Ferri, M. and Jones, W. (1979), "Determinants of financial structure: A new methodological approach", *Journal of Finance*, 34, pp. 631-644.

Frank, M., Goyal, V. K. (2003), "Testing the pecking order theory of capital structure", *International Review Economics Finance*, 16, 400-415.

Garibay, González José (2005), 'Determinantes de la estructura de capital en México: la importancia de los factores específicos de la empresa, del entorno macroeconómico e institucional'. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico Autónomo de México.

Gaytán, Cortés Juan, Muñoz, Durán Juan Pablo y Chang, Ramos Félix (2009), "Las empresas del sector comercio y los principales factores al incorporar deuda en su estructura de capital". Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática.

Gaud, P., Jani, E., Hoesli, M., Bender, A., (2005), "The capital structure of Swiss companies: an empirical analysis using dynamic panel data", *European Finance Manage*, 11 (1), pp. 51-69.

Jensen, M. and Meckling, W.H (1976), "Theory of the firm: managerial behavior, agency costs and ownership structure", *Journal of Financial Economics*, 3, pp. 305-360.

Hernández, Carmen Guadalupe (2012). Determinantes de la estructura de capital: una investigación empírica del sector industrial en México. Tesis de Doctorado en Elaboración. Escuela Superior de Economía. Instituto Politécnico Nacional.

Kester, Carl W., (1986), "Capital and Ownership structure: A comparison of United States and Japanese manufacturing corporations", *Financial Management*, pp. 5-16.

Kumar, Kakani Ram (1998), "Econometric Analysis of the capital structure determinants". Working Papers Series 1998/333. Indian Institute of Management Calcuta.

Miguel, A., Pindado, J., (2001), "Determinants of capital structure: new evidence from Spanish panel data", *Journal Corporate Finance*, 7, pp.77.99.

Modigliani, F. and Miller, M.H. (1958), "The cost of capital, corporation finance and theory of investment", *American Economic Review*, 48 (3), pp. 261-297.

Modigliani, F. and Miller M.H. (1963), "Corporate income taxes and the cost of capital: a correction", *American Economic Review*, 53(3), pp. 433-443.

Myers, Stewart C (1976), "Determinants of Corporate Borrowing", WP 1976/875-76. Sloan School of Management and Massachusetts Institute of Technology.

Myers, S.C (1984), "The capital structure puzzle", *The Journal of Finance*, 39 (3), pp. 575-592.

Myers, S.C y Majluf N. S. (1984), "Corporate financing and investment decisions when firms have information that investors do not have", *Journal of Financial Economics*, 13, pp. 187-221.

Pandey, I. M (2001), "Capital structure and the firm characteristics: evidence from an emerging market", IIMA Working Paper No. 2001-10-04, pp. 1-17.

Pérez, César, *Econometría Avanzada. Técnicas y Herramientas*, Madrid, Pearson Prentice-Hall, 2008, 739 pp.

Pozzo, Horacio Daniel (2007). *Análisis de la estructura de capital de las firmas y sus determinantes en América Latina*. Tesis de Maestría en Economía. Universidad Nacional de la Plata.

Rajan, G and Zingales L (1994), “What do we know about capital structure’? Some evidence from international Data”, National Bureau of Economic Research Working, paper series 1994/4875.

Remmers, L., Stonehill, A., Wright, R. and Beekhuisen, T. (1974), “Industry and size debt ratio determinants in manufacturing internationally”, *Financial Management* (Summer), pp. 24-32.

Ríos, Bolívar Humberto y Hernández, Carmen Guadalupe (2012), “Estructura financiera óptima en la industria de los alimentos que cotiza en la Bolsa Mexicana de Valores”. Aceptado para su publicación, el día 7 de diciembre del 2011, en la Revista *Econoquantum* de la Universidad Autónoma de Guadalajara. En espera de su publicación.

Rivera, Godoy José Alberto (2007), “Estructura financiera y factores determinantes de la estructura de capital de las pymes del sector de confecciones del Valle del Cauca en el periodo 2000-2004”, *Cuadernos de Administración*, 20 (034), pp. 191-219.

Ross, S. A (1977), “The determination of financial structure”, *The Bell Journal of Economics*, pp. 23-39.

Scott, D. F., Jr. (1972), “Evidence on the importance of financial structure”, *Financial Management*, pp. 45-50.

Song, Han-Suck (2005), “Capital structure determinants. An empirical study of swedish companies”, Royal Institute of Technology, Centre of Excellence for Studies in Innovation and Science, Department of Infrastructure.

Thies, C.F. and Klock, M. S. (1992), “Determinants of capital structure”, *Review of Financial Economics*, 1(2), pp.40-53.

Titman S. and Wessels, R (1988), “The determinants of capital structure”, *The Journal of Finance*, 43, pp. 1-19.

Wadnipar, Herazo Sandra Milena y Cruz, Merchan Juan Sergio (2008), “Determinación de la estructura de capital de las empresas colombianas”, *Revista Soluciones de Posgrado EIA*, 1, pp. 23-43.

Wiwattanakantang, Y (1999), “An empirical study on the determinants of capital structure of Thai firm”, *Pacific-Basin Finance Journal*, 7, pp.341-403.

Capítulo 10

Análisis multidimensional de las competencias distintivas de las PyMES del sector hotelero de Galicia

Gabriel Suyo & Juan Castromán

G.Suyo & J.Castromán

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Av. de la Cultura, Nro. 733, Cusco - Perú - América Latina
Apartado Postal 921 - Cusco, Perú.

Universidad de Santiago de Compostela. Facultade de Económicas e Empresariais - Avda. do Burgo, s/n. Campus Norte
15782 Santiago de Compostela, España.

gasucruz@hotmail.com

M.Ramos, F.Miranda (eds.) *Optimización-Estocástica-Recursiva-Coherente-Sistémica y sus variantes (probabilidad, econometría y estadística aplicada)*, Temas Selectos de Optimización-©ECORFAN-Santiago de Compostela, España, 2012.

Abstract

Small and medium business (SMEs), of the hotel sector, needs to improve and to develop sustainable competitive advantages. The Resources and Capacities Based View theory, has been applying in both material and immaterial assets. The aim of this work is to identify the factors of the operation area with potential capacity of improve the competitive position of the SMEs of hotel sector, and to classify them on clusters according to its competitive priorities. The research has been developed by means of a survey presented to a sample of the SMEs in Galicia – Spain. The results of the research shows the framework the SMEs managing their resources and capacities to develop competitive advantages in terms of customers satisfaction, service quality and productivity.

10 Introducción

Durante los últimos años, han surgido múltiples perspectivas ligadas a la generación de ventajas competitivas por las empresas, que operan en un entorno que en la actualidad suele ser turbulento, cambiante e inestable, caracterizado por el predominio de las operaciones globalizadas, los ciclos de los productos cada vez más cortos, la evolución tecnológica y la creciente innovación. Un contexto de cambios continuos, exige a las empresas encontrar nuevos procesos y técnicas de dirección para obtener, desarrollar y sostener competencias distintivas, basadas en, o al menos apoyadas por el sistema de producción y la potenciación de sus recursos y capacidades.

Naturalmente, estas organizaciones deben actuar orientándose al cumplimiento de las necesidades de los clientes, pero en ocasiones este se convierte más en un requisito competitivo que en una fuente de diferenciación. También las pequeñas y medianas empresas (PyMES), en el sector hotelero, se enfrentan a esta necesidad de encontrar una diferenciación que les permita la rentabilidad suficiente para sobrevivir, desarrollarse y superar los tiempos difíciles y que, además, sea sostenible, lo que requiere que sea difícil de imitar por parte de sus competidores.

Las PyMES, no sólo en España, sino en cualquier país europeo, son la fuente principal para la riqueza de la economía nacional, y la generación de empleo. En todas las economías del mundo las PyMES son de gran importancia en su desarrollo de sus actividades. No obstante, estas empresas se enfrentan a serias dificultades en áreas como la capacidad de modernización, la innovación de productos y la inversión en tecnologías, entre otras, las cuales son claves para desarrollarse en un mercado cada día es más competitiva.

Por otro lado, los problemas que afectan a las PyMES, pueden ser clasificados en dos grupos derivados de su estudio siguiendo un enfoque externo o interno. El primer enfoque es de tipo macroeconómico, y en este ámbito las PyMES tienen influencia escasa en su solución, por lo que únicamente pueden plantear una actuación adaptativa. En cambio, el enfoque interno, se caracteriza principalmente por problemas que pueden ser abordados mediante la gestión propia del negocio y la actuación dentro del sector económico al que pertenece (Palomo González, 2004, p. 26, 2007, p. 37). Este enfoque interno es el que hemos tomado en consideración al abordar el estudio de los factores que determinan las competencias distintivas en las PyMES del sector hotelero.

Y es que, las PyMES del sector hotelero de la Comunidad Autónoma de Galicia, también tienen la necesidad de desarrollar ventajas competitivas que sean sostenibles en el tiempo.

El surgimiento de la teoría de los Recursos y Capacidades, ha puesto de relieve la importancia y la valoración de los recursos tangibles e intangibles como fuentes de ventajas competitivas, lo que se traduce en la necesidad de aprovechar de forma adecuada y eficiente los recursos con los que cuenta la empresa en relación a sus rivales.

Barney (1991, p. 101) conceptualiza los recursos de la empresa indicando que “incluyen a todos los activos, capacidades, procesos organizacionales, atributos de la empresa, información, conocimientos, etc., controlados por la empresa, que le permitan concebir e implementar estrategias que incrementen su eficiencia y efectividad”. En su aportación, destaca que los recursos y las capacidades de la empresa, contribuyen para generar las ventajas competitivas de las organizaciones y que ambos, recursos y capacidades, se encuentran interrelacionados.

Penrose (1997, p. 29) propone su Teoría del Crecimiento de la empresa, en la cual hace hincapié en los recursos internos de la empresa en los servicios productivos, emplea el argumento de que nunca los recursos por sí mismos son insumos en el proceso de producción, sino más bien se trata de los servicios que estos recursos pueden rendir. En otras palabras, los servicios generados por los recursos son una función de la forma en que se utilizan los recursos. Señala que, una empresa es algo más que una unidad administrativa, si no que es también un conjunto de recursos productivos.

Respecto a la capacidad de generar ventajas competitivas, existen dos modelos predominantes en el análisis estratégico, el modelo de la economía industrial propuesto por Porter a principios de los ochenta (Porter (1991)), y por otro lado, tenemos J. B. Barney (1995) con su enfoque basado en los recursos y capacidades, que se centra en sus conexiones con las estrategias y el desempeño de la organización. Según este autor, una empresa alcanza una ventaja competitiva cuando implementa una estrategia creadora de valor, que sea difícil de imitar y copiar, es decir, que pueda ser sostenida por la empresa.

Las organizaciones varían en su conjunto de recursos, tanto tangibles como intangibles. La ventaja competitiva se basa en la superioridad de recursos de la organización (los recursos financieros, físicos y humanos y el tecnológico), y también en las capacidades, que se apoyan en los “activos invisibles”, tales como el conocimiento, las habilidades y las experiencias del personal (Carmeli, 2004, p. 377).

En la presente investigación se asume el enfoque de la Teoría de Recursos y Capacidades, en el sentido de que “los recursos y capacidades de la empresa pueden entenderse como el conjunto de elementos, factores, activos, habilidades, atributos que la empresa posee o controla y que le permiten formular y poner en marcha una estrategia competitiva”(Guerra y Navas, 2007, p. 228). Es decir, que, en las PyMES del sector hotelero, los recursos (tangibles e intangibles) y las capacidades (conocimientos, experiencias o habilidades colectivas), son los medios para lograr una ventaja competitiva frente a los competidores.

A las PyMES del sector hotelero les corresponde desarrollar la explotación de los recursos tangibles e intangibles, asociados con las actividades funcionales de la empresa, de entre las que nos vamos a centrar en las del área de operaciones. El interés en su estudio radica en que estas constituyen la capacidad productiva de la organización, responden a generar competencias distintivas y son difíciles de imitar, por lo que un constituyen el eje estratégico principal de muchas PyMES del sector Hotelero.

Desde esta perspectiva, el objetivo de este trabajo es identificar los factores del área de operaciones que proporcionan competencias distintivas a las PyMES del sector hotelero.

Adicionalmente se pretende Clasificar en conglomerados las PyMES del sector hotelero según sus diferentes prioridades competitivas del área de operaciones.

El contenido de este trabajo está organizado en secciones. A continuación de la introducción (apartado 10.1), se exponen, en el apartado 10.2, los argumentos teóricos que sostienen este estudio y los aspectos relacionados con los factores competitivos que influyen en las competencias distintivas de área de operaciones de las PyMES del sector hotelero. Además se plantean las hipótesis de trabajo.

En el apartado 10.3, se presenta la metodología desarrollada. El apartado 10.4, comprende el análisis de los datos y los resultados estadísticos. Finalmente, el apartado 10.5, recoge las conclusiones más relevantes del estudio y las líneas futuras de investigación.

10.1 Fundamentos teóricos

10.1.1 El Enfoque de Recursos y Capacidades

El campo de la dirección estratégica ha venido reconociendo cada vez más la importancia del área de operaciones a la hora de aportar competencias distintivas en todas las empresas y particularmente, en las empresas de servicio.

Hoy en día las PyMES del sector hotelero se enfrentan a cambios importantes, originado por las condiciones externas e internas en que operan, cambios económicos, diversificaciones en los servicios, sofisticación de la tecnología, entre ellos. En este sentido, lograr una competencia distintiva y orientarse hacia el desarrollo de una competencia central se convierte en el camino adecuado para defender la creación de valor y la competitividad de la empresa.

Existe una diversidad de definiciones en cuanto a qué se entiende por “competitividad”. Algunos autores (Bueno Campos y Morcillo Ortega (1993a, p. 281); Bueno Campos (2004, p.220)), clasifican la competitividad según la procedencia de sus dimensiones (externas e internas) y sobre la base de su naturaleza, es decir, tangibles (cuantitativos) e intangibles (cualitativos).

Por otro lado, Antonorsi, M. citado por Barreto Ceballos y García Montesinos (2005, p. 102) define la competitividad como “la capacidad de la empresa para competir y mantenerse compitiendo y sobrevivir, para competir, ganar y para mantenerse compitiendo”. Además, sostiene los siguientes aspectos como: la competitividad es un atributo que debe ser desarrollado, las cualidades que se expresa a través de bienes y servicios, a la empresa exigen flexibilidad y la competitividad reclama a la empresa en la mejor y la superación continúa.

Man, Lau, y Chan (2002, p. 130), plantean un modelo de competitividad de las PyMES que conceptualiza en tres dimensiones: el proceso (formado por las capacidades del responsable de la gestión), el potencial (formado por las capacidades internas de la empresa y el entorno exterior que los rodea), y el desempeño o rendimiento. Por otro lado, distingue cuatro aspectos claves que conducen a la competitividad de las PyMES. En primer lugar, los factores internos de la empresa. En segunda lugar, los factores externos procedentes de su entorno. En tercer lugar, la influencia del empresario esto es un factor importante en la hora de las decisiones empresariales, que indudablemente afecta al desempeño de la empresa. El último lugar, es el performance de la empresa o rendimiento, base de la supervivencia a largo plazo.

En este sentido, la competitividad es uno de los conceptos más amplios en el mercado actual, así mismo se ha convertido en una exigencia para sobrevivir y un requisito para obtener buenos resultados.

Para Camisón Zornoza (1997, p. 45) el éxito competitivo de las PyMES se basa en la capacidad que posee una empresa a través de una gestión eficiente de una cierta combinación de recursos disponibles (internos y externos) de la organización. Por consiguiente, la mera utilización de los recursos no confiere una ventaja competitiva; deben trabajar juntos para crear capacidades organizativas. A partir de esta relación entre los recursos, las capacidades y las prioridades competitivas se consiguen ventajas competitivas que conducen al éxito competitivo de las PyMES

La Teoría de Recursos y Capacidades, se fundamenta en la “Teoría de Firma” que comprende a la empresa como una unidad de producción cuya función es convertir factores en productos (Barroso Castro, 2010, p. 67), en la “Teoría de los Costes de Transacción” que ve a la empresa es su forma de organizar el intercambio de bienes y fabricarlos del modo más barato posible y en la “Teoría de la Agencia” que considera que la empresa es un conjunto de contratos entre las partes.

La teoría basada en los recursos cuestiona los supuestos más extendidos en los años ochenta, donde se postulaba que la construcción de una posición competitiva ventajosa y sostenible a largo plazo (Barney, 1991, p. 102), dependía básicamente de la posición en los mercados de productos. El crecimiento de la empresa no depende tanto de la situación en que se encuentra, si no, de la demanda y como utiliza sus recursos internos. Cuanto más idiosincrásicos sean estos recursos, será mayor nivel de competitividad de las empresas (Bueno et al., 2006, p. 135).

El análisis de los recursos y capacidades es un tema de gran interés en el ámbito estratégico de las organizaciones para los diversos autores, que todavía está en desarrollo. Sin embargo, los conceptos que aportan y se esfuerzan en definir, están proporcionando herramientas útiles a la hora de determinar cómo influyen los recursos y capacidades de una empresa en la consecución de las ventajas competitivas.

10.2 Factores que constituyen las competencias distintivas del área de operaciones de las PyMES del sector hotelero

Existe una gran cantidad de antecedentes sobre la Teoría de Recursos y Capacidades que reconocen la importancia de factores internos en la obtención de ventajas competitivas, es decir, que ponen el énfasis en el aspecto interno de la empresa al explicar su nivel de competitividad. A continuación se profundiza sobre este aspecto, centrándonos en el área de operaciones.

La dirección de producción y operaciones, se refiere a la administración de todas aquellas actividades que se relacionan con la producción de bienes y/o servicios, esto es, al proceso de transformación de recursos en productos. En las empresas de servicios y, entre ellas, en las PyMES del sector de hotelero se designa preferentemente con el nombre de “dirección de operaciones”; su principal función consiste en administrar todos los recursos del sistema de producción, que se requieren para prestar los servicios de hostelería.

El establecimiento de prioridades competitivas ligadas a las decisiones que se toman en el área de operaciones, ha cobrado realce en las últimas décadas, a partir de las ideas germinales de autores como (Skinner, 1969, p. 141; Fine y Hax, November, p. 3), que dieron el primer paso al proponer un enfoque estratégico de la producción y la necesidad de evitar el aislamiento de esta área funcional con el resto de las funciones y con la estrategia competitiva de la empresa.

Otros autores apoyaron a este concepto en el sentido de considerar que la función de producción también influye en el éxito competitivo empresarial.

El estudio de las prioridades competitivas del área de operaciones, ha surgido de la importancia estratégica de la función de producción, y de su consideración como un elemento determinante para el logro de los éxitos de una actividad transformadora. Así mismo, dichas prioridades tienen hondas repercusiones en las características de los productos que las empresas deben concretar, para que contribuya a una mejora de los resultados del negocio y alcanzar los objetivos fijados de su actividad y de igual manera fortalecer su ventaja competitiva (Anderson, 1989; Hayes y Wheelwright, 1984, p. 2; Van Wassenhove y Cornett, 1991, p. 1; Wheelwright y Hayes, 1985, p. 4).

En la revisión de la literatura, hay una cierta dispersión de términos para referirse a los conceptos relativos a las prioridades competitivas del área de producción: tareas de producción y criterios de desempeño (Skinner, 1969, p. 136), criterios mercadológicos para el éxito (Adam y Ebert, 1991, p. 44), dimensiones de competitividad (Corbett y Van Wassenhove, 1993, p. 108), misiones de fabricación (Arnoud De Meyer y Wittenberg-Cox, 1994, p. 22), dimensiones de la misión de operaciones (Domínguez Machuca, 1995, p. 113), objetivos de fabricación (Avella Camarero, Fernández Sánchez, y Vázquez Ordás, 1999, p. 241), estrategia de operaciones (De Burgos Jiménez, 1999, p. 259), estrategia de operaciones y operaciones de fabricación (Slack, 2005, p. 323), decisiones de producción estructurales y capacidades de producción (Urgal González y García Vázquez, 2005, p. 101, 2006, p. 133), las decisiones de producción (Garrido Buj, 2006, p. 226), estrategia de operaciones y prioridades competitivas (Kathuria, Porth, Kathuria, y Kohli, 2010, p. 885; Martín Peña y Díaz Garrido, 2007a, p. 137, 2007b, p. 1; Sarache Castro, Cárdenas Aguirre, Giraldo García, y Parra Sánchez, 2007, p. 112), capacidades competitivas (Krajewski, Ritzman, y Malhotra, 2008, p. 51) y objetivos del sistema de producción (Espino Rodríguez, 2003, p. 83; Miranda, Rubio, Chamorro, y Bañegil, 2004, p. 59; Moyano, Bruque, Maqueira, Fidalgo, y Martínez, 2011, p. 171).

Chen (1999, p. 331) considera en su modelo de estrategias de fabricación y prioridades competitivas como objetivo principal la satisfacción del cliente, así mismo analiza desde el punto de vista de fabricación, consigue el despliegue e implementación exitosa de ambas decisiones estructurales e infraestructurales. A su vez, considera siete prioridades competitivas, como: calidad, fiabilidad en la entrega, coste, flexibilidad, innovación, servicio y tiempo.

Las prioridades competitivas se han convertido en un factor cada vez más importante en los estudios empíricos. Sin embargo, la acumulación de las investigaciones sugieren en el marco más relevante que las estrategias de operaciones como definen como la ponderación relativa de las capacidades de fabricación incluidos los de bajo costo, calidad, flexibilidad, y la entrega (Boyer y Lewis, 2002, p. 9).

Martín-Peña y Díaz-Garrido (2009, p. 65) definen las prioridades competitivas “como las áreas en las que debe centrarse la producción para poder aportar ventajas competitivas a la empresa, se hace necesario incluir el medio ambiente como una prioridad competitiva”. En consecuencia, considera las prioridades competitivas en su investigación como: coste, calidad, flexibilidad (en volumen y en producto), entrega, servicios y medio ambiente.

Sarache Castro, Danilo Castrillón, y Alberto Giraldo (2011, p. 92) indican las prioridades y las decisiones estratégicas competitivas en las empresas manufactureras comprenden: costo, calidad, entrega, flexibilidad y servicio. En resumen, las prioridades competitivas o misiones de fabricación proporcionan la guía fundamental para que el sistema productivo logre diferenciarse con respecto a la competencia en algún aspecto considerado esencial para el éxito competitivo, y hay gran concordancia en situar entre ellas las relacionadas con el coste, la calidad, los plazos (y demás características) de la entrega y la flexibilidad.

Además de las cuatro mencionadas, se suele situar “el servicio” como quinta prioridad. Respecto a otras prioridades adicionales, el consenso es mucho menor, aunque se reconoce que puedan ser importantes para empresas concretas en entornos determinados.

En todo caso, la función en la empresa de tales prioridades, se orienta a determinar que competencias distintivas se desean lograr, por lo que el tema de investigación se centrará en el desarrollo de las competencias distintivas en función de los objetivos estratégicos de las empresas estudiadas. En nuestro caso, estudiaremos las cinco mencionadas, aunque por las especificidades del sector estudiado, limitaremos la competencia en entregas a evaluar la gestión de las reservas y las reclamaciones y en cuanto a la flexibilidad, examinaremos sobre todo el impacto de la estacionalidad. En definitiva, centraremos el estudio en los siguientes aspectos: “costo/productividad”, “calidad”, “gestión de reservas y recepción”, “flexibilidad y estacionalidad de la demanda” y “servicio complementarios”.

10.2.1 Las competencias distintivas en las PyMES del sector hotelero

En general, podemos indicar que las PyMES del sector hotelero de la Comunidad Autónoma de Galicia, se preocupan por desarrollar y sostener competencias distintivas, que dichas competencias están relacionadas con las necesidades actuales y futuras de los clientes, así como con la respuesta a los factores del entorno, en particular a los aspectos normativos-legales, tecnológicos y otros factores exógenos. Asimismo, las competencias distintivas seleccionadas responden no sólo a la investigación de los clientes, sino también al esfuerzo para alcanzar y mantener una reputación, a la necesidad sentida de desarrollar capacidades amplias de servicio al cliente, a la calidad/producto del servicio y a la importancia dada a la satisfacción del cliente.

Ahora bien, habitualmente, las PyMES no pueden competir con éxito en todas las áreas al mismo tiempo, de manera que la posición competitiva de la empresa va a depender de la elección de sus prioridades competitivas. También las PyMES del sector hotelero, en aras de conseguir una posición competitiva ventajosa, tienen que enfocarse preferentemente en alguna o algunas de las prioridades competitivas. De lo contrario, se expone a que mejoras adicionales en un área puedan traer consigo un empeoramiento en otra u otras más importantes para esa empresa en concreto, lo que puede resultar finalmente en una desventaja.

En el estudio perseguimos determinar en qué medida las distintas empresas dan prioridad a una u otra competencia distintiva y en qué medida esto les conduce a una posición de ventaja. Lo haremos mediante la contrastación de las siguientes hipótesis:

H₁ : El desarrollo de las competencias distintivas, del área de operaciones, por parte de las PyMES del sector hotelero, les proporcionan ventaja competitiva, de manera que:

H_{1.1}.: Las PyMES con una competencia distintiva enfocada a la satisfacción del cliente, muestran ventaja competitiva.

H_{1.2}.: Las PyMES con una competencia distintiva enfocada a la calidad de servicio de reserva, muestran ventaja competitiva.

H_{1.3}.: Las PyMES con una competencia distintiva enfocada a la productividad, muestran ventaja competitiva.

Previamente, para aclarar el contenido de las competencias distintivas del área de operaciones, es preciso aportar una definición de cada una de ellas, teniendo en cuenta que describen lo que la función de producción u operación debe lograr, en cuanto a “costo/productividad”, “calidad”, “gestión de reservas y recepción”, “flexibilidad y estacionalidad de la demanda” y “servicios complementarios”. A continuación describimos someramente:

10.2.1.1 Costo/productividad

Aunque, en principio, cualquier característica de las PyMES podría ser un factor de ventaja competitiva, la mayor parte de las PyMES del sector hotelero toman en consideración las competencias distintivas del área de operaciones y, entre ellas, el costo de producción de bienes y/o servicios.

Según Krajewski et al. (2008, p. 51) consideran que el hecho bajar los precios puede incrementar la demanda de servicios o productos, pero también reduce los márgenes de utilidades, si el producto o servicio no puede producirse a un costo menor. Para reducir los costos, se hacen unos rigurosos análisis de los procesos (fuerza de trabajo, métodos, desperdicios, gastos generales y otros factores). Con frecuencia, para reducir los costos se necesita un proceso complementario nuevo, inversiones en nuevas instalaciones automatizadas o tecnologías.

Algunas PyMES del sector hotelero compiten en costos, es decir, que venden sus servicios a precios bajos, eliminando servicios no esenciales para la satisfacción del cliente y sin afectar, en lo posible, la calidad de atención en los servicios. Para ello, es importante que estas PyMES tengan un servicio estandarizado, que cubran la demanda de los servicios a un precio bajo en el mercado competitivo; con índices altos de productividad y un nivel alto de ocupación, generalmente asociado a un buen sistema de reservas. Productividad y ocupación proporcionan buenos costos a corto plazo; sin embargo a largo plazo la reducción de los costos se logra con una inversión en nuevas tecnologías, entrenamiento y desarrollo del personal y orientación estratégica hacia las competencias distintivas prioritarias.

10.2.1.2 Calidad

La calidad está asociada con el cumplimiento de las especificaciones del servicio y con la satisfacción de las expectativas de los clientes. Este enfoque es un reto para toda empresa, y apoya a la competitividad empresarial (Bueno Campos y Morcillo Ortega, 1993, p. 60). De hecho, la satisfacción del cliente se ha convertido en un objetivo principal para muchas PyMES del sector hotelero, que muestran una relación entre sus niveles de calidad y el rendimiento que logran.

Con respecto a las definiciones que ofrecen los autores especializados en calidad, se encontraron una gran variedad. La norma UNE En ISO 8402 (actualmente sustituida por la norma UNE En ISO 9000:2005) define a la calidad como el conjunto de características de una entidad (actividad, producto, organización o personas) que le confiere la aptitud para satisfacer las necesidades establecidas y las implícitas (Miranda González, Chamorro Mera, y Rubio Lacoba, 2007, p. 7).

Según Miranda et al. (2004, p. 63) la dimensión de calidad es un problema muy complejo; la calidad se entiende como un conjunto de atributos de un producto o servicio que le permiten que satisfaga las necesidades de los clientes; es decir, que un producto y/o servicio es de calidad, si el cliente lo considera así. También, Moyano et al. (2011, p. 172) refieren a la calidad como la satisfacción de las necesidades y requerimiento de los clientes, e incluso excederlos, en la producción de bienes y/o servicios.

En este estudio, la calidad es presentada como un output del servicio en las PyMES del sector hotelero, desde el punto de vista de prioridades competitivas; ya que el resultado en la prestación del servicio se puede entender como el desempeño del producto y/o servicio. A veces, el cliente tiene una visión muy diferente a la de la organización acerca de sus propias necesidades y no olvidemos que es el cliente quien las establece y no la organización.

10.2.1.3 Reservas y recepción

En general, son un factor importante en las PyMES del sector hotelero, pues son el primer contacto del cliente con la empresa. La mayoría de estos establecimientos trabajan bajo esta actividad de reservas de huéspedes. Donde controlan la ocupación futura de las habitaciones, evitar sobreventas, recibir solicitudes de reservas, cambios y cancelaciones.

Cerra Culebras, Dorado, Estepa, y García (2001, p. 80) consideran como parte del proceso de una entrada “es algo sencillo, pero a la vez complejo, ya que tiene una serie de connotaciones y actividades, algunas de las cuales han tenido que ser realizadas antes del acto de las entradas; sin olvidar todas las posibilidades que se pueden producir en dicho momento que algunas veces llegan a ser desagradables tanto para el cliente como para el recepcionista”. Centrándose en este factor de reservas y reclamaciones, la recepción (entrada) es uno de los lugares más importantes del hotel tanto para el huésped y al mismo tiempo para el hotel. Donde los clientes esperan a ser atendidos con una confiabilidad, seguridad, imagen y capacidad de respuesta. Todos los establecimientos hoteleros tratan de dar un buen servicio a los clientes, no obstante tienen dificultades a la hora de dar este servicio.

Dorado y Cerra Culebras (2004, p. 31) consideran que este es el primer lugar de contacto con la empresa hotelera y el cliente, se realiza de forma impersonal, generalmente por vía telefónica y sin que necesariamente deba realizar la gestión el propio huésped. Enmarca la importancia que tiene un trato correcto. Brinda la oportunidad de tomar los datos personales del cliente y las necesidades expresadas, y debe hacerse de una forma rigurosa, pues el más mínimo error afectará a la calidad de servicio prestada posteriormente.

Según sea la capacidad y categoría del establecimiento hotelero el recepcionista tendrá un mayor grado de especialización (Corral Mestas, 2006, p. 41). Mientras que otros establecimientos de categoría menores la recepción no solo realiza estas labores si no que también se encarga de toma de reservas, facturación y control administrativo. En las PyMES del sector hotelero, este departamento de reservas suele depender directamente de la recepción, en otros casos del jefe de ventas o del departamento de comercialización.

Se trata de establecer algunas funciones básicas como: manejar las fuentes de sistema de reservas, el control de disponibilidad, archivos, correspondientes y comunicación con el exterior e interior, conocimiento de la oferta, conocimiento de contratos. En otros casos, está subcontratada o cedida a un departamento especializado externo (por ejemplo en las integradas en cadenas).

10.2.1.4 Flexibilidad y estacionalidad

La flexibilidad señala la capacidad de la empresa para hacer frente de manera eficiente a determinadas fuentes de variabilidad, que pueden afectar su producción y/o servicios, por ejemplo, variaciones en demanda, suministros, productos, procesos, equipos y mano de obra. Las PyMES del sector hotelero, toman una especial atención a esta prioridad competitiva, entendida como la capacidad de adaptación al cambio con eficacia y eficiencia (Ruiz Jiménez, Alfalla-Luque, Medina-López, y Chávez Miranda, 2002, p. 195).

Diversos autores señalan la importancia estratégica de esta dimensión. Díaz Garrido y Martín Peña (2007, p. 111) y Moyano et al. (2011, p. 172), resaltan la flexibilidad en el volumen (la variación de la demanda, tanto de forma irregular como de manera estacional) y la flexibilidad en el producto (modificación del proceso, relacionados con nuevas formas de gestión), y Krajewski et al. (2008, p. 53) ponen el énfasis en la personalización (la capacidad de satisfacer las necesidades peculiares a cada cliente y los cambios de diseño) y en la flexibilidad del volumen (la capacidad de acelerar o refrenar la tasa de producción para lidiar con grandes fluctuaciones de la demanda).

En las PyMES del sector hotelero, esta competencia distintiva se manifiesta en la medida en que pueden adecuarse a las necesidades de los clientes y aprovechar las opiniones que revelan o hacen comparación con otras empresas. Y todo ello, siendo capaces de mantener los niveles de costo, calidad, cumplimiento de las reservas y, en general, del nivel de servicio ofrecido, tanto en momentos de demanda baja, como en la denominada “temporada alta”.

10.2.1.5 Servicio complementarios

El servicio, en cuanto a prioridad competitiva de las PyMES del sector hotelero, se refiere tanto al propio servicio de hostelería que constituye su razón de ser, como a los servicios complementarios o adicionales que pueden abarcar y a la posibilidad de convertir éstos en auténticos diferenciadores con respecto a la competencia. Como ejemplo, ofrecer a los huéspedes servicios adicionales como el traslado al aeropuerto gratuito, en algunos casos puede ser determinante en la elección por parte del cliente del establecimiento en cuestión.

Ganaza Vargas (2000, p. 145, 2010, p. 251), entre otros muchos, considera cinco grandes categorías en los servicios complementarios que pueden enriquecer la oferta de una empresa: la satisfacción de las exigencias de los clientes (tanto relativas al diseño del producto como del proceso); las actividades informativas (manuales de usuario, información de líneas de financiamiento); reducción del riesgo del cliente (servicio de reparaciones, garantías); hacer más fácil la acción de compra (formas de pago, líneas de financiación); y trato al cliente (amabilidad y respeto en el trato).

En definitiva, el servicio al cliente puede ser un medio para lograr la ventaja competitiva sostenible y puede llegar a ser determinante en la percepción de la calidad del producto por parte del consumidor final.

10.3 Metodología

10.3.1 Población, muestra y obtención de datos

Un elemento fundamental al que debe enfrentarse cualquier investigación, es la necesidad de delimitar con claridad el universo del estudio o la base de la muestra. La delimitación de la población objeto de estudio es, en el presente trabajo, las “PyMES del sector hotelero” de la Comunidad Autónoma de Galicia – España. Lo que enmarca el estudio en una realidad empresarial de las cuatro provincias gallegas (A Coruña, Lugo, Ourense y Pontevedra). Formada por empresas que tengan un número de empleados entre 10 y 250 empleados y una cifra de negocios entre 2 y 50 millones de euros, y que se dedique al servicio de hospedaje en hoteles y moteles. Por tanto, se han eliminado las microempresas (empresas con menos de 10 empleados y las de una cifra de negocios inferiores a 2 millones de euros) (D.O.U.E. nº L107., 1996, pp. 004–009).

La población de estudio se tomó de la base de datos Información Empresarial on-line Cámara de Comercio (Camerdata, S/F), empresa dedicada a la información de base de datos (marzo de 2012) la cual nos alcanza una población total de 152 PyMES del servicio de hospedaje en hoteles y moteles de la Comunidad Autónoma de Galicia. Dada la finalidad de esta investigación, se ha considerado adecuado seleccionar la totalidad de las PyMES contempladas en la base de datos, aunque posteriormente constatamos que 3 hoteles, ubicados en las provincias de Lugo y Pontevedra, ya habían cerrado definitivamente.

El trabajo de campo se realizó entre el 20 de marzo y el 06 de julio de 2012. Los datos fueron recogidos a base de encuesta personal, se utilizó un soporte cuestionario auto-administrado dirigido a los directivos y/o administradores de las PyMES del sector hotelero. Por otro lado, también se utilizaron envíos por correo postal, y otras encuesta fueron remitidas por correo electrónico (aunque en una cantidad mínima). Finalizado el periodo destinado a la realización del trabajo de campo se recibieron 90 cuestionarios debidamente completados. En la Tabla **10.1** 10.1, figura la ficha técnica del estudio de campo.

Tabla 10.1 Ficha técnica de la investigación

Aspectos de la investigación	Encuestas
Procedimiento metodológico	Encuestas personales
Tipo de preguntas	Con escala Likert, Abiertas y cerradas
Población	PyMES del sector hotelero
Ámbito geográfico	Comunidad Autónoma de Galicia (España)
Método de obtención de información	Personal, en el lugar de trabajo (hoteles)
Población total / muestra	152 PyMES según los datos de Camerdata. España
Índice de respuesta	59,21%
Muestra final	90
Nivel de confianza	95% $Z = 1.96$ $p=q=50\%$
Error muestral	5.2%
Fecha de trabajo de campo	De 20 marzo al 06 de julio de 2012
Control de trabo de campo	No se llevó a cabo ya que fueron realizados por el investigador
Tratamiento de la información	Paquete estadístico SPSS (que en su versión 18 para Windows fue denominada por IBM “PASW”).

Fuente: Elaboración propia.

10.3.2 Medida de las variables

La elaboración del cuestionario comenzó con la revisión de la literatura empírica y teórica, en el cual, se puso de manifiesto la presencia de las cinco prioridades competitivas del área de operaciones, en las PyMES del sector hotelero (costo/productividad, calidad, reserva y cumplimiento, flexibilidad y, servicio).

En este trabajo, el instrumento final está formado por diverso ítems, para así extraer cuestiones de mediciones válidas y fiables para cada una de las variables que queremos medir.

El cuestionario final, se divide en cuatro bloques principales.

El primer bloque, incluye las preguntas relacionadas con los datos generales, que comprende a las características demográficas del hotel y las del encuestado.

El segundo bloque, recoge la información acerca del entorno competitivo intra-empresa del área de operaciones (interrelación con las restantes áreas funcionales), limitado a las siguientes variables: las acciones de marketing y comercialización; la frecuencia de uso de las fuentes de financiamiento y la gestión de los recursos humanos.

El tercer bloque, contiene las preguntas referidas a las áreas de decisión de operaciones, siendo sus variables: la capacidad productiva, localización, sistema de productivo, tareas productivas e inventarios y logística.

Finalmente, el cuarto bloque del cuestionario trata específicamente sobre las competencias distintivas del área de operaciones (costo, calidad, reservas/recepción, flexibilidad y servicio), resaltando la importancia de los recursos y capacidades en la formación de dichas competencias y, en último término en la competitividad de las PyMES hoteleras de la Comunidad Autónoma de Galicia.

Las variables implicadas en el análisis que proponemos, en este trabajo son las competencias distintivas de área de operaciones. La valoración del ítem es sobre una escala Likert de 1 a 5 (1, mucho más bajo que la competencia; 5, mucho más alto que la competencia).

Para la medición de las diferentes variables, nos hemos basado en los trabajos de diferentes autores que han investigado en este campo (Ahmad y Schroeder, 2002, p. 80; Avella, Fernández, y Vázquez, 1999, p. 241;

Boyer y Lewis, 2002, p. 14; Chen, 1999, p. 334; Ganaza Vargas, 2000, p. 142; Kathuria, Porth, Kathuria, y Kohli, 2010, p. 885; Martín Peña y Díaz Garrido, 2007, p. 147; Moyano, Bruque, Maqueira, Fidalgo, y Martínez, 2011, p. 171; Sarache Castro, Castrillón, y Giraldo, 2011, p. 101; Urgal González y García Vázquez, 2005, p. 109; Zhao, Yeung, y Zhou, 2002, p. 287). Como se ha indicado, para obtener los valores correspondientes a estas variables se ha acudido a las fuentes de información primarias.

10.3.2.1 Instrumentos utilizados

El tratamiento de la información se realizó con técnicas descriptivas univariantes para el cálculo de distribución de frecuencias de las variables nominales y ordinales.

Así mismo, para el análisis de fiabilidad de las escalas, a través de las correlación media de un ítem y con los demás ítems, la medida utilizada fue el coeficiente alfa de Cronbach, según Peterson (1994, p. 382), quien propone; inferior a 0,50 nivel no aceptable, 0,50 a 0,60 nivel débil, 0,60 a 0,70 nivel cuestionable, 0,70 a 0,80 nivel bueno y, superiores a 0,90 un nivel excelente.

Por otro lado, se utilizó el análisis de componente principal con rotación varimax, el grado de correlación conjunta mediante el estadístico KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) y la prueba de test de esfericidad de Bartlett, en este caso, considerando los valores por debajo de 0,50 como inaceptables y los superiores a 0,70 como regulares y aceptables (Hair, Anderson, Tatham, y Black, 2001, p. 88) .

Por último, se utilizó análisis de conglomerados, para lograr una clasificación descriptiva que une bajo el mismo grupo a aquellas PyMES que están caracterizadas en relación a las variables de estudio.

La Tabla 10.2, muestra el análisis de fiabilidad o consistencia interna de la variable competencias distintivas del área de operaciones, lo que permite confiar en las escalas empleadas para medir cada una de las prioridades competitivas: “costo/productividad”, “calidad”, “gestión de reservas y recepción”, “flexibilidad y estacionalidad de la demanda” y “servicio”.

El coeficiente alfa de Cronbach, de las cinco dimensiones es aproximadamente 0,728.

Así mismo, hemos obtenido la siguiente fiabilidad de las escalas para cada uno de las competencias distintivas del área de operaciones: -para el variable de “costo/productividad” de las PyMES del sector hotelero se obtiene una alfa de Cronbach de 0,710, que es un nivel aceptable y por lo tanto este grupo de variables presentan consistencia interna o interrelación entre los ítems o preguntas que hacen parte de la escala; -la variable “calidad” tiene un alfa de Cronbach un nivel bastante aceptable de, 0,793; -las variables “reservas y recepción” y, “servicio” obtienen un valor alfa de Cronbach de 0,773 y 0,795 respectivamente, que es nivel aceptable del consistencia interna de los ítems. -Mientras tanto, la variable de “flexibilidad y estacionalidad” de la demanda sólo alcanza un alfa de Cronbach de 0,439 que es un nivel bastante débil.

Esta última dimensión presenta un valor Alfa de Cronbach no aceptable, porque no es una variable escalar, por lo tanto, no se la considerará en el análisis factorial posterior.

10.3.2.2 Análisis de los datos y resultados

10.3.2.2.1 Análisis multidimensional

Antes de proceder propiamente al análisis de los datos estadísticos, hay que realizar una serie de pruebas relativas. En la primera parte, se ha realizado el análisis factorial exploratorio de componentes principales con rotación varimax, sobre el conjunto de ítems. Y en la segunda parte, hemos realizado análisis conglomerados (o “Cluster Analysis”), incluyendo tanto los métodos de análisis jerárquico (método vinculación intra-grupos), como el método de análisis conglomerado no jerárquico de las k-medias. Por último se aplicó el método de análisis discriminante, para luego explicar las conglomeraciones de las PyMES del sector hotelero.

Como hemos indicado, en primer lugar se aplicó el análisis factorial exploratorio de componentes principales con rotación varimax, con criterio a priori de cuatro factores. Dentro de la dimensión de competencias distintivas del área de operaciones, se utilizaron originalmente 26 ítems agrupados en cuatro factores. En La matriz de correlación con el constrate de Barlett (medida de adecuación muestral), de la variable “el costo y precio unitario de sus productos /servicios” (COSTP1), tiene un valor de 0,343 de medida de adecuación muestral de correlaciones parciales. Por tanto, este valor no es aceptable, al ser inferior al mínimo de 0,50 recomendado (Hair et al., 2001, p. 88). Consecuentemente, este ítem se ha eliminado en los posteriores análisis.

Después de las modificaciones señaladas, en esta ocasión, se tomaron 25 ítems para análisis. En las correlaciones parciales (medida de adecuación muestral) se observa que el ítem “coste (para el cliente) de la anulación de reservas” (RESE6), obtiene un valor de 0,465. Este valor no es aceptable para el análisis, por lo tanto se decidió también eliminar este ítem para el análisis posterior.

A continuación, se realizó de nuevo el análisis factorial exploratorio con la eliminación de los dos ítems “el costo y precio unitario de sus productos /servicios” (COSTP1) y, “coste (para el cliente) de la anulación de reservas” (RESE6). El resultado del análisis Factorial de Componentes Principales con rotación varimax, se muestra en la Tabla **10.3 3**, con los 24 ítems, agrupados con criterio a priori de cuatro factores, resultando una estructura que explica en total un 64,427% de la varianza y logrando todas las cargas factoriales un valor superior al 0,50.

El primer factor (FA1) es el denominado “clientes satisfechos”, con un valor propio 6,927 y un porcentaje de varianza explicada de 38,481%. Este factor, engloba los seis primeros ítems de la escala, alcanzando el coeficiente alfa de Cronbach un valor de 0,861. Los dos primeros ítems hacen referencia a la posibilidad de que el esfuerzo para alcanzar y mantener una reputación y la satisfacción de los clientes con sus productos y servicios, proporcionen una ventaja competitiva en las PyMES del sector hotelero.

El segundo factor (F2A) es el denominado “calidad de servicio de reserva”, compuesto por cinco ítems. Este factor obtuvo un valor propio de 2,020 explicado un varianza total de 11,221%. Además, el valor alfa de Cronbach resultó a un nivel bueno, de 0,865. Las dos ítems presentan cargas factoriales superiores a 0,80; son los ítems “accesibilidad a la transparencia de la información sobre la reserva” y “calidad correcta del servicio en el momento de check-in”, que muestran una carga factorial de 0,850 y 0,816 respectivamente.

Tabla 10.3 Análisis de componentes principales y grado de fiabilidad de las escalas que miden las competencias distintivas del área de operaciones

actores	Variables		comunalidad	actor1	actor2	actor 3	actor 4	Alfa de Cronbach
FACTOR 1A: Clientes satisfechos	ALI3	Esfuerzo para alcanzar y mantener una reputación	,734	,782	,137	,323	0,014	,861
	ALI4	La satisfacción de los clientes con sus productos / servicios	,648	,768	,138	,192	,056	
	ERV4	Hacer más fácil la acción de compra (formas de pago, líneas de financiamiento)	,612	,722	,013	0,101	,283	
	ERV3	Reducción del riesgo del cliente	,651	,704	,290	0,015	,267	
	ERV6	Capacidades amplias de servicio al cliente	,702	,592	,435	,404	,008	
	ERV5	Trato de amabilidad y respeto a los clientes	,593	,521	,417	,324	0,206	
	ALI2	Disponibilidad y calidad de aprovisionamiento	,509	,514	,067	,330	,363	
	ERV2	Las actividades informativas (folletos, página web, etc.)	,327	,459	,148	,301	,059	
FACTOR 2A: Calidad de servicio de reservas	ESE4	La accesibilidad a la transparencia de la información sobre el reservas	,831	,273	,850	,151	,108	,865
	ESE3	La calidad correcta del servicio en el momento del check-in	,797	,295	,816	,071	,197	
	ESE5	Voluntad de la empresa y facilidad de anulación de las reservas	,656	0,064	,799	,047	0,106	
	ESE2	Interés en la resolución de los problemas de reservas	,761	,279	,787	,127	,218	
	ESE1	Fiabilidad con la promesa de reservas	,458	,081	,542	,090	,386	
FACTOR 3A: Calidad de servicios hoteleros	ALI1	La calidad de sus productos / servicios	,638	,185	,011	,757	,176	,691
	OSTP2	Esfuerzo continuo de reducción de costes	,618	,029	,194	,724	,234	
	ERV1	Satisfacción de las exigencias de los clientes	,565	,387	,112	,618	,146	
FACTOR 4A: Productividad	OSTP3	La productividad de la mano de obra (hab.vendidas/hrs. de mano de obra)	,790	,146	,122	,188	,848	,799
	OSTP4	Productividad total por euro gastado (hab.vendidas/total costes)	,706	,161	,162	,341	,733	
Auto valor del factor				,927	,020	,537	,113	
Porcentaje parcial de varianza explicada				8,481	1,221	,542	,183	
Porcentaje total de varianza explicada				64,427				
Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin								
KMO : 0,792								
Prueba de esfericidad de Bartlett: 903,820								
Nivel de significación : 0.000								
Alfa de Cronbach sobre la escala total								,901

Fuente: Elaboración propia en base a las encuestas.

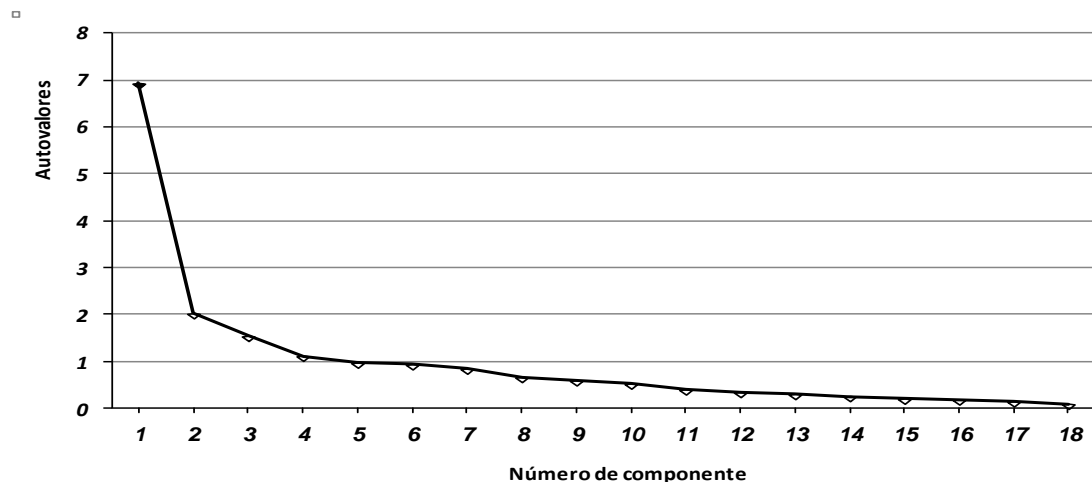
El siguiente factor (F3A) resultante del análisis factorial, es denominado “calidad de servicio hotelero”, concentra a tres ítems: “la calidad de sus productos/servicios” (CALI1), “esfuerzo continuo de reducción de costes” (COSTP2) y, “satisfacción de las exigencias de los clientes” (SERV1). Este tercer factor obtuvo un valor propio de 1,537 explicado un varianza total de 8,542%, pero su valor alfa de Cronbach resultó un poco por debajo del nivel aceptable (0,691).

El último factor (F4A) al que hemos denominado “productividad”, está compuesto por dos ítems. Este cuarto factor obtuvo un valor propio de 1,113 explicado un varianza total de 6,183%. Además, su valor alfa de Cronbach resultó de un nivel bastante bueno (0,799). En este factor el ítem que tiene mayor carga factorial es el denominado “la productividad de la mano de obra (hab.vendidas/hrs. de mano de obra)”, que presenta 0,848.

Finalmente, tras el método descriptivo del “análisis factorial de componentes principales” se ha realizado el test de esfericidad de Barlett, nivel de significancia crítico y el test de adecuación de la medida de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), que mostraron valores de $\chi^2 = 903,820$ ($p=0,000$) y 0,792 respectivamente, y verificaron la idoneidad de la estructura de la matriz de correlación, como se ha mostrado al final de la Tabla 10.3.

Con respecto al Gráfico 10.1, de sedimentación, se observa que empieza a suavizarse la caída en el tercer y cuarto factor. El factor primero (F1A) se denomina como los “clientes satisfechos”, puesto que las variables están correlacionadas positivamente con este factor (CALI3, CALI4, SERV4, SERV3, SERV6, SERV5, CALI2 y SERV2). El factor segundo (F2A) se denomina como “calidad de servicio de reservas”, por tener una correlación positiva y agrupa los ítems (RESE4, RESE3, RESE5, RESE2 y RESE1). El factor tercero (F3A) se denomina como “calidad de servicios hoteleros”, ya que es el que está más correlacionados negativamente (CALI1 y COSTP2) y una correlación positiva (SERV1). El factor cuarto (F4A) se denomina como “Productividad”, por estar correlacionado positivamente entre el ítem la productividad de la mano de obra (COSTP3) y la productividad total por euro gastado (COSTP4). Tienen una presencia significativa de la asociatividad de estos ítems en la hora de análisis.

Gráfico 10.1 Sedimentación de los componentes de la dimensión de competencias distintivas



Fuente: Elaboración propia en base a las encuestas.

A partir de los análisis realizados, se han creado a continuación 4 índices, uno para cada factor: “clientes satisfechos” CP_CLIENSATS3; “calidad de servicio de reservas” CP_CALISRES3; “calidad de servicio hotelero” CP_CALISHOT3 y “productividad” CP_PRODUCT3. Concretamente hemos tenido en cuenta la agrupación de ítems inicial y el resultado del análisis Factorial de Componentes Principales.

Es decir, los índices creados forman parte de los factores de las competencias distintivas de las PyMES del sector hotelero y serán considerados en los análisis posteriores.

10.4 Análisis por conglomerados de las puntuaciones obtenidas en las competencias distintivas

Como se ha señalado anteriormente, se ha realizado un análisis conglomerado sobre las componentes principales de las variables originales, al objeto de identificar los grupos de las PyMES del sector hotelero.

Se ha optado por utilizar, en primer lugar, el método de análisis jerárquico (método vinculación intra-grupos), mediante el que se determina cuantos conglomerados se van a utilizar en los procesos de análisis posteriores. Posteriormente, se aplica el método de análisis no jerárquico de las k-medias que permite reasignar casos mediante el proceso iterativo.

En este sentido, se tomo en consideración introducir el número de grupo que desea formar y el programa funciona efectuando el cómputo de una matriz de semejanzas entre los casos a clasificar; calcular los centroides (centro de grupos) para cada grupo demandado a partir de la información que recoge la bases de datos.

La Tabla 10.4, muestra las puntuaciones medias de las competencias distintivas y su importancia dentro de conglomerado, lo que permite establecer los puntos de referencia para la ubicación de los atributos dentro se cada conglomerado. Además, en la tabla se observa la existencia de 3 grupos diferentes de PyMES del sector hotelero de acuerdo a sus prioridades competitivas.

El conglomerado 1 reúne a 31 casos, el 34,4% de los casos válidos que componen la muestra de análisis; el conglomerado 2, agrupa a 34 casos (el 37,8% de la muestra de análisis); y el conglomerado 3, agrupa a 25 casos (el 27,8% de la muestra de análisis).

Tabla 10.4 Puntuaciones medias de las competencias distintivas y la importancia

Factores	Conglomerado		
	1	2	3
F1C_Clientes satisfechos (CP_CLIENSAT3)	-	,0	2,336
F2C_Calidad de SS de reservas (CP_CALISRES3)	1,21346	5232	46
F3C_Calidad de SS hoteleros (CP_CALISHOT3)	,0162	0382	2,41733
F4C_Productividad (CP_PRODACTIV4)	3	-	-
	1,32545	9477	,44202
	1,287	-	-
	23	3,02124	,38236
Número de casos en cada conglomerado	31	3	25
	4	3	27,8
Proporción en (%)	34,4	7,8%	%
	%		%

Fuente: Elaboración propia en base a las encuestas.

En el análisis de conglomerado no jerárquico K-medias, el componente o factor “calidad de servicio de reserva” (CP_CALISRES3), difiere bastante en las medias entre los conglomerados (F 70,530). Mientras, el factor “calidad de servicios hoteleros” (CP_CALISHOT4), difiere en menor proporción con las medias entre los conglomerados (F 0,372). Por ello, esta variable no consigue diferenciar significativamente a los conglomerados.

En consecuencia, se convierte en una variable a ser descartada en la descripción de las características que definen los conglomerados.

A igual conclusión se llega en la Tabla 10.5; hay tres factores que han obtenido p-valores iguales a 0,000, lo que implica la existencia de diferencias estadísticamente significativas y, por tanto, la calidad de dichos factores como variables discriminantes entre los grupos.

Una vez más, el factor “calidad de servicios hoteleros” obtiene un valor que no es significativo, por lo que debe ser descartado en los posteriores análisis; dicho en otros términos, es más un requisito competitivo común, que una competencia distintiva, propia de un grupo.

Tabla 10.5 Competencias distintivas. ANOVA

	Conglomerado		Error		ig.	
	Mediana cuadrática	l	M	l		
F1C_Clientes satisfechos	3	7,22	57	,8	,428	000
F2C_Calidad de SS de reservas	24	27,5	90	,3	0,530	000
F3C_Calidad de SS hoteleros		,377	014	1,	372	691
F4C_Productividad	31	17,6	18	,6	8,545	000

Fuente: Elaboración propia en base a las encuestas.

Por otro lado, se ha realizado el análisis discriminante para conocer cuál es la combinación de variables predictoras o independientes (llamada función discriminante) que hace máxima la diferencia entre los grupos.

Para este análisis se tomaron en consideración las variables independientes de las “competencias distintivas”, para determinar el número de funciones discriminantes y el procedimiento “paso a paso” de inclusión y eliminación de las variables.

Como se muestra en la

Tabla 10.6 10.7, el coeficiente de la función de clasificación para cada grupo, se ha obtenido siguiendo el criterio de Fisher de maximizar la varianza entre los grupos en relación con la varianza intra-grupal.

Para ello, se buscan combinaciones de las variables predictoras que aumenten las diferencias entre las medias grupales. La participación de cada uno de estos factores en esta función discriminante, es como una regresión lineal múltiple. Así mismo, se debe valorar como está afectando la unidad de medición de las variables a cada uno de los factores.

Los variables que contribuyen al poder discriminante de la primera función es “productividad” (CP_PRODUCT3) (1,833) y la más irrelevante es el factor “clientes satisfechos” (CP_CLIENSATS3) (-1,030). En la segunda función, la influencia de la variable “calidad de servicios de reserva” (CP_CALISRES3) (1,743), y la variable irrelevante “productividad” (-1,218).

En la tercera función, la que tiene más relevancia es “clientes satisfechos” (CP_CLIENSATS3) (-0,136) y la más irrelevante es “calidad de servicio de reservas” (CP_CALISRES3), (-3,257).

A continuación se exponen las funciones de clasificación:

- Función discriminante para el conglomerado 1:

$$F_1 = -1,030 \times CP_{\text{-CLIENSATS3}} + 0,715 \times CP_{\text{-CALISRES3}} + 1,833 \times CP_{\text{-PRODUCT3}} - 2,227$$

- Función discriminante para el conglomerado 2:

$$F_2 = 1,039 \times CP_{\text{-CLIENSATS3}} + 1,743 \times CP_{\text{-CALISRES3}} - 1,218 \times CP_{\text{-PRODUCT3}} - 2,250$$

- Función discriminante para el conglomerado 3:

$$F_3 = -0,136 \times CP_{\text{-CLIENSATS3}} - 3,257 \times CP_{\text{-CALISRES3}} - 0,616 \times CP_{\text{-PRODUCT3}} - 3,199$$

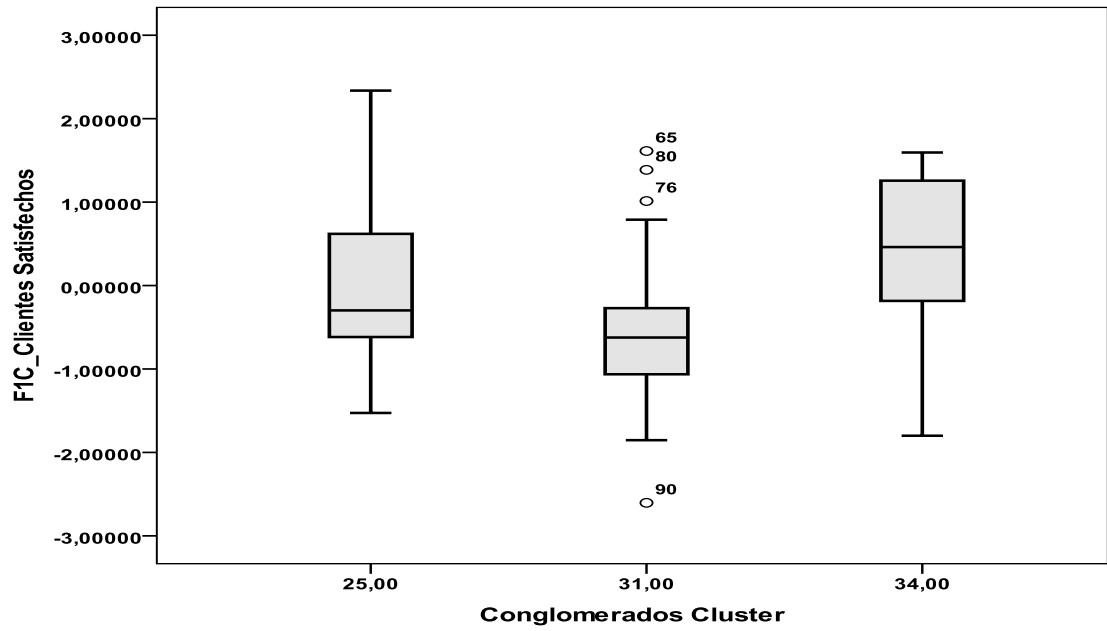
Tabla 10.6 Coeficientes de la función de clasificación

Factores	Coeficientes		
	1	2	3
F1C_Clientes satisfechos (CP_CLIENSATS3)	-1,030	0,715	1,833
F2C_Calidad de SS de reservas (CP_CALISRES3)	1,039	1,743	-1,218
F4C_Productividad (CP_PRODUCT3)	-0,616	-3,199	-
(Constante)	2,227	2,250	3,199
Funciones discriminantes lineales de Fisher			

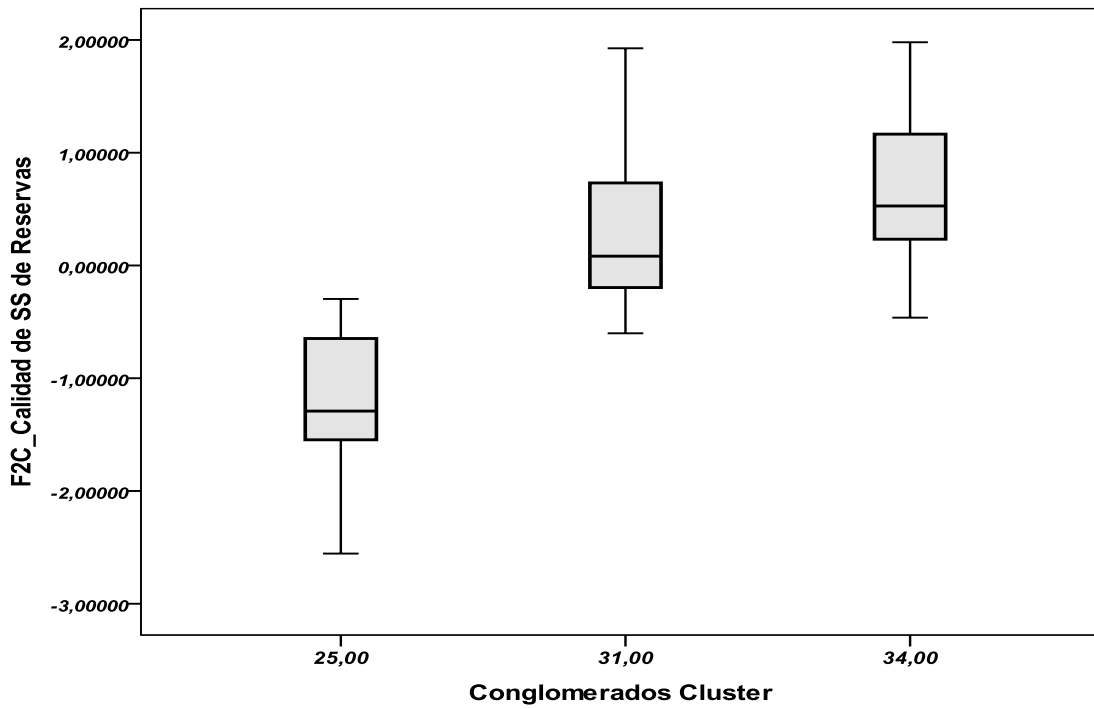
Por otro lado, la siguiente gráfica ofrece los valores medios o centroides de cada grupo para cada uno de los factores, mediante un diagrama de cajas cada uno de sus tres clusters (Gráfico 10.2).

Gráfico 10.2 Diagrama de caja de los factores (competencias distintivas)

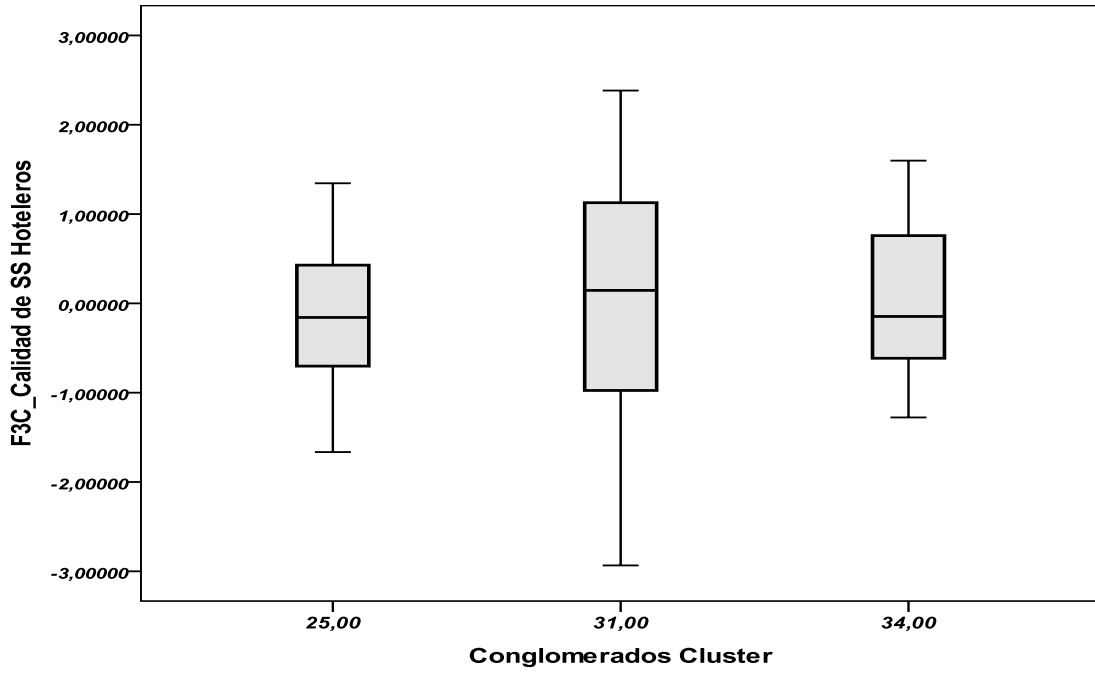
Factor 1 Clientes satisfechos



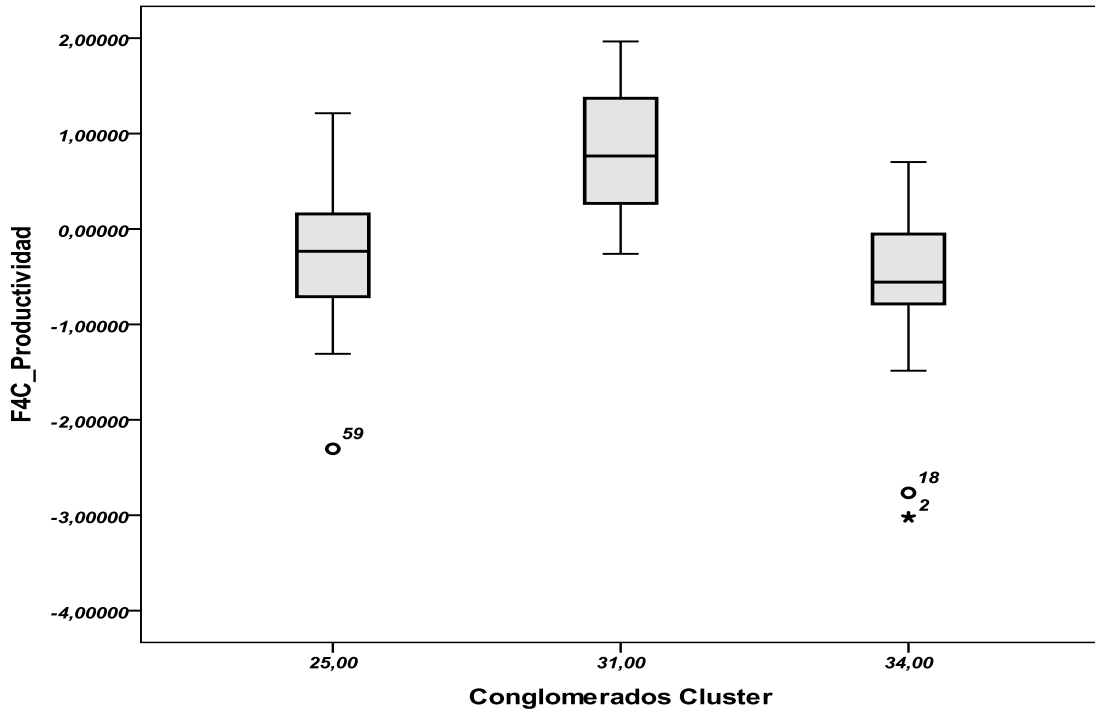
Factor 2 Calidad de servicio de reservas



Factor 3 Calidad de servicios hoteleros



Factor 4 Productividad



Fuente: Elaboración propia en base a las encuestas.

Por lo tanto, tomando como referencia los resultados obtenidos en la Tabla 10.4 y Gráfico 10.2, posteriormente desarrollaremos un análisis descriptivo de los tres conglomerados con objeto de identificar los grupos de PyMES del sector hotelero, si sitúan con las competencias distintivas que difieren en cada grupo.

Este procedimiento permitirá identificar grupos de PyMES del sector hotelero homogéneas en base a las competencias distintivas en área de operaciones.

Tabla 10.7 Valores medio de los factores

Factores de las competencias distintivas	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Valores medios por factores
F1C_Clientes satisfechos	-	0,	2	0,392
F2C_Calidad de SS de reservas	1,21346	05232	,33646	
F4C_Productividad	0,	0,	-	-0,599
	01623	60382	2,41733	
	1,	-	-	-0,705
	28723	3,02124	0,38236	
Medias por cluster	0,	-	-	
	03000	0,78837	0,15441	

Fuente: Elaboración propia en base a las encuestas.

Como se observa en la Tabla 10.7, los tres clusters obtenidos reflejan grupos de las PyMES del sector hotelero en función a los valores obtenidos en los factores asociados a las competencias distintivas.

Así, el cluster 1 integra al grupo de las PyMES del sector hotelero con mayor competencia distintiva que dan preferencias en los factores de “productividad”, el cluster 3 a los grupos de las PyMES del sector hotelera con una posición competitiva intermedia y con prioridad en el factor “clientes satisfechos”.

Finalmente, el cluster 2 acoge a los establecimientos PyMES del sector hotelero con menor posición competitiva y que dan preferencia a la “calidad de servicios de reservas”.

10.4.1 Perfiles descriptivos de los Cluster en relación con la categoría de los establecimientos

Con respecto a la categoría de las PyMES del sector hotelero, se observa que la mayor presencia en el cluster 1, corresponde a la categoría de 4 estrellas, a la que pertenecen el 48,4% de las PyMES que están en él.

En el cluster 2, el 48,0% de las PyMES pertenecen a la categoría de tres estrellas. Finalmente, en el cluster 3, el 38,2% son de 4 estrellas y el 11,8% de los establecimientos hoteleros tienen cinco estrellas.

En conclusión, considerando globalmente el conjunto de datos obtenidos en las encuestas, podemos concluir que los establecimientos que tienen una posición competitiva más sólida (cluster 1), responden a un perfil en el que predominan en términos relativos, las siguientes características:

Tabla 10.8 Perfiles descriptivos global del cluster 1

Localización	Pontevedra, Lugo y, Ourense
Años actividad	PyMES jóvenes (≤ 18 años)
Categoría de los establecimientos	4 estrellas
Tamaño y estructura	Tamaño intermedio ($100 \geq$ habitaciones)
Afiliación y las sociedad	No pertenece alguna tipo de cadena
mercantil	Sociedad Limita, Sociedad Anónima
Tipo de gestión:	
Certificado de calidad	No
Seguimiento de errores	Si
Disponibilidad de página Web	Si
Medición de satisfacción de	Si
los clientes	
Capacidad de las instalaciones	La empresa tendría que plantearse la posibilidad de ampliar
Prioridad Competitiva	Productividad
Resultados empresariales	Mejores resultados en: Margen de beneficios, rendimiento de sobre activos, y rentabilidad del hotel

Fuente: Elaboración propia en base a las encuestas.

El siguiente grupo, con una posición competitiva intermedia, es el Cluster 3, cuyas empresas presentan el siguiente perfil:

Tabla 10.9 Perfiles descriptivos global del cluster 3

Localización	Pontevedra y A Coruña
Años actividad	PyMES maduros (> 18 años)
Categoría de los establecimientos	3 estrellas
Tamaño y estructura	Tamaño intermedio ($100 <$ habitaciones)
Afiliación y las sociedad	No pertenece alguna tipo de cadena
mercantil	Sociedad Limitada, Sociedad Anónima
Tipo de gestión:	
Certificado de calidad	No
Seguimiento de errores	No
Disponibilidad de página Web	Si
Medición de satisfacción de	Si
los clientes	
Capacidad de las instalaciones	Las instalaciones actuales son adecuadas
Prioridad Competitiva	Satisfacción del cliente
Resultados empresariales	Mejores resultados en: satisfacción de los empleados.
	Regulares resultados: Rendimiento de sobre activos, y rentabilidad del hotel

Fuente: Elaboración propia en base a las encuestas.

Para finalizar, el grupo con menor posición competitiva (Cluster 2), lo forman empresas que presentan las siguientes características:

Tabla 10.10 Perfiles descriptivos global del cluster 2

Localización	Pontevedra y A Coruña
Años actividad	PyMES jóvenes y PyMES maduros
Categoría de los establecimientos	5 y 4 estrellas
Tamaño y estructura	Tamaño intermedio (100 < habitaciones)
Afiliación y las sociedad mercantil	No pertenece alguna tipo de cadena Sociedad Limitada
Tipo de gestión:	
Certificado de calidad	Si
Seguimiento de errores	Si
Disponibilidad de página Web	Si
Medición de satisfacción de los clientes	Si
Capacidad de las instalaciones	Las instalaciones actuales son adecuadas
Prioridad Competitiva	Sistema de Reservas
Resultados empresariales	Mejores resultados en: porcentajes ocupados, ingresos extras por habitaciones

Fuente: Elaboración propia en base a las encuestas.

10.5 Conclusiones

La revisión de la literatura especializada permitió concluir la importancia de las competencias distintivas en la construcción de las ventajas competitivas sostenibles que darán a las PyMES del sector hotelero y la posibilidad de ser perdurable en el tiempo; adicionalmente se encontró sustento teórico para establecer las prioridades competitivas, asociados con los recursos y capacidades de las PyMES.

De la contrastación empírica se obtuvo evidencia de que las PyMES del sector hotelero desarrollan fundamentalmente tres competencias distintivas en las que apoyan sus ventajas competitivas: la satisfacción de la clientela, la calidad del servicio de reservas y la productividad. Adicionalmente se encontraron tres conglomerados, en cada uno de los cuales se observan diferentes prioridades competitivas. El cluster 1, que es el que mayor nivel de fortaleza competitiva muestra, abarca a las empresas que compiten fundamentalmente por su productividad, con el servicio de reservas en segundo lugar y la satisfacción del cliente en tercero. Acoge al 34,4% de la muestra y está mayoritariamente integrado por establecimientos de 4 estrellas. El segundo cluster en fortaleza competitiva (cluster 3), es el 27,8% de la muestra y está integrado por empresas que dan mayor preferencia a la satisfacción de los clientes, con menor prioridad a la productividad y menos aún a la calidad de servicio de reservas, y que tienen mayoritariamente 3 estrellas. Y, finalmente, el cluster 2 es el de menor fortaleza competitiva, constituye un 37,8% de la muestra y en él están las empresas que dan preferencia a la calidad de servicio de reservas, dejando en segundo lugar la satisfacción de los clientes y en tercero la productividad (acoge principalmente a establecimientos de 5 y 4 estrellas).

Estos datos encontrados, pueden servir de base para la toma de decisiones en las PyMES del sector hotelero, en cuanto hacen explícito su posicionamiento competitivo actual (del que no siempre son conscientes), permitiendo, en su caso, mejorar el enfoque en aquellas prioridades que pueden aumentar su fortaleza competitiva. Por último, es pertinente reconocer que el estudio se ha realizado únicamente con las prioridades competitivas del área de operaciones que manejan las PyMES del sector hotelero y que se ha realizado un análisis multidimensional y no de carácter causal.

Esto supone una limitación al alcance de los resultados y, al mismo tiempo, abre la vía a nuevas investigaciones, que complementarán el presente estudio.

Referencias

- Adam, E. E., y Ebert, R. J. (1991). *Administración de la producción y las operaciones: conceptos, modelos y funcionamiento* (4.^a ed.). México: Prentice-Hall Hispanoamericana.
- Ahmad, S., y Schroeder, R. G. (2002). Dimensions Of Competitive Priorities: Are They Clear, Communicated, And Consistent? *Journal of Applied Business Research (JABR)*, 18(1). Recuperado de <http://journals.cluteonline.com/index.php/JABR/article/view/2102>
- Anderson, J. C. (1989). Operations strategy: A literature review. *Journal of Operations Management*, 8(2), 133–158. Recuperado de http://resolver.scholarsportal.info/resolve/02726963/v08i0002/133_osalr.xml
- Avella Camarero, L., Fernández Sánchez, E., & Vázquez Ordás, C. J. (1999). Análisis de las estrategias de fabricación como factor explicativo de la competitividad de la gran empresa industrial española. *Cuadernos de economía y dirección de la empresa*, (4), 235–258. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=195469>
- Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99 –120. doi:10.1177/014920639101700108
- Barney, J. B. (1995). Looking inside for competitive advantage. *The Academy of Management Executive* (1993-2005), 49–61. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/10.2307/4165288>
- Barreto Ceballos, T., y García Montesinos, M. (2005). Modelo asociativo para el mejoramiento de la competitividad de la pequeña y mediana empresa del sector confección. Cayapa. *Revista Venezolana de Economía Social*, (010), 99–113. Recuperado de <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=62201007>
- Barroso Castro, C. (2010). *Economía de la empresa*. Madrid: Pirámide.
- Boyer, K. K., y Lewis, M. W. (2002). Competitive Priorities: Investigating the Need for Trade-offs in Operations Strategy. *Production and Operations Management*, 11(1), 9–20. doi:10.1111/j.1937-5956.2002.tb00181.x
- Bueno Campos, E. (2004). *Curso básico de economía de la empresa. Un enfoque de organización* (4^a ed.). Madrid: Pirámide.
- Bueno Campos, E., y Morcillo Ortega, P. (1993a). *Fundamentos de economía y organización industrial*. Madrid: McGraw-Hill.

Bueno Campos, E., y Morcillo Ortega, P. (1993b). *La Dirección eficiente* (2ª ed. amp.). Madrid: Pirámide.

Bueno Campos, E., Morcillo Ortega, P., y Salmador Sánchez, M. P. (2006). *Dirección estratégica: Nuevas perspectivas teóricas*. Madrid: Pirámide.

Camerdata. (S/F). Información Empresarial on-line Cámara de Comercio. Recuperado marzo 8, 2012, a partir de <http://www.adigital.org/asociados/camerdata>

Camisón Zornoza, C. (1997). *La Competitividad de la PYME industrial española: estrategia y competencias distintivas*. Madrid: Civitas.

Carmeli, A. (2004). Strategic human capital and the performance of public sector organizations. *Scandinavian Journal of Management*, 20(4), 375–392. Recuperado de http://econpapers.repec.org/article/eeescaman/v_3a20_3ay_3a2004_3ai_3a4_3ap_3a375-392.htm

Cerra Culebras, J., Dorado, J. A., Estepa, D., y García, P. E. (2001). *Gestión de producción de alojamientos y restauración* (7ª reimp.). Madrid: Síntesis.

Chen, W.-H. (1999). The Manufacturing Strategy and Competitive Priority of SMEs in Taiwan: A Case Survey. *Text*. Recuperado de <http://www.ingentaconnect.com/content/klu/apjm/1999/00000016/00000003/00406001>

Corbett, C., y Van Wassenhove, L. N. (1993). Trade-offs? What trade-offs? Competence and competitiveness in manufacturing strategy. *California Management Review*, 35(4), 107–122.

Corral Mestas, F. (2006). *Manual de recepción hotelera: principios y técnicas* (1a ed.). Oviedo - España: Septem.

D.O.U.E. nº L107. (1996, abril 30). Comisión Europea 1996/280/CE: Recomendación de la Comisión de las Comunidades Europeas de 3 de abril de 1996. Recuperado abril 13, 2011, de <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31996H0280:es:HTML>

De Burgos Jiménez, J. (1999). Una aproximación a la integridad del medio ambiente como objetivo de la dirección de operaciones. *Cuadernos de economía y dirección de la empresa*, (4), 259–284. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=195468>

De Meyer, A., y Wittenberg-Cox, A. (1994). *Nuevo enfoque de la función de producción: calidad y flexibilidad*. Barcelona: Folio.

Díaz Garrido, E., y Martín Peña, M. L. (2007). Un análisis de las prioridades competitivas de operaciones en empresas industriales españolas. *Investigaciones europeas de dirección y economía de la empresa*, 13(3), 107–126. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2526974>

Domínguez Machuca, J. A. (1995). Dirección de operaciones: Estado de la cuestión. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 1(1), 113–149. Recuperado de <http://www.aedem-virtual.com/archivos/iedee/indiceiedee.htm>

Dorado, J. A., y Cerra Culebras, J. (2004). *Manual de recepción y atención al cliente* (2ª ed. act.). Madrid: Síntesis.

Espino Rodríguez, T. (2003). El outsourcing y su influencia en los objetivos de la estrategia de operaciones: una aplicación empírica. *Cuadernos de gestión*, 3(1), 83–100. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=859372>

Fine, C. H., y Hax, A. C. (November). Manufacturing Strategy: A Methodology and an Illustration. *Interfaces*, 15(6), 28–46. doi:10.1287/inte.15.6.28

Ganaza Vargas, J. D. (2000). El subsistema de operaciones. En J. García del Junco & C. Casanueva Rocha (Eds.), *Fundamentos de gestión empresarial* (pp. 139–170). Madrid: Pirámide.

Ganaza Vargas, J. D. (2010). La producción en la empresa. En F. J. González Domínguez y J. D. Ganaza Vargas (Eds.), *Principios y fundamentos de gestión de empresas* (3.ª ed., pp. 239–270).

Garrido Buj, S. (2006). *Dirección estratégica* (2.ª ed.). Madrid: McGraw-Hill.

Guerra, L. Á., y Navas, J. E. (2007). *La dirección estratégica de la empresa: Teoría y aplicaciones* (4.ª ed.). Madrid: Thomson-Civitas.

Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., y Black, W. C. (2001). *Análisis multivariante* (5ª ed, reimp.). Madrid [etc.]: Prentice Hall.

Hayes, R. H., y Wheelwright, S. C. (1984). *Restoring our competitive edge: competing through manufacturing*. John Wiley and Sons.

Kathuria, R., Porth, S. J., Kathuria, N. N., y Kohli, T. K. (2010). Competitive priorities and strategic consensus in emerging economies: evidence from India. *International Journal of Operations & Production Management*, 30(8), 879–896. doi:10.1108/01443571011068207

Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., y Malhotra, M. K. (2008). *Administración de operaciones: procesos y cadenas de valor* (8ª ed.). México: Pearson Educación.

Man, T. W. ., Lau, T., y Chan, K. (2002). The competitiveness of small and medium enterprises: A conceptualization with focus on entrepreneurial competencies. *Journal of Business Venturing*, 17(2), 123–142. doi:10.1016/S0883-9026(00)00058-6

Martín Peña, M. L., y Díaz Garrido, E. (2007a). El modelo de competencia en producción y la estrategia de operaciones: revisión, análisis y aplicación. *Revista europea de dirección y economía de la empresa*, 16(1), 137–158. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2336190>

Martín Peña, M. L., y Díaz Garrido, E. (2007b). Impacto de la estrategia de producción en la ventaja competitiva y en los resultados operativos. En C. Mercado Idoeta (Ed.), (Vol. 1, pp. 1–18). Presentado en XXI Congreso Anual AEDEM, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, 6,7 y 8 de junio de 2007, Madrid: Asociación Europea de Dirección y Economía de Empresa. Congreso Nacional. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2516429>

Martín-Peña, M. L., y Díaz-Garrido, E. (2009). Posicionamiento estratégico de las empresas industriales en las prioridades competitivas de operaciones: desarrollo y aplicación de un indicador de medida. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, (39), 59–92. Recuperado de <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=80711712003>

Miranda, F. J., Rubio, S., Chamorro, A., y Bañegil, T. M. (2004). *Manual de dirección de operaciones*. Madrid. España: Thomson.

Miranda González, F. J., Chamorro Mera, A., y Rubio Lacoba, S. (2007). *Introducción a la gestión de la calidad*. Madrid: Delta.

Moyano, J., Bruque, S., Maqueira, J. M., Fidalgo, F. Á., y Martínez, P. J. (2011). *Administración de empresas*: un enfoque teórico-práctico. Madrid: Prentice-Hall Pearson.

Palomo González, M. Á. (2004). Los procesos de gestión y la problemática de las PYMES. *Revista Ingenierías*, VII(25), 25–31. Recuperado de <http://ingenierias.uanl.mx/28/index.html>

Palomo González, M. Á. (2007). La gestión de procesos y el desempeño competitivo de las PYMES. *Ingenierías*, VII(25), 36–41. Recuperado de <http://ingenierias.uanl.mx/35/index.html>

Penrose, E. T. (1997). The Theory of the Growth of the Firm. En N. J. Foss (Ed.), *Resources, Firms, and Strategies: A Reader in the Resource-Based Perspective*. OUP Oxford.

Peterson, R. A. (1994). A Meta-analysis of Cronbach's Coefficient Alpha. *Journal of Consumer Research*, 21(2), 381–91. Recuperado de <http://ideas.repec.org/a/ucp/jconrs/v21y1994i2p381-91.html>

Porter, M. E. (1991). *La ventaja competitiva de las naciones*. Barcelona: Plaza y Janés.

Ruiz Jiménez, A., Alfalla-Luque, R., Medina-López, C., y Chávez Miranda, M. E. (2002). La estrategia de operaciones en organizaciones de servicios. *Esic market*, (112), 191–210. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=253563>

Sarache Castro, W. A., Cárdenas Aguirre, D. M., Giraldo García, J. A., y Parra Sánchez, J. H. (2007). Procedimiento para evaluar la estrategia de manufactura: aplicaciones en la industria metalmecánica. *Cuadernos de Administración*, (033), 103–123. Recuperado de <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=20503305>

Sarache Castro, W. A., Castrillón, O. D., y Giraldo, J. A. (2011). Prioridades competitivas para la industria de la confección. Estudio de caso. *Revista Cuadernos de Administración*, 24(43), 89–110. Recuperado de http://cuadernosadministracion.javeriana.edu.co/pdfs/04Cnos_Admon_24-43_WSarasche%20et%20al.pdf

Skinner, W. (1969). Manufacturing-missing link in corporate strategy. *Harvard Business Review*, 47(3), 136–145.

Slack, N. (2005). Operations strategy: will it ever realize its potential? *Gestão & Produção*, 12(3), 323–332. doi:10.1590/S0104-530X2005000300004

Urgal González, B., y García Vázquez, J. M. (2006). Decisiones de producción, capacidades de producción y prioridades competitivas. Un estudio aplicado al sector del metal en España. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, (3), 133–149. Recuperado de <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=274120074008>

Urgal González, y García Vázquez, J. M. (2005). Análisis estratégico de las decisiones de producción estructurales desde un enfoque basado en las capacidades de producción. *Revista europea de dirección y economía de la empresa*, 14(4), 101–120. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1432236>

Van Wassenhove, L. N., y Cornett, C. J. (1991). Trade-Offs? What trade offs? Fontainebleau, France, 1–31. Recuperado de http://flora.insead.edu/fichiersti_wp/Inseadwp1991/91-25.pdf

Wheelwright, S. C., y Hayes, R. H. (1985). *Competing Through Manufacturing*. Harvard Business Review, pp. 1–11. Recuperado de <http://hbr.org/1985/01/competing-through-manufacturing/ar/1>

Zhao, X., Yeung, J. H. Y., y Zhou, Q. (2002). Competitive priorities of enterprises in mainland China. *Total Quality Management*, 13(3), 285–300. doi:10.1080/09544120220135174

Capítulo 11

Análisis de política agropecuaria mediante la matriz de contabilidad social en una comunidad rural de México

Francisco Pérez, Esther Figueroa y Lucila Godínez

F.Pérez, E.Figueroa & L.Godínez

Universidad Autónoma Chapingo, División en Ciencias Económico-Administrativas, Km 38.5 Carretera México-Texcoco, 56230, Chapingo, Estado de México.

Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario UAEM Texcoco, Av. Jardín Zumpango S/N Fracc. El Tejocote, 56259, Texcoco, Estado de México.

esfigue_3@yahoo.com.mx

M.Ramos, F.Miranda (eds.) *Optimización-Estocástica-Recursiva-Coherente-Sistémica y sus variantes (probabilidad, econometría y estadística aplicada)*, Temas Selectos de Optimización-©ECORFAN-Santiago de Compostela, España, 2012.

Abstract

This paper has the purpose of showing how to make agricultural policy analysis in a Mexican rural community through the account multipliers model associated to the social account matrix, belonging to the researched community. The targeted community was the village named La Quemada, located in the municipality of Cuauhtémoc in the Mexican state of Chihuahua. Four were the scenarios of agricultural policy evaluated. Namely, support via Procampo, direct support to the agricultural activities, an scenario of regional unemployment, and the evaluation of a five percent increase in the price of the fuels (gasoline and diesel) in La Quemada. The analysis of the three first scenarios showed that the bigger impact on the economy of the studied community occurs when a lump sum amount is done to the productive agricultural activities (via purchases of inputs or improvements in the productive process rather than a direct support to the income of the agricultural households). The evaluation of the five percent increase to the fuels showed that, if this were implemented, the village's gross domestic product would decrease by a 1.65 percent.

11 Introducción

De acuerdo a la FAO (1996), el análisis cuantitativo tradicional de programas, políticas agropecuarias, planeación y de políticas del desarrollo se ha realizado mediante modelos y técnicas agregados, basados en los sistemas de cuentas nacionales y, en menor medida, en los modelos y metodologías a nivel micro, fundamentados principalmente en encuestas probabilísticas de corte transversal. Entre los primeros modelos encontramos las matrices de insumo-producto nacional y los modelos de equilibrio general aplicados. En los segundos se ubican el análisis microeconómico y los modelos integrados de hogares, que utilizan datos desagregados del sector agropecuario, y la llamada matriz de análisis de política. Entre los dos extremos encontramos metodologías intermedias que permiten evaluar las políticas tanto a nivel macro, sectorial o aún micro, tales como son la modelación econométrica, la programación matemática, entre otros.

Una desventaja de los modelos basados en los sistemas de cuentas nacionales es que, raramente, los resultados obtenidos permiten visualizar cuáles son los impactos de las políticas o programas agropecuarias sobre, por ejemplo, los flujos de ingresos y gastos propios de una comunidad rural meramente agropecuaria y/o con recursos naturales. Por ejemplo, el modelo de insumo-producto es un modelo de equilibrio general de todos los flujos interindustriales y los balances entre las cantidades producidas y las cantidades utilizadas en el que frecuentemente se trata a la agricultura como una sola industria. En los modelos micro, como son los modelos econométricos integrados de hogares y la matriz de análisis política, son modelos de equilibrio parcial y en ocasiones tan específicos, por ejemplo, a nivel de una sola finca o cultivo, que tampoco permiten visualizar el impacto de un programa o política agropecuaria o ambiental sobre todos los vínculos de una unidad económica. Un modelo analítico de equilibrio general, basado conceptualmente en los modelos de insumo-producto, del sistema de cuentas nacionales, pero construido en base a encuestas probabilísticas de los hogares rurales y que permite visualizar simultáneamente los efectos de una política agropecuaria sectorial sobre una unidad económica, como lo es una comunidad rural, es la llamada Matriz de Contabilidad Social Aplicada a Pueblos (MCSP)⁵⁸. Como su contraparte macroeconómica, la MCSP es extendida para que incorpore los flujos de ingresos entre los hogares, así como las transferencias del gobierno a nivel, por ejemplo, un ejido.

⁵⁸ En el presente artículo se utilizará indistintamente los vocablos poblado, localidad y comunidad. Éstos se corresponden a la traducción del vocablo anglosajón de village.

Por lo tanto, mostrar como es posible analizar los efectos de los instrumentos de política económica y agrícola (cuentas endógenas) a las cuentas endógenas de pequeñas economías rurales y, consecuentemente, a los vínculos de estas con el “exterior” usando los dos modelos multisectoriales, es decir el de multiplicadores contables (MML) y un modelo de equilibrio general aplicado a un pueblo, los cuales usan como base de datos la matriz de contabilidad social, resulta de vital interés para el analista de política pues le ayudaran a determinar cuantitativamente el cambio derivado de políticas como podrían ser el apoyo al productor vía un ingreso objetivo, el apoyo a proyectos de recuperación del suelo salino, y lo mas importante en cuanto podría afectar a la comunidad estudiada por ejemplo un impuesto a los alimentos y bebidas, o la caída del precio internacional del principal cultivo producido, entre muchas otras posibles. En México, a raíz del agotamiento del modelo sustitutivo de importaciones y de la imposición del modelo de apertura comercial a principios de los años ochentas, muchas políticas específicas, como han sido la retirada del Estado de la economía, de políticas selectivas de subsidios, la eliminación de paraestatales, entre otras, en la economía en general y el sector agropecuario en particular, han afectado a las pequeñas economías rurales como son aquellas menores de 2,500 habitantes. Algunos estudios muestran que estas políticas han sido desfavorables a las referidas comunidades, pues los precios de los productos y cultivos que producen han caído, se ha intensificado la migración y desempleo y algunos como Taylor y Adelman (2003) afirman que estas comunidades tienen una nula, o aun una respuesta contraria, a la respuesta esperada, por ejemplo, la no reconversión de los cultivos considerados básicos y no competitivos, por otros que se esperaría con la apertura comercial podrían haber mejorado el nivel de ingreso monetario de los productores. Por lo tanto, estudiar cuantitativamente mediante la simulación, una vez conocida la estructura económica de las comunidades de estudio, vía la construcción de su respectiva matriz de contabilidad social y conocido el equilibrio inicial para un año dado, mediante los multiplicadores contables y modelos de equilibrio general aplicado, resulta de vital interés, pues ayudara a determinar si efectivamente las referidas políticas han sido desfavorables para las economías rurales donde aun radica una considerable cantidad considerable de la población mexicana. En este contexto, el principal objetivo de la presente investigación es realizar un análisis de varios escenarios de políticas agropecuarias mediante la realización de escenarios contrafactuales mediante el modelo de multiplicadores contables. Específicamente se simularan los efectos de una caída en el empleo regional sobre economía de la comunidad motivo de estudio; los efectos de una disminución en apoyo de PROCAMPO sobre sus flujos monetarios; los efectos de un monto de apoyo equivalente a PROCAMPO a través de la cuenta de actividades agrícolas; y los efectos del incremento en el precio de los combustibles (gasolina y diesel) en las cuentas de la comunidad estudiada. Las hipótesis de las que se parte son: 1) la comunidad estudiada tiene una fuerte articulación económica en cuanto a empleo con el resto de la región, por lo que una recesión económica regional tendrá un fuerte impacto en los flujos de ingresos provenientes del empleo de la mano de obra asalariada en la región; 2) la política de incremento a la gasolina y al diesel tiene un efecto multiplicador que impacta negativamente el producto interno de la comunidad motivo de estudio; y 3) existen medidas alternativas a PROCAMPO que podrían tener mayores impactos positivos para la economía de la comunidad motivo de la investigación.

11.1 Materiales y métodos

La comunidad rural donde se realizó el estudio fue “La Quemada”. La Quemada pertenece al municipio de Cuauhtémoc, que se encuentra situado en la región centro-oeste del estado de Chihuahua, en la zona de transición entre la meseta y la sierra. La distancia a la cabecera municipal (Ciudad Cuauhtémoc) es de 69 kilómetros.

El poblado de La Quemada tiene una población de 1,047 habitantes (INEGI, 2000) de los cuales 50.7% son del sexo masculino y 49.3% del femenino. Cuenta con un total de 271 viviendas habitadas. La Población Económicamente Activa de la comunidad es de 271 personas. De una población de 736 personas mayores de 15 años, 644 saben leer y escribir y 92 son analfabetas (12.5%). El tipo de suelo dominante es el feozem con un uso predominantemente agrícola y ganadero. La vegetación existente consta de pastos, cactáceas, vegetación arbustiva y herbáceas. En la fauna de la comunidad se encuentra todavía aves migratorias, guajolotes, paloma de collar, conejo, venado cola blanca, puma, gato montés, coyote, entre otros. El tipo de clima es de transición de semihúmedo a templado con una temperatura media anual de 14° C y una mínima de -14.6° C. La precipitación pluvial media anual es de 439 mm, con humedad relativa al 65% y un promedio anual de 66 días de lluvia. Los vientos dominantes provienen del suroeste. La altura sobre el nivel del mar es de 1,960 metros. El cultivo de avena forrajera y de maíz forrajero son las principales actividades agrícolas, cuya producción es destinada a la venta local y al autoconsumo animal. También se cultiva maíz y frijol para autoconsumo familiar. Los insumos que se utilizan para la producción agrícolas son fertilizantes, semilla e insecticida, lo cuales son adquiridos en la misma localidad. La actividad ganadera está representada por la crianza y manejo de ganado equino y especies menores. En la comunidad existieron compras de caballos para ser utilizados en el trabajo agrícola y fueron considerados como ahorros familiares. Además, las familias cuentan con especies menores como las aves, las cuales están dedicadas al autoconsumo y su venta está restringida a la localidad. En la localidad los ingresos regionales están determinados por los pocos trabajadores asalariados que trabajan en Ciudad Cuauhtémoc o en localidades cercanas. También existe migración de sus miembros a Estados Unidos, cuyas las remesas anuales a la comunidad ascendieron, para 2006, a poco más de 1.3 millones de pesos. En la localidad también se obtienen ingresos por el arrendamiento de tierras dentro de la misma comunidad.

11.2 La matriz de contabilidad social de la comunidad

El modelo de multiplicadores contables se construye a partir de la matriz de contabilidad social balanceada de la comunidad estudiada. Para la construcción de la matriz de contabilidad social de La Quemada (para el año de 2010) se aplicaron 30 cuestionarios a los hogares de comunidad, lo cual representa el 11.07% del total de 271 hogares existentes. Los hogares seleccionados se eligieron siguiendo un diseño de muestreo simple aleatorio sin reemplazo. Los datos de cada hogar obtenidos en la encuesta se capturaron en una hoja de cálculo de Excel y se estimaron los totales correspondientes a cada una de las variables o cuentas requeridas en la construcción de la MCS. Una vez construida la MCS el balanceo de la misma se llevó a cabo siguiendo el procedimiento mostrado por Adelman y Taylor (1990, 1996). La MCS de La Quemada tiene cinco tipos de cuentas: 1) actividades productivas y servicios, 2) factores de la producción, 3) instituciones (hogares y gobierno), las cuentas de capital; y 5) las cuentas que capturan las relaciones de la comunidad con el exterior. Los componentes de cada tipo de cuentas se definieron conforme a las características socioeconómicas de la comunidad. En el caso específico de La Quemada, las actividades productivas se clasificaron en agricultura, ganadería y comercio. Los factores de la producción en tierra, trabajo salariado, trabajo familiar y la cuenta de capital, que incluye la maquinaria, que es propiedad de los hogares y la contratación de los servicios de maquinaria. En la cuenta de instituciones se identificaron cuatro subcuentas; a saber, los hogares agropecuarios con migrantes a los Estados Unidos (HAPM); los hogares puramente agropecuarios (HAP); una cuenta de programas de gobierno detectados en la comunidad y la subcuenta de gobierno propiamente dicho. En la cuenta de capital (físico y humano) o inversión y, finalmente, la cuenta que relaciona la comunidad con el exterior con tres subcuentas; la cuenta de resto de la región, resto de México y la de resto del mundo. La matriz de Los componentes de cada tipo de cuentas se definió conforme a las características socioeconómicas de la comunidad.

En el caso específico de La Quemada, las actividades productivas se clasificaron en agricultura, ganadería y comercio. Los factores de la producción en tierra, trabajo salariado, trabajo familiar y la cuenta de capital, que incluye la maquinaria, que es propiedad de los hogares y la contratación de los servicios de maquinaria. En la cuenta de instituciones se identificaron cuatro subcuentas; a saber, los hogares agropecuarios con migrantes a los Estados Unidos (HAPM); los hogares puramente agropecuarios (HAP); una cuenta de programas de gobierno detectados en la comunidad ; y la subcuenta de gobierno propiamente dicho. En la cuenta de capital (físico y humano) o inversión y, finalmente, la cuenta que relaciona la comunidad con el exterior con tres subcuentas. A saber, la cuenta de resto de la región, resto de México y la de resto del mundo. La matriz de contabilidad social balanceada de La Quemada se muestra en el Cuadro 11.1.

Cuadro 11.1 Matriz balanceada de la Quemada, municipio de Cuauhtémoc, Chihuahua

Esquema de la Matriz de Contabilidad Social de Pueblos	Actividades			Factores				Instituciones				Capital		Exterior			Total
	Agrícolas	Ganaderas	Comercio y otros	Tierra	Trabajo Asalariado	Trabajo Familiar	Capital	HAPM	HAP	Programas	Gobierno	Ahorro Físico	Ahorro Humano	Resto Región	Resto de México	Resto Mundo	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Actividades	Agrícolas	19,155	2,746,906	198,602				64,800	216,032								3,245,496
	Ganaderas		56,910					621,973	1,243,946			720,408		785,900			3,429,138
	Comercio	10,370						1,785,220	2,887,907				218,462				4,901,959
Factores	Tierra	1,149,805															1,149,805
	Trabajo Asalariado	126,972	23,487	52,574													203,033
	Trabajo Familiar	1,461,714	206,123	2,332,371													4,000,207
	Capital	120,898	74,438														195,335
Instituciones	HAPM			403,200	45,107	1,428,320	28,306	12,948	6,022	967,361		37,577		2,213,683		1,350,303	6,492,827
	HAP			746,605	157,925	2,571,887	167,030	25,896	12,044	1,298,347				4,022,414			9,002,148
	Programas											2,265,708					2,265,708
	Gobierno			5,400						25,989	6,188						37,577
Capital	Ahorro Físico							552,840	167,568		37,577						757,985
	Ahorro Humano							200,829	565,848								766,677
Exterior	Resto de la Región	356,581	321,275	2,313,012				1,852,030	3,896,592			0	548,215				9,287,705
	Resto de México													2,265,708			0
	Resto del Mundo							1,350,303									1,350,303
Total	17	3,245,496	3,429,138	4,901,959	1,149,805	203,033	4,000,207	195,335	6,492,827	9,002,148	2,265,708	37,577	757,985	766,677	9,287,705	0	1,350,303

HAPM=Hogares agropecuarios con migrantes
HAP=Hogares agropecuario

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos de la comunidad

11.3 El modelo de multiplicadores contables

Una vez que la MCS de la comunidad de interés ha sido construida es posible derivar el modelo de multiplicadores contables asociados a la misma. La derivación teórica rigurosa, pero clara, del modelo es hecha por Pleskovic y Treviño (1985). En la construcción empírica del MML una de las decisiones más importantes es definir cuales son las cuentas endógenas y cuales las exógenas. Una vez que se han definido cuales son cada tipo de cuenta, a partir del esquema teórico de la MCS, y reagrupando las cuentas endógenas y las exógenas, es posible presentarlas como se muestra en el Cuadro 11.2.

Cuadro 11.2 Agregación de la MCSP por tipo de cuenta

Ingreso/Gasto	Endógenas	Suma	Exógenas	Suma	Total
Endógenas	A	a	X	x	ya
Exógenas	L	l	R	r	yx
Total	Y' a	r	Y' x		

A= Matriz de transacciones entre cuentas endógenas

X= Matrix de inyecciones de cuentas exógenas a endógenas

L= Matriz de entregas de cuentas endógenas a exógenas

R= Matriz de transacciones entre cuentas exógenas

ya=Ingresos de las cuentas

yx=Ingresos de las cuentas exógenas

Fuente: Tomado de Barceinas y Cervini, 1993.

En dicho esquema, el total de los ingresos recibidos por las cuentas endógenas está representado por el vector columna y_a y consta de dos partes: 1) los gastos de las cuentas endógenas, establecidos en A y sintetizados en el vector columna a; y 2) los gastos de las cuentas exógenas, establecidas en X, y sumados en x.

De acuerdo con esto, y en términos del álgebra matricial, se tiene que:

$$y_a = a + x$$

Igualmente, para los ingresos recibidos por las cuentas exógenas, y_x , tenemos:

$$y_x = l + r$$

Antes o después de este paso, cada elemento (T_{ij}) de la MCS se divide por el total de la columna y se obtiene la matriz S de propensiones medias. De esta manera la matriz A se define al eliminar las cuentas exógenas (filas e hileras) es una matriz de submatrices, que define las transacciones entre las cuentas endógenas:

$$A = \begin{bmatrix} \mathbf{O} & \mathbf{O} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & \mathbf{O} \\ \mathbf{O} & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} \quad \text{Donde:} \quad \begin{aligned} A_{13} &= (T_{13}, 0) \\ A_{13} &= (T_{21}, T_{31}) \end{aligned}$$

$$A_{22} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ T_{32} & 0 \end{bmatrix} \quad A_{32} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ T_{52} & 0 \end{bmatrix} \quad A_{13} = \begin{bmatrix} 0 & 0_{45} \\ T_{54} & 0 \end{bmatrix}$$

Una vez realizado el paso anterior, se determina de los multiplicadores.

Si partimos de que:

A = Matriz de propensiones endógenas al gasto

X = Matriz de inyecciones endógenas (se obtiene eliminando las columnas de las cuentas endógenas y las filas de las cuentas exógenas).

La matriz de multiplicadores M se obtiene al resolver para la inversa de la matriz de Leontief. La matriz de Leontief se obtiene como la diferencia entre la matriz identidad y la matriz de propensiones endógenas al gasto A. Es decir, la matriz M de multiplicadores se representa como:

$$M = (I - A)^{-1}$$

Por lo tanto, para representar el efecto total (por lo general en términos porcentuales) de una variación en las cuentas exógenas X y su impacto (porcentual) en las cuentas endógenas Y de la comunidad se representa como:

$$\Delta Y = (I - A)^{-1} \Delta X$$

$$\Delta Y = M \Delta X$$

En este caso el operador delta (Δ) tiene el significado usual; es decir representa un cambio (porcentual) en la cuenta a la cual precede.

La representación matricial del modelo de multiplicadores contables empírico, asociado a la matriz de contabilidad social de la localidad de La Quemada, es el siguiente.

$$M = \begin{bmatrix} 1.22 & 1.02 & 0.17 & 0.24 & 0.25 & 0.24 & 0.25 & 0.24 & 0.25 & 0.98 & 0.05 \\ 0.22 & 1.22 & 0.13 & 0.24 & 0.24 & 0.24 & 0.24 & 0.26 & 0.24 & 1.17 & 0.04 \\ 0.42 & 0.39 & 1.25 & 0.47 & 0.48 & 0.47 & 0.49 & 0.43 & 0.49 & 0.39 & 0.36 \\ 0.43 & 0.36 & 0.06 & 1.09 & 0.09 & 0.09 & 0.09 & 0.09 & 0.09 & 0.35 & 0.02 \\ 0.05 & 0.05 & 0.02 & 0.02 & 1.02 & 0.02 & 0.02 & 0.02 & 0.02 & 0.05 & 0.01 \\ 0.77 & 0.72 & 0.68 & 0.35 & 0.35 & 1.35 & 0.36 & 0.33 & 0.36 & 0.70 & 0.19 \\ 0.05 & 0.06 & 0.01 & 0.01 & 0.01 & 0.01 & 1.01 & 0.01 & 0.01 & 0.06 & 0.00 \\ 0.45 & 0.41 & 0.27 & 0.52 & 0.39 & 0.52 & 0.31 & 1.16 & 0.17 & 0.44 & 0.08 \\ 0.86 & 0.79 & 0.50 & 0.96 & 1.09 & 0.95 & 1.17 & 0.30 & 1.32 & 0.77 & 0.14 \\ 0.05 & 0.05 & 0.03 & 0.06 & 0.05 & 0.06 & 0.05 & 0.10 & 0.04 & 1.05 & 0.01 \\ 0.07 & 0.06 & 0.04 & 0.08 & 0.08 & 0.08 & 0.08 & 0.05 & 0.09 & 0.06 & 1.01 \end{bmatrix}$$

Obsérvese que el número de hileras y columnas de la matriz de multiplicadores es igual al número de cuentas de la MCS de La Quemada.

El modelo de multiplicadores, como el descrito, basado en una MCS, puede aplicarse tanto a naciones como a pueblos. Es un instrumento eficaz para una óptima toma de decisiones, sobre todo cuando la autoridad central tiene el control de algunas variables cuantitativas, tales como el manejo del gasto público, de los impuestos y de los subsidios.

Sin embargo, los supuestos sobre coeficientes y precios fijos limitan su aplicabilidad, ya que no tienen la intención de analizar las interacciones entre la oferta y la demanda y en consecuencia, las modificaciones de los precios relativos y las reacciones de los agentes económicos; es decir, este tipo de modelos son lineales y no son capaces de capturar los impactos de diferentes tipos de políticas que trabajan mediante incentivos de precios, escasez de recursos y sustituciones.

Aun cuando auxilian en la investigación de choques exógenos en la investigación de los efectos de choque exógenos, constituyen una representación extrema del funcionamiento del sistema económico.

11.4 Resultados y discusión

Una vez que se construyó la MCS de la localidad de La Quemada, y que se derivó la matriz de multiplicadores, en un primer momento se realizó la evaluación de tres ejercicios de política económica para analizar el efecto de las inyecciones externas sobre la estructura económica de la comunidad de La Quemada. En un segundo momento se evaluó el efecto del un incremento del precio de los combustibles (gasolina y diesel) sobre las cuentas de la comunidad, como una situación más realista del efecto de una política económica sobre una comunidad eminentemente rural. El primer escenario evaluado fue el de las respuestas de las cuentas endógenas al apoyo que en efectivo otorga el gobierno a los productores agropecuarios de La Quemada a través del programa de Apoyos directos al Campo (PROCAMPO). En el año de 2005, a través de PROCAMPO se pagaron 1,130 pesos por hectárea cultivada en La Quemada.

De acuerdo a la encuesta, se infiere que se apoyaron 468 hectáreas. Se asume que el apoyo se distribuyó según las proporciones de dos tipos de hogares identificados en la comunidad.

De esta manera se habrían apoyado 156 hectáreas de hogares agropecuarios con migrantes (HAPM) por lo que éste tipo de hogares habrían recibido un apoyo global de 176,280 pesos.

Similarmente, los hogares puramente agropecuarios (HAP), con una proporción de dos terceras partes de los hogares, habrían recibido el apoyo, para un total de 312 hectáreas y, consecuentemente, un apoyo global de 352,560 pesos.

Por lo tanto, la inyección exógena total gubernamental fue de 528,840 pesos.

Cuadro 11.3 Simulación de tres escenarios de políticas con multiplicadores en la Quemada

			Ingreso Inicial (\$)	Escenario 1			Escenario 2			Escenario 3		
				Política (\$)	Cambio (\$)	(%)	Política (\$)	Cambio (\$)	(%)	Shock (\$)	Cambio (\$)	(%)
			(1)	(2)	(3)	(4)= (3/1)*100	(5)	(6)	(7)= (6/1)*100	(8)	(9)	(10)= (9/1)*100
Actividades	1	Agrícolas	3,245,496	0	129,489	3.99	528,840	647,018	19.94	0	-152,648	-4.70
	2	Ganaderas	3,429,138	0	129,282	3.77	0	114,845	3.35	0	-152,680	-4.45
	3	Comercio	4,901,959	0	250,218	5.10	0	223,695	4.56	0	-294,207	-6.00
Factores	4	Tierra	1,149,805	0	45,875	3.99	0	229,224	19.94	0	-54,080	-4.70
	5	Trabajo Asalariado	203,033	0	8,635	4.25	0	28,499	14.04	0	-10,173	-5.01
	6	Trabajo Familiar	4,000,207	0	185,145	4.63	0	404,744	10.12	0	-217,912	-5.45
	7	Capital	195,335	0	7,630	3.91	0	26,595	13.62	0	-9,001	-4.61
Instituciones	8	HAPM	6,492,827	176,280	263,962	4.07	0	237,285	3.65	-221,368	-324,670	-5.00
	9	HAP	9,002,148	352,560	516,370	5.74	0	455,532	5.06	-402,241	-595,161	-6.61
Capital	10	Ahorro Físico	757,985	0	32,087	4.23	0	28,683	3.78	0	-38,723	-5.11
	11	Ahorro Humano	766,677	0	40,622	5.30	0	35,973	4.69	0	-47,452	-6.19

Escenario 1: Política de apoyo por \$528,840 vía PROCAMPO a los hogares de La Quemada

Escenario 2: Política de apoyo por \$528,840 a las actividades agrícolas

Escenario 3: Caída de \$623,610 en los ingresos regionales que perciben los hogares de la localidad por remesas regionales.

Del análisis de los efectos del apoyo de PROCAMPO a los hogares de La Quemada, se observa que el incremento más alto se da en ingreso de los hogares agropecuarios (HAP), con un 5.74 por ciento, y en el ingreso del comercio con el 5.10 por ciento.

El impacto más débil se da en ingreso de la cuenta de capital (maquinaria y servicios de maquinaria) con un 3.91 por ciento. En el segundo escenario se evaluó que efecto tendría una política alternativa de apoyo por el mismo monto de 528,840 pesos a la actividad agrícola a través de, por ejemplo, la compra de insumos para la agricultura, mejoras al proceso productivo de la avena forrajera, maíz forrajero, maíz grano o fríjol, etc.

Esto hace comparable las dos políticas. Del análisis del efecto es posible observar que ingreso de todas las cuentas se incrementa.

Uno de los efectos más grandes se da en el ingreso de la propia cuanta de la actividad agrícola. Esta política tendría un efecto realmente importante sobre los factores de la producción. El incremento sobre el ingreso de estos es de 14.43 por ciento, en promedio.

El impacto considerable que esta política tendría sobre el ingreso de La Quemada, es porque se incrementaría la productividad por concepto de inversión en el proceso productivo; más que recibir apoyos al ingreso de los hogares, pues este apoyo, en general, se utiliza para el consumo.

En el tercer escenario se evaluó una caída en el empleo regional asociada a una recesión en la economía de la región. Debido a esto se plantea que el ingreso regional que percibe La Quemada cae en 10 por ciento.

Las proporciones en que se distribuye la caída entre los dos tipos de hogares es según su participación en el ingreso total regional de la comunidad (6,236,097 de pesos).

Así, la caída en el ingreso de los hogares agropecuarios con migrantes (HAPM) sería del 35 por ciento; es decir de 221,368 pesos.

El ingreso de los hogares puramente agropecuarios sería del 65 por ciento; es decir de 402,241 pesos.

Del análisis de este escenario se observa que la caída más fuerte se da en el ingreso de los hogares agropecuarios (HAP) con el 6.61 por ciento, en el ahorro humano con el 6.19 por ciento y en comercio local con el 6.00 por ciento.

Se puede observar que en los tres escenarios el efecto de la inyección de recursos a los hogares de La Quemada, o una caída en el ingreso que perciben, los efectos son muy homogéneos sobre todas las cuentas⁵⁹.

Finalmente, para mostrar una aplicación más realista del modelo de multiplicadores se realizó la evaluación del efecto del incremento del precio de los combustibles (gasolina y diesel) en la comunidad de La Quemada.

El contexto en el que se planteó dicho ejercicio es que en el año de 2007, durante la definición del Presupuesto de Ingresos y Egresos de Federación para 2008, el H. Congreso de la Unión definió que una de las políticas para obtener ingresos, y canalizarlos a las entidades federativas, era la aplicación de un impuesto mensual de 2 centavos por litro de gasolina hasta alcanzar un 5% respecto al precio prevaleciente al momento de entrar en vigor el referido impuesto.

⁵⁹ Obsérvese que la caída en el ingreso de la localidad se representa con la introducción de una cifra negativa.

No obstante, este incremento en el precio de la gasolina, al ser ésta un insumo que afecta a todas las ramas de la actividad económica, al aplicarse impacta a toda la población del país y a todas las actividades; tanto a las actividades industriales como agropecuarias; tanto a productores y consumidores urbanos, como al rural.

En el caso de las comunidades rurales de México, que cuentan con una población, en menor a 2,500 habitantes, el incremento en el precio de los combustibles, también se verán afectadas.

Estas comunidades se caracterizan por ser totalmente rurales o urbano-rurales, donde los ingresos que perciben provienen básicamente de tres fuentes: las actividades agrícolas y ganaderas propias de la comunidad; las remesas regionales por el empleo que como trabajadores asalariados percibe la población económicamente activa al laborar en el gobierno, maquiladoras, agroindustria y empresas localizadas en la región donde se encuentra la comunidad; y las remesas provenientes del extranjero.

Adicionalmente, una de las características de quienes trabajan como asalariados, en los centros urbanos cercanos a la comunidad, es que se transportan diariamente a los lugares donde laboran, por lo que incurren en un gasto importante en gastos de transporte.

A partir de la matriz de contabilidad social balanceada de La Quemada se determinó que el flujo de ingresos y egresos (en equilibrio) fue de \$47,085,903.

En ese flujo ingreso/gasto, el concepto de gastos de combustible y transporte en la comunidad fue de \$2,383,915. Es decir, dentro del flujo económico de la comunidad el concepto de combustible y transporte fue del 5% respecto al flujo total (Cuadro 11.4).

Cuadro 11.4 Proporción del costo de combustible y gasto de transporte

Concepto	Total (\$)	%
Ingreso/Gasto	47'085,903	100.0
Gasto combustible y transporte	2'383,915	5.1

Fuente: Elaborado a partir de la base de datos de la Quemada

Basado en esta información es posible, evaluar cual es el efecto de un incremento porcentual en el precio del combustible como gasolina y diesel en la comunidad de La Quemada mediante el modelo de multiplicadores contables.

Las alternativas de política evaluadas corresponden a un incremento del cinco, siete y diez por ciento de incremento en el precio de la gasolina.

Estos escenarios se reflejara como un decremento en el ingreso percibido por las actividades agrícolas y ganaderas y un decremento en el ingreso de los hogares respecto del equilibrio original al tener mayores costos de transporte y al no ser compensado su ingreso.

Así es posible plantearse ¿en cuanto repercute la política de incremento en el combustible en toda la estructura económica de la comunidad y en el Producto Interno Bruto (PIB) de la localidad?

Cuadro 11.5 Evaluación del efecto de un incremento en el precio de los combustibles

			Equilibrio	Escenario 1			Escenario 2			Escenario 3		
				Inicial	Política	Cambio	(%)	Política	Cambio	(%)	Política	Cambio
			(\$)	(\$)	(\$)	(%)	(\$)	(\$)	(%)	(\$)	(\$)	(%)
			(1)	(2)	(3)	(4)= (3/1)*100	(5)	(6)	(7)= (6/1)*100	(8)	(9)	(10)= (9/1)*100
Actividades	1	Agrícolas	3,245,496	-25,454	-69,546	-2.14	-35,635	-97,364	-3.00	-50,907	-139,092	-4.29
	2	Ganaderas	3,429,138	-19,936	-47,689	-1.39	-27,910	-66,764	-1.95	-39,872	-95,377	-2.78
	3	Comercio	4,901,959	0	-53,851	-1.10	0	-75,392	-1.54	0	-107,702	-2.20
Factores	4	Tierra	1,149,805	0	-24,638	-2.14	0	-34,494	-3.00	0	-49,277	-4.29
	5	Trabajo Asalariado	203,033	0	-3,625	-1.79	0	-5,075	-2.50	0	-7,250	-3.57
	6	Trabajo Familiar	4,000,207	0	-59,811	-1.50	0	-83,736	-2.09	0	-119,623	-2.99
	7	Capital	195,335	0	-3,626	-1.86	0	-5,076	-2.60	0	-7,252	-3.71
Instituciones	8	HAPM	6,492,827	-17,629	-49,450	-0.76	-24,681	-69,230	-1.07	-35,259	-98,900	-1.52
	9	HAP	9,002,148	-56,176	-116,904	-1.30	-78,647	-163,665	-1.82	-112,353	-233,808	-2.60
Capital	10	Ahorro Físico	757,985	0	-6,387	-0.84	0	-8,941	-1.18	0	-12,773	-1.69
	11	Ahorro Humano	766,677	0	-8,878	-1.16	0	-12,429	-1.62	0	-17,756	-2.32

Escenario 1: Política de un incremento del 5% anual en el precio de la gasolina y diesel

Escenario 2: Política de un incremento del 7% anual en el precio de la gasolina y diesel

Escenario 3: Política de un incremento del 10% anual en el precio de la gasolina y diesel

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos de La Quemada

Los impactos de un incremento en el precio de los combustibles se introducen mediante una cantidad correspondiente al 5% sobre la participación que se identificó tiene el gasto en combustible en que incurre la agricultura en el ciclo productivo. Dado que esta cantidad al ser un gasto adicional debe repercutirse sobre el ingreso que percibía la comunidad por concepto de la agricultura. Es decir, del ingreso que percibía la agricultura de \$509,075, el aumento del 5% en el precio del combustible, habrá de representar un gasto adicional para la agricultura de \$25,454, que debe sustraerse de ese ingreso de \$509,075, pues se parte del supuesto de que el ingreso no se verá incrementado, es decir se parte del supuesto ceteris paribus. Las demás montos que se utilizan en éste y en los otros dos escenarios se obtiene de la misma manera.

La forma de reflejar los impactos de la política de incremento en el precio de los combustibles es introducir las cantidades referidas con signo negativo, pues éstas representan una reducción en el ingreso de la respectiva cuenta; o dicho de otra manera es un costo o gasto adicional para los hogares, manteniendo constante su ingreso.

Del cuadro de simulaciones (Cuadro 11.5)) es posible observar que el efecto combinado de las cantidades introducidas en la agricultura, ganadería y HAPM y HAP, es una reducción del 2.14 por ciento en el ingreso de la propia agricultura, de 1.39 por ciento en la propia ganadería y de 1.10 por ciento en el ingreso del comercio.

La retribución a los factores de la producción también caen. El ingreso de la tierra cae en 2.14 por ciento, 1.79 por ciento el ingreso del trabajo asalariado, en 1.50 por ciento en el “ingreso” del trabajo familiar, y de 1.86 por ciento los pagos a los servicios del capital (maquinaria). En el caso de los hogares, se observa que el incremento en los gastos de transporte de los asalariados y estudiantes causa que su ingreso caiga en 0.76 por ciento para los HAPM y de 1.30 por ciento para los HAP.

El punto importante aquí, es que al incrementarse los gastos de los hogares, sin incrementarse su ingreso, disminuye el consumo de los hogares de bienes que conforman su canasta de consumo. El efecto sobre la formación de capital físico de la comunidad es que esta caiga en 0.85 por ciento y 1.16 por ciento la formación de capital humano (educación).

La misma interpretación tienen los resultados para el Escenario 2 y Escenario 3, es decir para una simulación de un incremento de siete y diez por ciento en el precio de los combustibles. Finalmente, el efecto sobre el Producto Interno Bruto de la comunidad de un incremento en el precio de los combustibles es la caída de éste en 1.65 por ciento.

Es decir, el valor agregado generado por los factores de la producción en la comunidad habrá de caer en 1.65 por ciento. Los resultados para los otros dos escenarios tienen la misma interpretación:

Incremento en combustibles (%)	Caída en el PIB (%)
5	-1.65
7	-2.31
10	-3.31

11.5 Conclusiones

A partir de las hipótesis y resultados obtenidos en la investigación realizada es posible obtener las siguientes conclusiones.

La comunidad de La Quemada presenta características de una economía campesina en tanto que las decisiones de producción y consumo de la avena forrajera y maíz forrajero como insumos para la actividad ganadera las toman los productores independientemente del mercado. Es decir, producen para el autoconsumo en sus unidades de producción y es marginal el excedente que venden al mercado local o entre hogares.

La actividad de ganadería consume casi toda la producción agrícola de la comunidad y representa un rubro donde hay acumulación de capital. El hecho de considerar solo los flujos monetarios de un año generados por los nacimientos de ganado (bovino principalmente) y no el inventario ganadero, muestra que el ganado representa una fuente de ahorro para la comunidad.

La mano de obra familiar empleada en la actividad, y a la que el productor no le asigna un pago de mercado (salario), representa otra forma de ahorro para los hogares de La Quemada en ganado.

Del análisis de los multiplicadores de los dos escenarios alternativos para inyectar apoyos por un mismo monto por dos vías diferentes, a través de los dos tipos de hogares como apoyo directo al ingreso del productor (PROCAMPO), o como apoyo a las actividades agrícolas (insumos o inversión en mejoras al proceso productivo) muestra que el impacto mayor se da cuando los apoyos se dan en las actividades de producción, más que el apoyo al consumo de los hogares.

La comunidad de La Quemada depende principalmente del ingreso regional generado por el empleo de sus habitantes en las áreas urbanas, campos agrícolas y negocios agroindustriales de los menonitas en la región de Ciudad Cuauhtémoc, en el gobierno, entre otros. Por lo tanto una disminución del flujo de remesas regionales hacia La Quemada, como consecuencia del desempleo provocado por una recesión en la economía de la región, impacta a toda la economía de la comunidad.

La imposición de un impuesto del cinco por ciento sobre los combustibles (gasolina y diesel), dados los enlaces intersectoriales existentes entre las cuentas de la comunidad estudiada, causan que su producto interno se reduzca en 1.65 por ciento. Esto muestra la importancia que tiene el impacto de variable exógena sobre los flujos de ingresos y gastos que se observan en comunidad agropecuaria que utiliza los combustibles como un insumo importante para la realización de sus actividades productivas y su fuerza de trabajo se transporta cotidianamente a los centros de trabajo del resto de la región.

La comunidad es una comunidad desarticulada en sus procesos productivos, pues importa todos los bienes de consumo (alimentos principalmente) del resto de la región. El comercio local es el que mayores ingresos recibe; pues tan solo el ingreso (y por tanto gasto) de tres “tienditas de la esquina” es mayor que el de la agricultura o la ganadería.

Referencias

Adelman, Irma y Taylor, Edward “Life in a mexican village: a SAM perspective” en *Journal of Development Studies*: 26(3), 1990, 387-407.

Adelman, Irma y Taylor, Edward. “Village economies: the design, estimation and use of the village economic models”. Cambridge, Cambridge University Press, Cambridge, 1996, capítulos 1-3.

FAO (1996) “Uso de información a nivel micro en modelos agregados” en *Métodos de análisis a nivel micro para programas y políticas agrícolas*, Capítulo VIII. J. M. Dixon y M. Upton Editores, Roma, Italia.

INEGI (2000) “XII Censo General de Población y Vivienda”.

Pleskovic, B. y Treviño, G. (1985) “The use of a social accounting matrix framework for public sector analysis: the case study of México”, *International Center for Public Enterprises in Developing Countries*, ICPE, Monograph Series, No. 40, Yugoslavia.

Taylor, E. y Ademan, I. (2003) “Agricultural household models: genesis, evolution, and extensions” en *Review of Economics of the Household*, Vol. 1, No. 1.

Capítulo 12

Los factores determinantes del éxito en la actividad exportadora: Una aproximación mediante el análisis rough set

Susana Blanco, Marta Miranda y María Segovia

S.Blanco, M.Miranda & M.Segovia

Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Pabellón de Quinto Curso 28223, Campus de Somosaguas, Madrid.

Universidad Complutense de Madrid, Centro de Estudios Superiores Felipe II, C/ Capitán 39, 28300, Aranjuez, Madrid.

susanablanca@ccee.ucm.es

M.Ramos, F.Miranda (eds.) *Optimización-Estocástica-Recursiva-Coherente-Sistémica y sus variantes (probabilidad, econometría y estadística aplicada)*, Temas Selectos de Optimización-©ECORFAN-Santiago de Compostela, España, 2012.

Abstract

Most of the studies related to internationalization have been empiric and conceptual, and, in lesser extent, methodological. Nevertheless, it would be very valuable and interesting to use new research techniques, which might avoid some of the inconveniences of the traditional ones or, at least, provide a different point of view. This paper uses Rough Set Theory that belongs to Artificial Intelligence domain for evaluating the internationalization success of a firm. A real sample of Spanish manufacturing companies has been used. The firms are described by a set of economic and financial variables. The obtained results are quite satisfactory showing what variables are the most relevant ones to analyze the success in international markets.

12 Introducción

Las empresas que toman la decisión de iniciar actividades de exportación y que esperan mantenerse en los mercados de destino, deben enfrentarse a un entorno complejo caracterizado no solo por una intensa y fuerte competencia de organizaciones empresariales locales sino también por aspectos tales como los rápidos y numerosos cambios que se producen en las tecnologías, la creciente globalización económica que incrementa la competitividad, y la preeminencia de determinados activos intangibles como son el conocimiento y la información que añaden mayor valor a los productos y servicios (Hidalgo y Diaz-Balart, 2002) y que constituyen una fuente esencial para generar ventajas competitivas en los mercados exteriores.

De manera que, la presencia en los mercados internacionales que pueden responder al logro de numerosos objetivos tanto ofensivos internos-externos como defensivos internos-externos (Meyer, 1996) entre los que destacan el crecimiento empresarial y la viabilidad a largo plazo (Greenaway y Kneller, 2007), exige disponer no solo de un plan producto-mercado óptimo (Root, 1987), sino que implica un proceso dinámico que afecta a las diferentes actividades de la empresas así como su estructura organizativa con un compromiso e implicación creciente de sus recursos y capacidades en el entorno internacional (Villareal, 2005) que permita alcanzar el éxito en los mercados exteriores donde la empresa tenga presencia

Desde distintas áreas de investigación se ha tratado de responder, una vez que han iniciado este proceso, cuál es el grado de compromiso e implicación que adquieren las empresas y el éxito que alcanzan, en los distintos mercados donde están presentes (Alonso y Donoso, 2000). Este artículo se centra precisamente en este último asunto, al tratar de explicar, con una metodología novedosa en relación a los estudios precedentes, cuáles son los factores y elementos que distinguen a las empresas exportadoras con éxito de aquellas que no lo son, proponiendo un conjunto de reglas de decisión que ayuden a las empresas y sus directivos a tomar decisiones acertadas para llegar a alcanzar determinados resultados en su participación en los mercados internacionales.

La importancia de disponer de determinadas prescripciones o recetas para el éxito está basada en el hecho de que se trata de un apoyo que puede resultar fundamental no sólo para las empresas con actividades vinculadas a los mercados exteriores sino para los gobiernos que buscan mejorar la competitividad de las empresas de sus países (Lages y Montgomery, 2004).

Así la forma de alcanzar el éxito en esas actividades puede ser entonces un elemento clave no sólo para la mejora de la performance o desempeño global de la empresa, sino también para mejorar la fortaleza económica de los países ya que contribuye a mejorar la balanza comercial, la creación de empleo y el crecimiento económico (Czinkonta y Ronkainen, 1998). Se trata por tanto de identificar los factores que desde los distintos enfoques teóricos más relevantes se consideran que tienen un impacto significativo (positivo o negativo) en el logro del éxito o el fracaso en los mercados internacionales, y aumentar el conocimiento que se posee acerca del fenómeno exportador no sólo desde una perspectiva explicativa sino también metodológica, que pueden contribuir a proporcionar otra visión del proceso de internacionalización y superar algunos de las restricciones presentes en las metodologías más ortodoxas.

Así frente al predominio del análisis estadístico multivariante como principal técnica utilizada para abordar este problema, destacando la regresión múltiple y los modelos de ecuaciones estructurales (Sousa et al., 2008), que viene explicada fundamentalmente por la elevada complejidad de los modelos utilizados para valorar el resultado exportador, acudimos a un nuevo enfoque a la hora de analizar y explicar numerosos problemas financieros basado en la aplicación de técnicas y metodologías encuadradas en el ámbito de la Inteligencia Artificial (IA).

Habitualmente los problemas financieros se analizan utilizando técnicas estadísticas con resultados satisfactorios, si bien presentan algunas limitaciones. Muchas de las hipótesis estadísticas requeridas en el modelo o a la distribución que siguen los datos (si existen o no observaciones atípicas) no se cumplen cuando se emplean datos reales y, además, los resultados son difíciles de interpretar para un usuario no experto en dichas técnicas. Las técnicas de inteligencia artificial superan esas limitaciones, y los modelos son fácilmente comprensibles.

La Teoría Rough Set es un enfoque que se enmarca dentro de las aplicaciones de la Inteligencia Artificial. Utiliza la experiencia de una forma objetiva, a través del estudio de la experiencia histórica de una manera cuantitativa, para así explicitar reglas que, resumiendo y objetivando esa experiencia acumulada, ayuden en la toma de decisiones futuras.

Como ocurre con otras metodologías de Inteligencia Artificial, la teoría Rough Set se ha aplicado con éxito para analizar numerosos problemas financieros como la predicción de insolvencias (Ahn et al, 2000; Beynon y Peel, 2001; Slowinski y Zopounidis, 1995), modelizar la actividad o la demanda de viajes (Witlox y Tindemans, 2004; Goh y Law, 2003). También se ha aplicado a sectores muy específicos y no tan acometidos por los investigadores como es el sector asegurador (Sanchis et al., 2007; Shyng et al., 2007).

Otros antecedentes que utilizan algunas de estas metodologías y que pueden mencionarse son el trabajo de Ahmad et al. (2004) aplicado a la selección de factores de éxito en empresas de comercio por internet (estudio parcial) así como algunos trabajos cuyo objetivo es la predicción de la performance financiera para entidades financieras y así identificar los bancos que fracasan utilizando redes neuronales y técnicas estadísticas (Ravi et al., 2008).

En la medida en que el problema de esta investigación es de clasificación ya que se trata de determinar la relación de dependencia entre el éxito exportador y no-éxito exportador y multi-atributos, y que no haya sido aplicada específicamente en el problema que planteamos y su carácter explicativo frente a otras herramientas de la Inteligencia Artificial encuadradas dentro de los denominados enfoques de “caja negra”, justifican su aplicación al problema planteado.

Así, el trabajo se estructura en las siguientes secciones: en la sección 12.2 se expone un análisis de la literatura previa y la situación actual del problema; la sección 12.3 describe los datos de la muestra; la metodología se expone en la sección 12.4 seguida de la discusión y los resultados descritos en la sección 12.5. Finalmente terminamos con las conclusiones en la sección 6.

12.2 Antecedentes y estado actual del tema

De todas las posibles estrategias para participar en los mercados internacionales, han sido la inversión directa extranjera y las “joint ventures” las que han despertado un mayor interés entre los investigadores, a pesar de ser la exportación la más utilizada para la expansión más allá de las fronteras nacionales (Caves, 1996).

Este tipo de análisis microeconómico centrado en las empresas que participan en el comercio internacional es complicado de efectuar no sólo por la dificultad de recopilar los datos necesarios para un estudio detallado, sino también por la complejidad del fenómeno de la internacionalización como consecuencia de la variedad de mecanismos de los que disponen las empresas para seleccionar y penetrar en los mercados exteriores (Coviello y McAuley, 1999, pp.243).

A partir de los años 60 del siglo XX han aparecido las principales aportaciones sobre la internacionalización de empresas, apoyadas en distintos enfoques y disciplinas como la teoría del comercio internacional, la economía industrial, la economía organizacional (con las relevantes aportaciones entre otras, de la teoría del crecimiento de la empresa, o la teoría de los costes de transacción), así como corrientes más novedosas de la teoría económica como la basada en los recursos y capacidades de la empresa. Estas corrientes incorporaron a las investigaciones supuestos más realistas como son la competencia imperfecta, existencia de oligopolios, economías de escala, innovaciones tecnológicas, diferenciación de productos y fallos de mercado, dando lugar a la denominadas “nuevas teorías del comercio internacional” (Guisado, 2002, p.411).

Se puede dividir la literatura sobre la internacionalización de empresas en las teorías que intentan explicar el por qué y las dedicadas a explicar el cómo se produce la internacionalización. De esta manera los aportes teóricos han tratado de identificar y cuantificar las razones que existen para que una empresa decida internacionalizarse, e identificar y cuantificar el proceso de internacionalización en sí mismo, los patrones utilizados para realizar operaciones en el exterior, y dónde lo hacen.

La utilización de todas estas fuentes ha dado como resultado un amplio abanico de explicaciones que van desde teorías basadas en el comportamiento empresarial hasta modelos eclécticos pasando por teoría de redes o los enfoques más recientes sobre las empresas denominadas “nacidas globales” (Törnroos, 2005).

A estos antecedentes que han ayudado a mejorar el conocimiento de por qué las empresas se internacionalizan y cómo lo hacen, hay que añadir las aportaciones que se han producido para llegar a entender de forma particular, el comportamiento exportador de las empresas, que es el asunto central que nos ocupa.

La literatura proporciona tres marcos teóricos fundamentales para valorar el comportamiento exportador de las empresas desarrollados especialmente en el área de conocimiento del marketing internacional: el paradigma basado en los recursos y capacidades, el paradigma relacional y el enfoque contingente que incorpora la visión de la teoría de la organización industrial (Sousa et al., 2008).

En el momento actual, los asuntos principales tratados sobre el comportamiento exportador están relacionados con aspectos tales como la definición conceptual del resultado o desempeño exportador, la definición operativa del desempeño exportado, es decir cómo se mide ese resultado y el éxito, la generación de modelos explicativos del resultado exportador aplicables a distintos países y sectores, así como la valoración y cuantificación de los factores explicativos y la mejora de las técnicas y metodologías aplicadas a esta materia.

La contrastación de los factores explicativos del éxito exportador así como la mejora de las técnicas utilizadas para analizar este problema, son el asunto central de esta investigación, siendo conveniente mencionar que a pesar de los importantes esfuerzos y avances que se han realizado por un lado para definir la performance de exportación y por otro para explicar las relaciones entre ésta y los factores determinantes, se han obtenido resultados contradictorios y confusos tanto en la conceptualización y definición operativa del desempeño exportador como de los factores que resultan significativos para lograr el éxito y el signo de estas relaciones, que dificultan el progreso en el conocimiento del fenómeno de la internacionalización (Sousa et al., 2008; Leonidou et al., 2002; Matthyssens y Pauwels, 1996).

Las variables que “a priori” se han considerado en las investigaciones empíricas con influencia, han tenido que ver principalmente con el marco teórico que hayan asumido los investigadores y de los datos disponibles al realizarlas.

En términos generales, dependiendo del enfoque utilizado, los determinantes del éxito exportador se han atribuido a factores internos controlables y no controlables, factores externos o a ambos y con un efecto directo o indirecto sobre ese resultado (Leonidou y Katsikeas, 2010).

Además de los factores que tradicionalmente se han incorporado en las investigaciones empíricas, existe una línea abierta de investigación a partir de trabajos de Clerides et al. (1998) o Bernard y Jensen (1999), que estable relaciones entre las variables puramente financieras como factor influyente en el éxito exportador. Sin embargo, aunque rara vez se incorporen en el análisis de la performance exportadora (Maurel, 2009), recientes contribuciones en el terreno teórico y empírico señalan la importancia del desarrollo financiero para el comercio internacional (Stiebale, 2008). En esta misma línea se encuentra el trabajo de Berman y Héricourt (2008, p.1) señalando que el efecto de las restricciones financieras en el comercio internacional ha sido estudiado a nivel nacional o sectorial pero que en términos empresariales hay una “llamativa escasez de evidencias del impacto sobre su comportamiento exportador tanto del acceso a la financiación como del desarrollo financiero que presenten”. Desde el marco teórico basado en un enfoque financiero, el resultado exportador también puede estar afectado por los recursos financieros (Ling-Yee y Ogunmokun, 2001) definidos no sólo en el sentido de la disposición de los fondos necesarios para realizar las transacciones internacionales sino también por la estructura económico-financiera de las empresas (Maurel, 2008) que puede derivar en la posesión de capacidades o fortalezas en esta área que les permitan disponer de una suficiente “salud financiera” para llevar a cabo las inversiones necesarias para desarrollar sus operaciones en el exterior con éxito.

12.3 Variables y datos de la muestra

En esta sección se van a definir las variables dependientes e independientes incluidas en el presente estudio.

En primer lugar, se va a tomar como variable dependiente el resultado o desempeño exportador, al ser necesario disponer de una medida válida y fiable del desempeño exportador (Matthyssens y Pauwels, 1996, pp. 85), ya que “sin esas referencias los dirigentes no pueden consistente u objetivamente, evaluar la calidad de sus decisiones estratégicas” (Chakravarthy, 1986, pp. 437).

Sin embargo, a pesar de numerosos e importantes intentos que se han realizado para clarificar el concepto y las medidas apropiadas para valorarlo, no se ha conseguido llegar a una conclusión definitiva sobre su conceptualización y definición operativa (Sousa et al., 2008), hecho que se explica fundamentalmente por la complejidad inherente al fenómeno exportador y por las múltiples facetas del comportamiento de las empresas en el exterior. Sin embargo, la visión más global lleva a identificar tres dimensiones del resultado exportador: la dimensión económico-financiera, la estratégica, y la satisfacción alcanzada con el resultado exportador (Shoham, 1998; Diamantopoulos y Nikolaos, 2007).

El presente estudio se centra en la dimensión económica-financiera, que es considerada como la más importante (Zou et al., 1998) y la que mejor puede reflejar aspectos comunes entre distintas empresas ya que es la que está relacionada más directamente con los resultados objetivos del comportamiento exportador, de manera que así se facilita y se objetiviza la obtención de patrones de comportamiento: Por tanto la performance de exportación aquí analizada se refiere a los resultados económicos obtenidos de la exportación en términos de cifra de ventas y/o rentabilidad económica.

La valoración de este aspecto del resultado exportador también resulta ardua, ya que exige establecer los parámetros representativos. Como resultado de la revisión de la literatura se ha optado por dos medidas económicas objetivas que son las que con más frecuencia se han utilizado no sólo como medidas singulares sino también de forma combinada (Zou et al., 1998; Katsikeas et al., 2000; Leonidou et al., 2002) por recoger el aspecto estático y dinámico de las exportaciones (Dean et al., 2000). Así, se utiliza como primera medida, la intensidad exportadora o ratio de exportación, que viene definida como el cociente entre las exportaciones y las ventas totales de la empresa. En segundo lugar se toma el crecimiento de las exportaciones para el periodo de referencia (2003-2008).

Ambas medidas proporcionan una descripción razonable del desempeño exportador mejor que cualquier otra medida por sí sola (Cooper y Kleinschmidt, 1985), permite minimizar los defectos de cada una de ellas (Evangelista, 1994) y captura en cierta medida la complejidad del proceso exportador y por tanto de su éxito (Shoham, 1996).

La combinación de ambos indicadores permite clasificar las empresas en distintas categorías, según su éxito o no éxito. Para delimitar cada categoría así como los límites de cada una de las clases, se siguen las aportaciones de Czinkota y Ursic (1991) basado en la aplicación de Day (1977), así como el de otras investigaciones que utilizan el análisis discriminante. Así se caracteriza a las empresas como exitosas (empresas con éxito) a aquellas que presentan un nivel de intensidad exportadora mayor al 15% y un crecimiento de las exportaciones positivo en el horizonte temporal estudiado. Serán catalogadas como empresas no exitosas (no éxito) las que presentan las restantes combinaciones entre intensidad exportadora y crecimiento exportador, tal y como se describe en la Tabla 12.1.

Tabla 12.1 Matriz de intensidad-crecimiento

Porcentaje de ventas exportadas (intensidad exportador)	Crecimiento agregado en las exportaciones en los últimos 5 años	
	Crecen	No crecen o decrecen.
Mayor del 15%		No éxito
Igual o menor al 15 %	No éxito.	No éxito

Fuente: Elaboración propia basada en Czinkota y Ursic ,1991

En segundo lugar, para especificar las variables independientes se ha utilizado como marco teórico un enfoque combinado de la teoría de Recursos y Capacidades y del paradigma contingente, éste último basado en la teoría de organización industrial.

El marco teórico permite clasificar los factores determinantes de la performance de exportación en factores internos y externos y construir un modelo general de “export performance” en el que la estrategia de exportación es el factor moderador entre el resultado exportador y los factores internos y externos, y que permite considerar en su caso las posibles relaciones indirectas con la variable dependiente.

En esta investigación se pretende lograr un modelo que considere todos los aspectos que pueden influir en el proceso de internacionalización vía exportaciones, es decir, en el que concurren todas las variables consideradas en los distintos análisis más específicos, sin embargo, dado que se parte de 120 de variables económica-financieras el gran número de variables respecto a las empresas que tenemos hacen inviable dicho objetivo. Por ello, en primer lugar hemos procedido a jerarquizar las variables.

Para lograrlo se ha considerado y tratado de predecir de manera simultánea dos problemas, crecimiento exportador y la intensidad exportadora de acuerdo con el procedimiento descrito en Leiva, 2010.⁶⁰ y utilizado en Sanz et al. (2012).

Una vez concluido este proceso para efectuar el análisis Rough Set se han considerado un total de 31 variables.

En cuanto los factores internos, que se refiere a los recursos tangibles e intangibles que poseen la empresas, así como las capacidades que permiten transformar esos recursos en ventajas competitivas en los mercados exteriores, las variables seleccionadas pueden clasificarse en las siguientes categorías:

- a) Las características generales de la empresa.

Son los recursos con que cuenta para desarrollar su proceso productivo, y que pueden tratarse de recursos financieros, físicos, humanos, tecnológicos u organizacionales. Se refiere así a los aspectos demográficos generales, elementos operativos y características de los recursos de la empresa exportadora (KATSIKEAS et al., 2000).

⁶⁰ LEIVA, 2010. Simultaneous Prediction of Exporting Intensity and Exporting Growth Rate. Working Paper.

Variables utilizadas:

Variable	Código	Definición
Pertenencia a un grupo de sociedades	MPAR12006	Indica el porcentaje del capital de la empresa que corresponde a la sociedad con mayor participación en el capital social
Modo de control	INVEX2008	Indica si la empresa tiene participación en el capital social de otras empresas localizadas en el extranjero
Identidad y propiedad	PAFAM2008	Propietarios y otros familiares ocupados en la empresa

b) Las capacidades y competencias de la empresa, que se refieren a, tal y como describen Cavusgil y Zou (1994), a los activos y habilidades claves de una empresa que constituyen sus fuentes de ventaja competitiva sostenible (y el desarrollo de éstas), y que son la vía para alcanzar el éxito en los mercados exteriores.

Variable	Código	Definición
Capacidad Productiva		
Complejidad/descentralización	NPXNIN	Número de países extranjeros donde se localizan los establecimientos no industriales de la empresa.
Capacidad Productiva medida en centros	NUMEST1	Número de centros o fábricas que posee la empresa en el extranjero
Eficiencia Operativa	UC12008	Indica la utilización de la capacidad estándar de producción de la empresa
Capacidad o conducta innovadora		
Resultados Innovadores	IPRPI2008	Indica si la empresa introdujo innovaciones de proceso consistentes en la introducción de nuevos programas informáticos ligados a los procesos industriales
Capacidades de marketing		
Capacidades informacionales		
Información de los mercados	NMERIN2008 PM2008 COMPE12008	Número de mercados definidos por la empresa cuyos ámbitos geográficos son el exterior o el interior y exterior. Porcentaje que las importaciones que realiza la empresa representan sobre el total de ventas Porcentaje que representa sobre las ventas totales de la empresa la comercialización de productos no Fabricados por ella, procedentes del extranjero.
Capacidades relacionales		
Colaboración	CTCL2008 CTCO2008	Indica si la empresa tuvo colaboración tecnológica con clientes Indica si la empresa tuvo colaboración tecnológica con competidores

Capacidades cruzadas		
Desarrollo o mejora de productos	ADBEN2008 PSAUX2006	Indica si la empresa ha adquirido bienes de equipo para la mejora de productos Indica si la empresa presta servicios auxiliares
Compromiso y orientación internacional		
Criterio de selección de mercados y forma de entrada	MEAEX2006	Indica si la empresa utiliza a la empresa matriz instalada en el extranjero, como vía de acceso a los mercados internacionales
Variables financieras		
Estructura financiera	FPSP12008	Fondos propios sobre el total del pasivo
Estructura financiera	ELPS12208	Fondos ajenos a largo plazo sobre el total del pasivo.
Rentabilidad	VA/VENTAS	Valor añadido sobre ventas
Coste de la financiación	DCECCO12008	Porcentajes del coste de la financiación obtenida durante el ejercicio de entidades de crédito con un plazo inferior al año
Resultado global de la empresa	CREVENTAS	Crecimiento de las ventas totales de la empresa

c) Las características y competencias de la dirección en particular, y del capital humano en general. Los directivos, y por extensión el capital humano de la empresa, pueden representar algunos de los activos más valiosos, únicos y difíciles de imitar (Peng, 2001). Por ello el rendimiento de la empresa no sólo es función del acceso a los recursos, sino también de la capacidad de gestión de los dirigentes y los recursos humanos. La posesión de una ventaja competitiva puede constituir una condición necesaria pero no suficiente para garantizar el éxito de una empresa en el exterior ya que las decisiones que pueden llevar hasta él dependen de la motivación, las capacidades y las características de los directivos y trabajadores involucrados en el proceso (Reuber y Fischer, 1997), y por tanto, de acuerdo a Leonidou et al, 1998, p.75), las características, las aptitudes y actitudes de los directivos, son determinantes para implementar adecuadamente las ventajas competitivas de la empresa en el exterior.

Variable	Código	Definición
Características del capital humano		
Formación	GEFVMN2008	Gastos externos en la formación de los trabajadores en ventas y marketing.
Stock de experiencia	PFTC2008	Porcentaje que el personal con contrato indefinido a tiempo completo representa sobre el total de personal con contrato indefinido ocupado en la empresa a 31 de diciembre

d) La estrategia de exportación incluye las distintas actuaciones concretas llevadas a cabo en los mercados exteriores, es decir, la política de exportación. En términos generales incluye la estrategia de expansión, que se refiere al proceso crítico de identificar, seleccionar y segmentar los mercados internacionales (Katsikeas et al., 2000, p.496) y la estrategia competitiva desarrollada a través del programa de la mezcla de marketing (marketing-mix) de producto, precio, promoción y distribución, siendo el asunto más relevante y estudiado la adaptación o estandarización que hace la empresa de la política comercial que desarrolla en sus mercado domésticos cuando la proyecta a los mercados exteriores.

Variable	Código	Definición
Estrategia de Expansión		
	XOCDE2006	Porcentaje que las exportaciones a la OCDE representan sobre el total de las exportaciones
	XRESTO2006	Porcentaje que las exportaciones al resto del mundo representan sobre el total de las exportaciones
Estrategia Competitiva		
	EP2006	Estandarización: Indica si los productos que fabrica la empresa son en su mayoría muy estandarizados
Estrategia de Marketing		
	ICOPRO2008	Promoción: indica si la empresa introdujo innovaciones de comercialización referentes a nuevos métodos en la promoción de los productos
	GIDC2006	Distribución: porcentaje que sobre las ventas representan, las efectuadas directamente más las realizadas a través de la red de distribución propia
	ICOCAN2008	Indica si la empresa introdujo innovaciones de comercialización referentes a nuevos métodos en la utilización de canales de venta

El paradigma contingente establece que son los factores externos los que más determinan e influyen en la estrategia de la empresa y en el resultado exportador, ya que se basa en la relación “estructura-estrategia-resultado”. Bajo esta perspectiva, es la estructura del mercado, en muchas ocasiones sumariada en la variable Proxy sector y el tipo de bien exportado, la que determina la estrategia empresarial y ésta los resultados. Estos factores quedan agrupados bajo la etiqueta de “entorno”, y se refiere, por tanto, a las características económicas, políticas, sociales, legales, acceso a los canales de distribución, tipo de clientes, competitividad, etcétera, tanto del mercado doméstico como de cada uno de los mercados exteriores a donde se dirigen las exportaciones.

Variable	Código	Definición
Sector		
	NACECLIO2008	Código representativo de la actividad principal de la empresa, según una agregación de los códigos 3 dígitos CNAE
Tipo de Bien		
	TBIEN2006	Indica el tipo de bienes vendidos por la empresa
Localización		
	LOCAL2008	Indica donde están situados los establecimientos industriales de la empresa

Definidas las variables, obtuvimos los datos de las empresas de la Encuesta de Estrategias Empresariales (Fuente: Fundación SEPI) http://www.funep.es/esee/sp/sinfo_que_es.asp.

12.4 Principales conceptos de la teoría rough set

12.4.1 Concepto de Rough Set. Relación de ‘no-diferenciación’

Siguiendo a O’leary (1998), los sistemas inteligentes pueden construirse a partir de dos enfoques: los sistemas expertos y el aprendizaje automático. El primero consiste en introducir en el ordenador el conocimiento que los expertos humanos han ido acumulando a lo largo de su vida profesional. El aprendizaje automático (Machine Learning) se fundamenta en la elaboración de programas de ordenador que sean capaces de generar conocimiento a través del análisis de los datos y posteriormente utilizar dicho conocimiento para realizar inferencias sobre nuevos datos. Dentro de las técnicas aplicables de este enfoque encontramos: Redes Neuronales Artificiales, Algoritmos de Inducción de Reglas y Árboles de Decisión. Algunas de ellas tienen un carácter explicativo (inducción de reglas y árboles de decisión), otras se caracterizan por un enfoque de caja negra- “black box”, como las redes neuronales. Dada la naturaleza del problema que queremos tratar, utilizaremos técnicas explicativas. Dentro de las técnicas de Inteligencia Artificial hemos escogido la metodología Rough Set (RS) por su carácter explicativo y por las ventajas que presenta para analizar datos reales (Pawlak 1991, 2002; Pawlak y Skowron, 2007).

La teoría Rough Set (RS) fue originalmente desarrollada en los años ochenta por Z. Pawlak (Pawlak, 1991), entre otros, como herramienta matemática para tratar con la incertidumbre inherente a un proceso de decisión. Aunque existen en la actualidad extensiones de esta teoría (Greco et al., 1998) nos referiremos al enfoque clásico.

La teoría rough set implica el cálculo de particiones o clases, según queramos. Es algo diferente tanto de la teoría estadística de la probabilidad como de la teoría fuzzy set. Para comprender en qué se diferencian describiremos las tres categorías generales de imprecisión que encontramos en el análisis científico. La primera categoría ocurre, cuyo un acontecimiento es aleatorio en naturaleza. Por lo tanto, la imprecisión asociada con este tipo de acontecimientos puede describirse por la teoría estadística de la probabilidad. La segunda surge del hecho de que los objetos pueden no pertenecer exclusivamente a una única categoría sino que pueden pertenecer a varias categorías aunque con diferentes grados, en este caso la imprecisión toma forma de pertenencia difusa a un conjunto. Esta segunda categoría es el objeto de la lógica fuzzy. La tercera categoría es la teoría rough set que es útil cuyo las clases en las que han de clasificarse los objetos son imprecisas. Es decir la teoría RS está relacionada con la incertidumbre que se produce cuando algunos objetos que se caracterizan por tener la misma información, es decir, que para un conjunto de variables presentan los mismos valores (por lo tanto no se pueden diferenciar, son indiscernibles), sin embargo se clasifican en distintas clases o categorías. Por ejemplo, dos compañías que presentan los mismos valores para determinadas variables económico-financieras (por lo tanto no podríamos distinguirlas en función de esas variables, que constituyen nuestro conocimiento disponible) y sin embargo una está en quiebra y la otra continua funcionando, es decir para esos dos objetos que no podemos diferenciar no tienen una única clasificación, sino que pertenecen a categorías o clases distintas. Este hecho evita que se puedan a signar o clasificar de manera precisa en una categoría u otra y por lo tanto dichas categorías son imprecisas pero pueden aproximarse mediante conjuntos precisos (Mckee, 2000). Estas diferencias muestran una de las principales ventajas de la teoría rough set y es que no necesita ninguna información adicional acerca de los datos como puede ser una distribución de probabilidad en estadística o el grado de pertenencia en la teoría fuzzy set.

En consecuencia, la filosofía del método se basa en la suposición de que con cada objeto del universo que estamos considerando se puede asociar alguna información (datos, conocimiento).

Los objetos caracterizados por la misma información no son discernibles teniendo en cuenta dicha información disponible. La relación de no diferenciación generó de este modo la base matemática para esta teoría.

De hecho, es la falta de precisión en la información lo que provoca que no se puedan diferenciar los objetos en función de los datos disponibles y evita, en consecuencia, su asignación precisa a un conjunto. “Rough” podría traducirse por “vago, impreciso”; de aquí en adelante hablaremos de rough set. Por tanto, y de manera intuitiva, un rough set es un conjunto de objetos que, en general, no pueden ser caracterizados de manera precisa en términos de la información disponible. Si esta información consiste en un conjunto de objetos descrito por otro conjunto, en este caso, de atributos (variables), diremos que un rough set es un conjunto de objetos que, en general, no pueden ser caracterizados de manera precisa en términos de valores de un conjunto de atributos, y por lo tanto no los podemos clasificar en las diferentes categorías de manera precisa.

La teoría del rough set asume la representación del conocimiento de los objetos en forma de una tabla de información, que es un caso especial de un sistema de información. En las filas de la tabla se indican los objetos (acciones, alternativas, candidatos, pacientes, empresas, países, etc.), mientras que las columnas se corresponden con los atributos. Las entradas en la tabla son los valores del atributo. Es decir, la entrada en columna q y en fila x tiene el valor $f(x, q)$. Por tanto, para cada par (objeto, atributo) se conoce un valor denominado descriptor. Cada fila de la tabla contiene descriptores que representan información correspondiente a un objeto del universo.

Formalmente, una tabla de información puede definirse como $S = \langle U, Q, V, f \rangle$ dónde:

U un conjunto finito de objetos (observaciones, casos, empresas,...), el Universo objeto de estudio.

Q un conjunto finito de atributos (características, variables,...)

$V = \bigcup_{q \in Q} V_q$ (V_q es el dominio del atributo q) y

$f: U \times Q \rightarrow V$ es una función total tal que $f(x, q) \in V_q$ o cada $q \in Q$ y $x \in U$, denominada función de información. Cualquier par (q, v) , $q \in Q$ y $v \in V_q$, es denominado un descriptor en S .

La relación de no diferenciación se expresaría de la siguiente forma:

Dada una tabla de información $S = \langle U, Q, V, f \rangle$, sea P un subconjunto de atributos de Q ($P \subseteq Q$), dados dos objetos, $x, y \in U$, decimos que x e y no son discernibles en base a un conjunto de atributos P , y solo si, $f(x, q) = f(y, q)$ para todos los atributos de la tabla, esto es para todo $q \in P$.

12.4.2 Aproximación de conjuntos y calidad de la clasificación

Dado el problema que se va a abordar, se ha de tener en cuenta que el problema de clasificar consiste en asignar cada objeto de un conjunto a una categoría predefinida apropiada. La clasificación de los objetos se basa en la información que hay accesible sobre ellos y no en los objetos en sí mismos. El problema de clasificación en este caso consiste en qué medida es posible reflejar mediante atributos (de condición) la clasificación efectuada por el experto o un decisor.

Sin embargo, hasta ahora al hablar de la información sobre los objetos no hemos mencionado que en la realidad dicha información suele ser imprecisa (inconsistente).

Esta inconsistencia en la descripción de los objetos lleva a la ambigüedad en su clasificación, es decir objetos descritos por los mismos valores de los atributos (atributos de condición) pero que sin embargo están asignados a diferentes clases (atributos de decisión). Esta incertidumbre impide una clasificación precisa de los objetos y la búsqueda de dependencias entre valores de los atributos de condición (que describen los objetos) y atributos de decisión (que asignan a las clases). Hay dos razones principales que justifican la existencia de imprecisiones: que la evidencia sea incompleta o que ésta sea contradictoria. Desde el punto de vista de nuestro trabajo nos interesa la inducción de reglas (que serán nuestro modelo) en el caso de que la evidencia entre en conflicto, esto es, que los objetos que tenemos son inconsistentes. Eso implicaría que dados dos objetos, descritos por los mismos valores de los atributos (mismos descriptores), cada uno de ellos pertenece a conceptos o clases diferentes. (En nuestro caso, dadas dos empresas con los mismos valores una serie de variables o ratios o con los valores de los atributos dentro de unos mismos intervalos, uno tiene éxito en los mercados internacionales y otro no, hecho que a veces ocurre en la realidad).

Por tanto, si los objetos no se pueden distinguir mediante atributos, no podemos asignarlos de manera precisa a un conjunto con lo que induciremos una aproximación de las distintas clases en las que se asignarían los objetos.

Por tanto, un rough set es un par de aproximaciones por arriba y por debajo de un conjunto (clase) en términos de objetos que no se pueden diferenciar. En otras palabras, un rough set es una colección de objetos que, en general, no pueden ser clasificados de manera precisa en términos de los valores del conjunto de atributos, mientras que las aproximaciones por arriba y por abajo sí pueden.

En consecuencia, cada rough set tiene casos fronterizos, esto es objetos que no pueden clasificarse con certeza como miembros del conjunto o de su complementario y, por tanto, puede ser reemplazado o representado por un par de conjuntos precisos, llamados la aproximación por encima y por debajo. La aproximación por debajo, (\underline{PY}), consiste en todos los objetos que con seguridad pertenecen al conjunto y la aproximación por encima, (\overline{PY}), contiene los objetos que posiblemente pertenecen al conjunto. La frontera (o región de duda), (Bn_p), se define como $\underline{PY} - \overline{PY}$, y es el conjunto de elementos que no pueden clasificarse con certeza utilizando los atributos del sistema de información.

Al cociente entre el número de objetos que componen la aproximación por debajo y el número de objetos que componen la aproximación por encima se le denomina precisión de la aproximación. Este ratio indica los casos fronterizos que existen en la categoría o clase para la que se está calculando esta medida. Este ratio toma el valor 1 para aquellas clases en los que no hay casos fronterizos (no hay por tanto información inconsistente).

$$\alpha_p(U) = \frac{\text{card}(\underline{PY})}{\text{card}(\overline{PY})} \quad 0 \leq \alpha_p \leq 1$$

(card: número de objetos-número cardinal del conjunto)

Por otro lado, si en una tabla de información no solo existe una clase o categoría si no que existen varias (por ejemplo, en nuestro caso existen dos clases de empresas, la de las empresas que tienen éxito y la de las que no), para cada una de ellas se puede calcular la aproximación por arriba y por abajo. El cociente entre la suma de todas las aproximaciones por abajo y el número total de objetos del sistema, se denomina calidad de la clasificación. Expresa el ratio de todos los objetos correctamente clasificados respecto a todos los objetos del sistema.

$$\gamma_{P(Y)} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{card}(PY_i)}{\text{card}(U)}$$

12.4.3 Reducción y dependencia de atributos

Una de las funciones más importantes de la metodología rough set es el descubrimiento de las dependencias entre atributos al analizar una tabla de información. Descubrir la dependencia nos indica cómo algunos conceptos del conocimiento pueden expresarse mediante otros conceptos del mismo. Es decir, descubrir dichas dependencias permite que el conjunto de atributos se pueda reducir (eliminar aquellos atributos que sean redundantes), apareciendo el concepto de reducto o conjunto mínimo, que se define como el menor conjunto de atributos que mantiene la misma calidad de clasificación (ver sección anterior) que el conjunto de todos los atributos.

En una tabla de información puede haber más de un reducto. La intersección de todos los reductos nos da el denominado núcleo, que es la colección de los atributos más relevantes en la tabla y que no pueden ser eliminados sin que disminuya la calidad de la clasificación.

12.4.4. Reglas de clasificación

Un sistema de información reducido permite la obtención de reglas de decisión. De hecho, la cuestión más importante del enfoque rough set es la obtención de las reglas de decisión a partir de un sistema de información.

Se supone que el conjunto de datos contiene información de un conjunto de objetos descritos por un conjunto de atributos. Estos a su vez se dividen en dos subconjuntos, atributos de condición y atributos de decisión, que denotamos por C y D. El problema, por tanto, consiste en encontrar reglas que determinen si un objeto pertenece a un subconjunto particular denominado clase de decisión o a un concepto. La definición de esta clase es conocida porque por ejemplo lo ha definido el experto o un usuario. Una regla de decisión puede expresarse como una sentencia lógica que relaciona la descripción de condiciones y las clases de decisión y toma la siguiente forma:

SI <se cumplen condiciones> ENTONCES <el objeto pertenece a una clase de decisión dada>

Las reglas generadas pueden ser determinísticas o no determinísticas. Por determinística entendemos si $C \rightarrow D$, es decir, si se cumplen las condiciones solo hay una decisión o clase. En las reglas no determinísticas, las condiciones pueden conducir a varias posibles decisiones.

Cada regla de decisión se caracteriza por su fuerza, esto es el número de objetos que satisfacen la parte de la condición de la regla (en el argot se dice cubiertos por la regla) y que pertenecen a la clase de decisión sugerida. En el caso de reglas aproximadas la fuerza se calcula para cada posible clase de decisión de forma separada. Es decir, una característica importante de la filosofía rough set aplicada a un problema de clasificación es que las inconsistencias mostradas en los ejemplos de clasificación no se corrigen o se eliminan sino que se producen reglas no determinísticas que se incorporan al modelo.

En definitiva, el conjunto de las reglas de decisión y la información sobre los atributos más significativos para la clasificación de los objetos puede considerarse como una representación del conocimiento adquirido por un especialista o experto sobre todos los casos/objetos contenidos en un sistema de información, sin las redundancias, tan típicas en las bases de datos reales. Es más, los resultados obtenidos por el enfoque rough set se expresan de forma similar al lenguaje natural humano. Así, las reglas son muy fáciles de comprender por el usuario/analista y permiten justificar y explicar las conclusiones derivadas de análisis de los datos.

Además, da la posibilidad para el analista de controlar dicho análisis de manera simple. Tal posibilidad no es normalmente ofrecida por las técnicas tradicionales de análisis de datos.

El conjunto de reglas para todas las clases de decisión se denomina algoritmo de decisión.

Las reglas de decisión derivadas de una tabla con esta metodología pueden ser utilizadas para clasificar nuevos objetos. La clasificación de cualquier nuevo objeto se hace comparando su descripción con las condiciones cada una de las reglas de decisión.

Con esta filosofía utilizaremos la metodología Rough Set: obtendremos un modelo consistente en un conjunto de reglas que utilizaremos para clasificar. Si el resultado de la clasificación es satisfactorio, las reglas estarán validadas y analizaremos las mismas.

Todos los análisis se han efectuado con el programa el programa RSES2 desarrollado por el Instituto de Matemáticas de Varsovia, Polonia. <http://logic.mimuw.edu.pl/~rses/>.

12.5 Resultados y discusión

La metodología Rough Set está especialmente indicada para analizar problemas de clasificación de objetos, entre los que se encuentran los problemas de clasificación con múltiples atributos. Este tipo de problemas consisten en asignar una serie de objetos descritos por unos atributos o variables a una clase o categoría que previamente hemos definido.

En nuestro problema, partimos de un conjunto de empresas descritas o caracterizadas por los valores de un conjunto de variables económico-financieras y tratamos de asignar a una de estas dos categorías: éxito en el proceso de internacionalización o fracaso en el mismo.

Para la aplicación de esta metodología lo primero que hemos construido es una tabla de información con las 595 empresas, 245 empresas con éxito exportador y 350 fracasadas.

Las empresas han sido evaluadas de acuerdo con los valores que toman las 31 variables económico-financieras seleccionadas en la sección 3. Estas empresas han sido clasificadas en una de las dos categorías, éxito o fracaso, para el año 2008.

Antes de comenzar la aplicación hemos de adecuar la información que contiene nuestra tabla. El análisis rough set de los sistemas de información da buenos resultados cuando los dominios de los atributos son conjuntos finitos cuyo número cardinal es relativamente bajo.

Este requisito a menudo se satisface cuando los atributos tienen un carácter cualitativo (discreto). Sin embargo, para los atributos que tienen un carácter cuantitativo es conveniente traducir sus valores a términos cualitativos. Esta discretización no viene impuesta por la metodología Rough Set pero facilita mucho al usuario final la aplicación del modelo y su interpretación.

En nuestra tabla final existen 31 variables, de las cuales siete tienen un dominio continuo. De acuerdo con lo expuesto, traduciremos los valores continuos de dichas variables a términos cualitativos (discretos) mediante el establecimiento de un número finito de intervalos. No existe un único medio para establecer dichos intervalos: lo puede hacer un experto basándose en su experiencia, para algunas variables puede haber estándares, etc.

Para evitar subjetividades, en investigación se utilizan frecuentemente intervalos basados en los percentiles que siguen las distribuciones de las variables continuas (Laitinen, 1992, García et al., 1997 o Mckee, 2000). Este ha sido nuestro enfoque y para dichas variables se han calculado los percentiles 20, 40, 60 y 80. Con la selección de los cuatro percentiles indicados con anterioridad, el dominio de las variables continuas queda dividido en cinco partes, a excepción de las variables PFTC2008 y XOCDE2006 cuyo análisis de su distribución aconsejaban 4 partes al coincidir algún percentil. La siguiente tabla muestra los intervalos establecidos:

Tabla 12.2 Intervalos

Variable	1°	2°	3°	4°	5°
PM2008	$(-\infty, 1]$	$(1, 6]$	$(6, 14.52]$	$(14, 52, 27, 12]$	$(27, 12, +\infty)$
VA/VENTAS	$(-\infty, 19.28]$	$(19.28, 26.39]$	$(26.39, 34.35]$	$(34.35, 43.93]$	$(43.93, +\infty)$
CREVENTAS	$(-\infty, -13.82]$	$(-13.82, 8.62]$	$(8.62; 26.63]$	$(26.63, 60.40]$	$(60.40, +\infty)$
PFTC2008	$(-\infty, 95]$	$(95, 99.6]$	$(99.6, 100]$	$(100, +\infty)$	
XOCDE	$(-\infty, 0]$	$(0,4]$	$(4, 16]$	$(16, +\infty)$	
XRESTO	$(-\infty, 0]$	$(0, 1]$	$(1, 10]$	$(10, 29$	$(29, +\infty)$
GIDC2008	$(-\infty, 4]$	$(4, 42.6]$	$(42.6, 95]$	$(95, 100]$	$(100, +\infty)$
CODIGOS ASIGNADOS	1	2	3	4	5

La tabla codificada (con las variables continuas discretizadas y las otras con su valor original) se ha introducido en RSES para estimar el modelo.

El primer resultado que obtenemos con el análisis rough set es la aproximación para cada una de las clases que estamos considerando, éxito y fracaso, por el conjunto de variables económico-financieras. La totalidad del conjunto de atributos (variables) dio una aproximación perfecta de las clases de decisión, esto es igual a uno.

Además y, en consecuencia, la calidad de la clasificación es también igual a uno.

Este resultado es muy significativo porque a pesar de tener un gran sistema de información, las empresas están muy bien discriminadas entre ellas, es decir, no hay empresas que tengan los mismos valores (o que estén en los mismos intervalos) para las variables que hemos considerado, y que sin embargo pertenezcan a distintas clases de decisión (éxito o fracaso).

Un importante avance derivado de la aplicación de los algoritmos asociados a este método ya que posibilita descubrir dependencias entre atributos, es obtener un mínimo subconjunto de variables independientes que aseguren la misma calidad de clasificación (es decir, que clasifica igual) que la totalidad del conjunto de todos ellos, esto es los reductos y de esta manera extraer el conocimiento esencia.

La construcción de los reductos, a partir del sistema de información codificado, permite obtener 100 reductos cuya longitud varía entre 6-8 atributos.

Esto permite indicar que al menos, 23 atributos son redundantes y podrían ser eliminados de la tabla. Esto demuestra la fuerza de esta metodología para la selección de las variables más significativas.

La intersección de los reductos nos da el núcleo. El núcleo de atributos estaba vacío. Esto indica que ningún único atributo es absolutamente necesario para la aproximación perfecta de las dos clases de decisión.

El siguiente paso consiste en la elección del reducto. Para la selección del mismo hemos tenido en cuenta los siguientes criterios:

- a) El reducto debía contener el menor número de atributos como fuese posible, sin que disminuya la capacidad de clasificación.
- b) El reducto debía contener el mayor número posible de las variables que aparecen con más frecuencia en los reductos por ser variables muy discriminatorias para el problema que estamos considerando.
- c) El reducto debía contener los atributos considerados, en nuestra opinión, más significativos para la evaluación del éxito en la internacionalización de una empresa.

El reducto seleccionado que cumple con estos requisitos es el formado por las siguientes variables: INVEX2008, NMERIN2008, FPSP12008, VA/VENTAS, CREVENTAS, XOCDE2006, XRESTO2006, NACECLIO2008 cuya identificación ha quedado explicada anteriormente.

Elegidos los reductos, el resto de atributos se pueden eliminar de la tabla de información codificada. Por tanto se ha pasado de una tabla original de 31 variables a una tabla final de solo 8 variables que será la utilizada para derivar el modelo, es decir las reglas de decisión.

La tabla 12.3 muestra las reglas más fuertes (cubiertas por un mayor número de objetos) y por lo tanto ciertas o por lo menos más fiables.

Estas reglas constituyen el modelo de decisión. Es decir las reglas muestran patrones de información y regularidades (reglas) útiles para el decisor o ente interesado en el problema que nos ocupa. Dichas reglas determinan si un objeto pertenece a una determinada clase, asignando dos categorías (clase): 1-éxito ó 2-no éxito.

Tabla 12.3 Reglas de decisión derivadas de la metodología Rough Set

Regl a	INVE X	NME RIN	FPS P1	VA/VEN TAS	CREVEN TAS	XOC DE	XRES TO	NACEC LIO	CLA SE	FUER ZA
1			5		1				2	29
2	2			4	1				2	26
3	2	0		5		1			2	24
4					1	2			2	23
5					1			4	2	22
6	2			5	1	1			2	21
7								8	2	20
8				5	1		1		2	20
9				4	1	1			2	20
10		0		5		1	1		2	19
11	2		3		1				2	19
12			5	5		1	1		2	17
13	2		2		1				2	17
14		0			1		1		2	14
15			4	4		1	1		2	14
16				4	1		1		2	14
17	1				3	3			1	13
18			4	4	1				2	13
19		0	5	5					2	12
20	2		2	5					2	12
21	2		3			1	4		2	12
22	2				1		2		2	12
23			3	5	1				2	12
24			3		1		1		2	12
25	2				1		3		2	12
26		2			1	1			2	12
27		1			1		4		2	11
28					5	1		2	2	11
29		1		5	1				2	11
30	2							6	2	11
31			3		1	1			2	11
32	2			2	1				2	11
33		2		2	5				1	10
34					1			19	2	10
35				5		1		13	2	10
36	2	0						19	2	10
37	2	0		5	1				2	10
38		2			1		1		2	10
39		2			5			12	1	9
40	2				5			2	2	9

Antes de analizar el algoritmo hemos de validarlo. Hemos de matizar que si se desarrolla un modelo y se valida con la misma muestra o con muestras que contienen las mismas empresas aunque los datos se refieran a diferentes años, los resultados podrían ponerse en cuestión. Para ello bien se seleccionan muestras independientes (no disponemos de suficientes datos) o se efectúa un proceso de validación-cruzada que consiste en hacer numerosas particiones de igual tamaño en los datos dejando unas para estimar el modelo y las restantes para validar. El proceso se repite tantas veces como particiones hayamos hecho, y vamos cambiando las que sirven para estimar de las que sirven para validar. El resultado final es la media de todos los resultados obtenidos. En la Tabla 12.4 se muestran los resultados de la validación cruzada para 10 particiones.

Tabla 12.4 Resultado de la validación cruzada

	Aciertos
Media Ponderada	73%

Como vemos los resultados en términos de clasificación son bastante satisfactorios validando de esta forma las reglas, el modelo obtenido.

Si analizamos las reglas obtenidas, una conclusión significativa que cabe destacar es que la clase 2, empresas sin éxito en los mercados internacionales, se clasifican mejor no solo por la abundancia de reglas de decisión de esta clase como puede observarse en la tabla 12.3, sino porque las reglas más fuertes corresponden a esta categoría.

De esta manera aunque entre las reglas seleccionadas sólo tres caractericen el éxito es igualmente útil identificar para los directivos, gobiernos, inversores, etcétera, los factores que obstaculizan la obtención de mejores resultados en los mercados internacionales. La importancia de este resultado estriba en que cubre un de los déficits investigadores que ya fue señalado por Leonidou et al. en 2002 al subrayar que gran número de los estudios se han centrado en identificar los factores, especialmente vinculados a la estrategia de marketing, que consiguen un mejor resultado exportador pero que en líneas generales se ha abandonado el estudio de aquellos que ocasionan un peor resultado exportador. Es especialmente clave conocer estas relaciones ya que permitirían a nivel empresarial reconducir ciertas acciones y estrategias cuando existan señales de “enfermedad” en los mercados exteriores y así evitar el fracaso o incluso la retirada de los mercados de exportación.

Las variables que aparecen más frecuentemente en las reglas con mayor fortaleza (primer corte) son en primer lugar, el crecimiento de las ventas totales de la empresa en los últimos cinco años, seguida del atributo valor añadido sobre ventas y las exportaciones a la OCDE (no Unión Europea) que representan sobre el total de las exportaciones.

Es significativo que en ninguna regla de decisión aparecen combinados los 8 atributos, lo que pone de manifiesto que el camino al éxito (o el fracaso) en el exterior no solo sigue una senda, sino que se puede alcanzar por distintas vías, en cada una de las cuales tendrán mayor relevancia unas características sobre otras y lo que es más importante, la combinación, el ajuste o la interrelación entre estos factores es lo que conforma cada una de las posibles alternativas. Esto viene a refrendar la Teoría de la Contingencia, basada en el hecho de que no existen recetas universales que sirvan para todas las empresas ni en todas las circunstancias, pero si existen, al menos dadas determinadas condiciones, una combinación de factores para el logro del éxito.

Analizando las diez primeras reglas de decisión en la que aparecen combinados de una forma u otra los atributos seleccionados que conforman el reducto, pueden extraerse algunos patrones de comportamiento de las empresas exportadoras españolas. Así la regla más fuerte de la clase empresas sin éxito contiene 2 atributos: crecimiento de las ventas totales en el periodo 2003-2008 y la variable categorial FPSP1 que indica los intervalos en que se sitúan los porcentajes de los Fondos propios sobre el total del pasivo siendo los posibles estados de la variable: - Cero - De 0 a 20% - De 20 a 40% - De 40 a 60% - De 60 a 80% - Más de 80%.

Representando la primera de ellas la performance global de la empresa en el pasado y la segunda de ellas, un ratio de estructura financiera que pretende caracterizar la salud o capacidad financiera de la empresa y para ello pueden utilizarse ratios de liquidez y endeudamiento, como en este caso (Maurel, 2008; Berman y Héricourt, 2008).

Los valores que presentan estos atributos son un crecimiento pasado de las ventas totales de la empresa negativo y un porcentaje de los fondos propios sobre el total del pasivo situado entre el 60% y 80%.

De manera que con base en los resultados obtenidos en esta primera regla puede apreciarse que la interacción o ajuste concreto que se produce entre estas dos variables relacionadas ambas con las capacidades financieras presentan una prescripción que debe evitarse para no fracasar en la aventura exterior.

La combinación de atributos pone de manifiesto que no hay ninguna condición que de forma aislada constituyan un estado suficiente para el éxito o fracaso, de manera que no hay factores que por sí solos estén vinculados directamente con el éxito o fracaso en términos de la definición que se ha realizado del resultado exportador sino que depende de cómo se interrelacionen las variables. El análisis de la relación entre estos dos atributos que lleva a niveles inferiores de performance, queda definida como sigue:

El crecimiento de las ventas totales de la empresa en el pasado, y por tanto el resultado empresarial considerado como un “trade off” entre los mercados domésticos e internacionales condiciona el resultado exportador, siempre que esté vinculado a otros factores en este caso el porcentaje de fondos propios sobre el pasivo.

Constituye un atributo de gran relevancia ya que es el que aparece de forma más habitual tanto en las reglas de decisión de la clase 2 como en las reglas de decisión de la clase 1.

En la medida que esta investigación pretende tratar la exportación no como una actividad aislada de la empresa sino como parte de la estrategia empresarial total, es necesario incorporar medidas del resultado global de la empresa y por tanto, una medida de su actividad en el pasado. Un antecedente de esta perspectiva es la utilizada por Lages (2000) y Lages y Montgomery (2004). Estos autores ponen de manifiesto que las investigaciones que analizan los determinantes del resultado exportador ignoran como las empresas pueden reaccionar ante los resultados obtenidos en periodos anteriores, sin embargo éstas pueden tener un impacto en las decisiones y acciones futuras de la empresa y la satisfacción o no con los resultados pasados puede provocar modificaciones en las actividades en el exterior en la medida que la percepción del riesgo, la generación de recursos y capacidad también será distinto y la orientación estratégica diferente.

Esta hipótesis es consistente con la literatura sobre el comportamiento de las organizaciones que establece que las empresas y los individuos fijan sus objetivos y ajustan su comportamiento en respuesta a las condiciones favorables o desfavorables. Además, está vinculado con el aprendizaje ya que las organizaciones incorporaran a sus actuaciones la experiencia pasada de manera que orientarán el comportamiento futuro en relación a asumir riesgos, la innovación, la adaptación o no al mercado de destino, etcétera.

De manera que la primera de las reglas indica que si el resultado empresarial total, medido éste por el crecimiento de las ventas no alcanzó en el pasado niveles suficientes, aunque las empresas presenten una buena salud financiera caracterizada por un porcentaje elevado de fondos propios, no logran el éxito en los mercados exteriores.

Este resultado puede así sugerir dos ideas significativas. Por un lado que una característica financiera que en principio es positiva ya que este el ratio fondos propios-pasivo mide el grado de independencia financiera de los recursos ajenos, sirviendo para establecer la calidad de la financiación de la empresa y la fuerte capacidad de endeudamiento, sin embargo, puede denotar que esta solvencia financiera puede traducirse también en decisiones no óptimas al sacrificar rentabilidad. Una sobrecapitalización puede no sólo diluir la rentabilidad financiera y elevar el coste de los recursos financieros de la empresa sino que también puede apuntar hacia una gestión financiera pasiva.

Por otro lado, la estrategia desarrollada en los mercados internacionales se ve afectada por los recursos generados gracias al crecimiento pasado de la empresa.

De manera que este proceso puede ser considerado un “proceso circular y recursivo” (Forcadell, 2004, p.5). Es decir, la empresa para crecer y por tanto mejorar su performance global necesita poseer recursos y capacidades específicas. Ese crecimiento potencia la adquisición de más recursos y capacidades y por tanto es causa y efecto. Así, el conjunto de recursos actual de la empresa determina la estrategia futura y la estrategia actual determina la cartera de recursos futura de la empresa. Es la consideración dinámica del enfoque de recursos y capacidades, una corriente de investigación que utiliza este enfoque para explicar el desarrollo y crecimiento de las empresas diversificadas (Forcadell, 2004).

Puede observarse además en la tabla 12.3 que este patrón viene confirmado por las siguientes reglas. En el primer corte, aparecen diez reglas de no éxito de gran fortaleza que contienen el atributo crecimiento de las ventas totales en los últimos cinco años. En todas ellas vuelve a repetirse que el valor de esta variable se sitúa en el percentil de crecimientos negativos. También aparece el ratio fondos propios-pasivo en el primer corte en tres ocasiones más presentando valores elevados de fondos propios en relación al pasivo.

Otro patrón significativo es el que se deriva de la segunda regla de decisión que caracteriza las empresas sin éxito en los mercados internacionales, con una fortaleza 26. Esta pauta está formada por tres atributos: INVEX, que indica si la empresa tiene participación en el capital social de otras empresas localizadas en el extranjero, VA/VENTAS, que representa el Valor añadido sobre ventas, y de nuevo el crecimiento de las ventas en el pasado. Los valores que presentan estas variables y que constituyen una nueva receta para el fracaso en los mercados exteriores son: Empresas que no tienen participación en el capital social de otras empresas localizadas en el extranjero, que presentan un valor añadido sobre ventas elevado (34.35%- 43.93%) y un crecimiento de las ventas totales en los últimos cinco años negativo, no logran una participación exitosa en los mercados extranjeros.

Esta regla de decisión tiene que ver entonces con la combinación de factores que se han clasificado como capacidades financieras, valor añadido y crecimiento, y una de las características generales de la empresa que indica cierta característica de los recursos poseídos por la empresa.

En relación a las primeras, el valor añadido de las ventas, puede considerarse como una medida de la rentabilidad actual de la empresa ya que es una Variable “proxy” de la eficiencia del proceso productivo, productividad de los recursos utilizados o eficiencia empresarial. De manera que puede comprobarse que la eficiencia empresarial resulta también determinante en el resultado exportador siendo muy interesante la relación hallada.

De las 43 reglas de decisión incorporadas en esta investigación, esta variable aparece en 19 de ellas, siendo la segunda variable más frecuente después del crecimiento de las ventas en el pasado en las reglas de mayor fortaleza. A este hecho se une el resultado más significativo, en todas esas reglas, excepto en una, los valores que toma esta variable se encuentran en el percentil 4 y 5, es decir, empresas que tienen un valor añadido sobre ventas alto o muy alto, Por tanto empresas eficiente o muy eficientes, junto con la combinación de otros elementos, no logran el éxito en el mercado internacional.

La razón de este resultado puede encontrarse en que la posibilidad de ganar eficiencia en los mercados internacionales puede hacer que las empresas realicen un mayor esfuerzo y se comprometan más con estas actividades que aquellas que no tienen mucho margen para esta ganancia de rentabilidad como ocurre en esta regla y por tanto pueden estar orientadas al mercado doméstico o bien explorando otras vías de internacionalización.

A esto se une la presencia de dos factores adicionales, el crecimiento de las ventas negativo cuyo efecto ha sido explicado anteriormente y la no participación en el capital social de empresas localizadas en el extranjero.

Esta última variable es la tercera en frecuencia en las reglas seleccionadas y puede comprobarse que en todas las reglas de decisión de la clase no éxito en la que aparece este atributo, el valor que presenta este factor es igual a 2, es decir empresas que no tienen participación en el capital social de empresas localizadas en el extranjero.

Analizando con más profundidad este resultado pueden mencionarse algunas cuestiones relevantes. Esta variable está relacionada, por un lado, con la orientación internacional de las empresas así como el compromiso de recursos mantenidos en estos mercados y por otro, con el conocimiento que puede obtenerse de los mercados internacionales. Este tipo de conocimiento proviene de los contactos con negocios internacionales, y facilita a la empresa información de primera mano sobre las preferencias del mercado (Denis y Depeltaeau, 1985), así como la interpretación de la información en un contexto específico y la accesibilidad a un nuevo conocimiento experimental, lo que reduce los costes de la internacionalización (Lee Ying, 2004).

De esta forma y basado en la teoría del capital social⁶¹ el conocimiento del mercado puede obtenerse o generarse como consecuencia del capital social intrafirma y el interfirma (Bolino et al., 2002). En este caso, las empresas interdependientes tienden a creer en el valor del conocimiento conjunto y esperan elevar ese conocimiento incrementando la eficiencia de esas relaciones.

⁶¹ El Capital social puede definirse como “el conjunto de recursos actuales y potenciales que están relacionados con la posesión de una red de relaciones duraderas más o menos institucionalizadas de conocimiento y reconocimiento mutuo” (Bourdieu, 1985, p. 248).

Así bajo este marco teórico, la hipótesis utilizada es que la cooperación, la dependencia y la importancia de las relaciones, mejora el conocimiento de los mercados.

Por tanto, a la luz de la composición de esta regla, se observa que el fracaso en los mercados internacionales no sólo está vinculado con el efecto que provoca un crecimiento negativo en el pasado y como las capacidades empresariales pueden verse reducidas por un deterioro del crecimiento pasado de las ventas sino con el escaso compromiso, orientación y conocimiento internacional así como con un “exceso” de eficiencia que puede ser indicativo de una menor dependencia e interés en los mercados internacionales.

El siguiente patrón que permite clasificar a las empresas como no exitosas en los mercados internacionales es el configurado en esta ocasión por cuatro atributos: INVEX, NMERIN, VA/VENTAS y XOCDE. La lectura de esta regla permite concluir que empresas sin participación en el capital social en empresas localizadas en el extranjero, que no definen ningún mercado internacional como relevante, a pesar de realizar exportaciones, que presentan niveles de eficiencia muy elevado y que su mercado de destino no son países de la OCDE (no incluidos países de la Unión Europea) no logran un participación en el mercado extranjero con éxito.

En esta regla de decisión con una fortaleza 24 aparecen dos nuevas variables, el número de mercados internacionales y el destino de las exportaciones, de las que pueden mencionarse algunos aspectos.

El número de mercados internacionales refleja varias dimensiones del resultado exportador. En primer lugar, como “proxy” de la experiencia internacional y por tanto del conocimiento de los mercados internacionales, variable ésta que forma parte de las capacidades informacionales de la empresa y por tanto perteneciente al ámbito de las capacidades de marketing, consideradas éstas como parte de las capacidades empresariales. Por tanto, puede tratarse como la experiencia en los mercados y el conocimiento de esos mercados en términos del alcance o diversidad de la experiencia.

En segundo lugar, el número de mercados internacionales se ha utilizado también como medida de la estrategia de expansión de la empresa exportadora, siendo posible una estrategia de diversificación de mercados, de concentración o una estrategia mixta.

Esta variable muestra así la exposición al riesgo que supone la concentración de las exportaciones en un número reducido de países y, por tanto, la dependencia de la evolución de un número reducido de economías. Un mayor número de países a los que se realizan exportaciones permitiría desde esta perspectiva ajustar las relaciones comerciales de manera más eficiente.

En cuanto a la variable XOCDE, representa el porcentaje de exportaciones que se realizan a países de la OCDE (no UE), por tanto es una de las “proxy” seleccionadas para identificar el destino de las exportaciones, variable ésta que forma parte de la estrategia de expansión y selección de los mercados de exportación.

Además el destino de las exportaciones puede ser la representación de varias cuestiones como la proximidad o distancia de los mercados de destino (no sólo en términos de distancia geográfica) y por tanto también es una posible medida de las condiciones del entorno en las que se realizan las operaciones de exportación (Ruane y Sutherland, 2005).

La presencia de este factor es esencial ya que pone de manifiesto que no sólo es la posesión de ciertos recursos y capacidades lo que permite mejorar el resultado exportador, sino el éxito o el fracaso de la actividad exportadora dependerá de cómo y dónde se desarrollen e implanten las ventajas competitivas resultantes de los recursos y capacidades de la empresa en los mercados seleccionados. Dicho de otra forma el patrón competitivo será adecuado si se implementa en aquellos mercados en los que puedan desplegarse las ventajas competitivas de la empresa exportadora. Los mercados de destino deben influir a la hora de adoptar una estrategia competitiva adecuada de manera que el resultado exportador se mejorará siempre que la empresa haya seleccionado la forma más adecuada de atender a esos mercados (Katsikeas et. al, 1996).

La importancia radica en el hecho que la localización puede afectar a la aplicabilidad de las capacidades de la empresa y de sus ventajas competitivas específicas, a los costes de transacción así como la capacidad de las empresas para la transferencia adecuada de conocimiento.

Por otra parte ya se ha señalado se trata además de un indicador de la distancia geográfica, cuestión que influye básicamente en los costes asociados con las operaciones de exportación, la distancia psicológica, que puede constituir un obstáculo adicional si los mercados están muy distantes psicológicamente (Lefebvre et al., 1998).

El destino de las exportaciones muestra así el grado de diferencias entre países. Mientras que la distancia geográfica influye en los costes asociados para establecer operaciones en un país determinado, la distancia psicológica se refiere a los obstáculos al flujo de información entre una empresa y sus destinos en términos de idioma, cultura, sistema político, legal, y que dificulta el entendimiento de estos entornos. La experiencia en los mercados internacionales reduce esa distancia psicológica.

De tal forma que los mercados de destino son normalmente clasificados en tres categorías, mercado doméstico o local, mercados de exportación próximos y mercados de exportación global o mundial (Cooper y Kleinschmidt, 1985).

Helpman et al. (2004) entre otros sugieren que la relación entre el resultado de la empresa y la exportación depende del destino de las exportaciones.

Así por ejemplo exportar a un país con similares características culturales y económicas puede ser parecido a que una empresa venda en su mercado doméstico si las condiciones sociales y económicas son una simple extensión del mercado doméstico. Contrariamente exportar globalmente es decir a mercados menos próximos donde las estructuras legales, económicas o sociales son más diferentes de lo que las empresas se encuentran en sus mercados domésticos puede exponer a la empresa a mayores presiones competitivas y mayores oportunidades de aprendizaje (Ruane y Sutherland, 2005). Efectivamente no todas las exportaciones son de la misma clase y la naturaleza de la empresa y su relación con la performance de exportación puede depender de las condiciones que presenten los diferentes mercados de exportación locales o globales.

Así de la interpretación de esta regla de decisión puede inducirse que las empresas que no presentan un compromiso de recursos y orientación internacional lograda por la vía de la participación en empresas localizadas en el extranjero, que dado el número de mercados internacionales a los que exporta, su experiencia y conocimiento del entorno internacional es escaso unido al hecho de que la estrategia de expansión utilizada no es la adecuada por las condiciones señaladas anteriormente y que su nivel de eficiencia en este caso resulta ser un obstáculo ya que no hay una dependencia de los mercados exteriores para mejorar la rentabilidad, medida ésta por el valor añadido de las ventas, da lugar a una situación de no éxito.

Este modelo de comportamiento del resultado exportador se ve reforzado para algunas otras reglas de decisión como puede observarse en la tabla 12.3.

Así en el primer corte realizado, aparecen dos reglas más que contienen la variable número de mercados internacionales y que clasifican también como no éxito, tomando el valor cero en cada uno de los casos. Es decir, empresas con poca experiencia y conocimiento del funcionamiento de los negocios internacionales dada su escasa orientación hacia estos mercados al considerarlos, a pesar de realizar exportaciones, no relevantes, conduce junto a la combinación de otros factores al fracaso.

Por otra parte, la variable XOCDE aparece en las reglas de decisión de la clase 2 en el primer corte en seis ocasiones más, y en todas ellas el valor que toma este atributo se encuentra en el percentil 1 (excepto en un caso del percentil 2), es decir, no realizan exportaciones a países de la OCDE (no incluidos en ellos países de la Unión Europea). De tal forma que el destino de las exportaciones adquiere también un papel relevante para lograr el éxito en la medida que se trata de una variable relacionada con los países o zonas geográficas donde pueden implantarse con éxito las capacidades de la empresa así como las diferencias o similitudes de las estructuras de mercado que pueden constituir un obstáculo adicional para superar deficiencias de conocimiento y experiencia en estos entornos.

Cabe mencionar que esta variable adquiere especial relevancia cuando se combina con el crecimiento de las ventas ya que es suficiente que las empresas hayan presentado un crecimiento negativo en el pasado y que la estrategia de expansión internacional sea inadecuada para que el resultado exportador en términos de crecimiento e intensidad no puedan considerarse como exitosos (ver regla número 4 de la tabla 12.3).

Al igual que ocurre con la regla descrita anteriormente, el siguiente patrón de comportamiento también es muy significativo aunque su fortaleza se reduzca a 22, ya que muestra que empresas con crecimiento negativo de las ventas totales en los cinco años anteriores junto al hecho de que pertenezcan al sector 4, identificado en la base de datos correspondientes a las actividades textiles y vestido, es suficiente para que no alcancen el éxito.

En esta ocasión aparece un nuevo atributo denominado NACECLIO que se corresponde con el sector de actividad.

La variable sector es una “proxy” de las características y factores específicos de la industria que pueden afectar al comportamiento, la estrategia y al resultado exportador.

Tal y como señalan Tan y Sousa (2011) el resultado de una empresa es sensible al contexto de la industria y por tanto es necesario incorporar su efecto para tratar el éxito exportador.

Cada industria puede tener un comportamiento exportador diferenciado que sólo puede detectarse si realiza un estudio multi-sector ya que los estudios de una sola industria tienen como principal limitación que los resultados no pueden ser generalizados a otros sectores distintos de los analizados ya que cada industria está sujeta a distintas regulaciones gubernamentales, competencia y nivel de avances tecnológicos entre otros. (Dess et al., 1990)

Esta variable pretende capturar así características como la estructura del mercado y rasgos asociados a esta estructura específica que presenta cada sector (Zou y Stan, 1998), entre los que cabe mencionar, el nivel de intensidad tecnológica u orientación tecnológica, la regulación específica del sector, la relación capital-trabajo de dicha industria, la línea de industria, término introducido por Holzmüller y Kasper (1991) que se refiere a la complejidad de la industria o conocimiento técnicos incorporados en el producto, la concentración industrial es decir el número de empresas de la industria, las estrategias de concentración empresarial y las ventajas competitivas asociadas a un sector.

De manera que esta variable incorpora el efecto del entorno competitivo a nivel sectorial y el efecto de las ventajas comparativas.

Puede observarse que en las reglas de decisión del primer corte esta variable sólo aparece una vez más para definir el fracaso en la actividad exportadora. Sin embargo es tan relevante que es suficiente la presencia de esta variable para la clasificación en la clase 2. Así la regla número 7, asocia el sector 8, correspondiente a la actividad de edición y artes gráficas, posiblemente para todas las características y condiciones expuestas más arriba, al fracaso internacional.

Siguiendo con el análisis de las reglas de decisión del primer corte, regla número 6, se obtiene un nuevo modelo de comportamiento definido en esta ocasión por cuatro atributos que ya han aparecido en las reglas anteriores pero con una combinación y ajuste específico. En esta ocasión, se repiten al igual que en la regla número 2, ciertos atributos, INVEX, VA/VENTAS, CREVENTAS. Se observa como empresas que no tienen participación en el capital de otras situadas en el extranjero, siendo así la orientación y el conocimiento experimental internacional logrado por esa vía escaso, que presentan un crecimiento de las ventas negativo en los últimos cinco años, y por tanto que han visto reducida su capacidad de generar recursos y nuevas competencias, unido al hecho de un valor añadido elevado, en este caso en el máximo percentil, y que no realiza exportaciones a países de la OCDE, no alcanzan el éxito.

El resultado de esta regla va en consonancia con el obtenido en la regla número 2. La diferencia se encuentra en que el valor que presenta la variable valor añadido sobre ventas está en el rango máximo y si esta circunstancia se produce aparece como significativa la estrategia de expansión desplegada en cuanto al destino seleccionado.

Por otra parte la regla de decisión número 8 contiene alguno de los atributos explicados anteriormente y aparece por primera vez el factor XRESTO, que recoge el porcentaje de exportaciones cuyo destino no es Unión Europea, países de la OCDE ni Iberoamérica, encontrándose el valor en todas las reglas de la clase 2 en las que aparece este atributo, en el percentil 1. Es decir empresas que todas sus exportaciones están distribuidas entre Unión Europea, países de la OCDE o Iberoamérica y que no realiza exportaciones fuera de estos destinos.

Al igual que en la regla número 6, empresas muy eficientes con crecimientos de las ventas negativos no logran el éxito si se une a una estrategia de expansión internacional inapropiada.

En este caso por concentrar sus exportaciones en las zonas geográficas y económicas señaladas anteriormente. Dicho patrón aparece refrendado también en la regla de decisión número 9 en la que de nuevo se combinan factores financieros, de eficiencia, rentabilidad y crecimiento con una variable representativa de la estrategia internacional como es el destino de las ventas realizadas en el extranjero.

La última regla de la clase 2 analizada es la número 10 vuelve a incidir en el hecho de que una escasa experiencia y orientación internacional combinado con alta eficiencia y rentabilidad, en términos de valor añadido, unido a una estrategia de expansión internacional incorrecta consistente en realizar exportaciones a países de la Unión Europea e Iberoamérica derivan en fracaso en dichos mercados.

Por último, y aunque ha resultado más sencillo calificar las empresas sin éxito debido a que se han generado de la aplicación de esta técnica un mayor número de reglas y de mayor fortaleza, es interesante mencionar los tres únicos patrones de empresas con éxito que pueden encontrarse en las 43 reglas seleccionadas.

La primera regla de decisión de la clase 1 es la número 17 con una fortaleza 13 y combina tres de los atributos más relevantes que son crecimiento de las ventas totales de la empresa, porcentaje de capital social en empresas localizadas en el extranjero y el porcentaje de exportaciones a países de la OCDE, siendo el ajuste que se obtiene el siguiente: Empresas que participan en el capital social en empresas situadas en el exterior, que han presentado tasas de crecimiento de las ventas positivas y de moderadas a altas unido al hecho de que un porcentaje de las exportaciones se destinan a países de la OCDE (no Unión Europea) logran el éxito en los mercados exteriores.

De esta forma queda patente que frente a las reglas de no éxito, si las organizaciones tienen una suficiente orientación y compromiso de recursos en el exterior y han adquirido conocimiento y experiencia internacional mediante la participación en empresas situadas en otros países combinado con una adecuada o suficiente generación de recursos y capacidades debido a un crecimiento empresarial pasado y se ejecuta una estrategia de expansión internacional óptima en el sentido de la selección del destino de las exportaciones que encaje de forma adecuada con el resto de los atributos, las empresas pueden mejorar la performance de exportación en términos de crecimiento e intensidad de las exportaciones. También relevante es la segunda regla de decisión de la clase 1 aunque con una fortaleza 10 que combina tres atributos especialmente significativos, el número de mercados internacionales, el valor añadido de las ventas en el 2008 y el crecimiento de las ventas para el periodo 2003-2008. Esta regla muestra que la combinación que deben presentar estos atributos para que las empresas logren el éxito es la siguiente: Dos mercados internacionales definidos como relevantes, un valor añadido sobre ventas bajo-moderado pero con un crecimiento de las ventas totales en el pasado en el percentil máximo, permite obtener un resultado exportador exitoso. Esta receta para el éxito está relacionando de forma concreta y específica aspectos vinculados con la estrategia de expansión internacional en este caso una estrategia de expansión mixta entre concentración y diversificación de mercados, la experiencia y el conocimiento de los negocios internacionales que le permitirá disponer de capacidades informacionales adecuadas para competir, con factores financieros de eficiencia-rentabilidad y crecimiento de la empresa, que constituyen en cuanto a las primeras un estímulo para realizar esfuerzos en los mercados exteriores por la posibilidad de mejorar la eficiencia y en el caso de la segundo, las empresas han crecido de tal manera que han generado recursos y capacidades adecuadas para competir en el extranjero. Así, es esta composición de factores y valores de los atributos lo que permite construir un modelo de éxito.

La última de las reglas de decisión de la clase 1 en el total de las seleccionadas se trata de la regla número 39, que como la anterior señala que si el sector 12, que se corresponde con las actividades de metales férricos y no férricos, utiliza una estrategia de expansión internacional mixta entre la concentración y diversificación de mercados cuando el crecimiento de las ventas en el pasado ha sido positivo y en el percentil máximo, entonces las empresas alcanzan el éxito en su actividad exportadora.

6 Conclusiones

Dada la complejidad del fenómeno de la internacionalización, las múltiples medidas para valorar el resultado y los numerosos factores internos y externos determinantes de la performance exportadora y su medición, los resultados de las investigaciones han sido dispares y contradictorios, lo que lleva a plantear en este estudio la utilización de nuevas técnicas que permitan abordar el asunto de la internacionalización de empresas desde otra perspectiva.

Así, en primer lugar, un importante avance derivado de la aplicación de los algoritmos asociados a este método, es que posibilita descubrir dependencias entre atributos, de manera que se obtiene un mínimo subconjunto de variables independientes que aseguren la misma calidad de clasificación (es decir, que clasifica igual) que la totalidad del conjunto de todos ellos, esto es los reductos y de esta manera extraer el conocimiento esencial. De esta forma se pueden eliminar las variables redundantes con las ventajas que esto supone en ahorro de tiempo y coste empleado por los decisores en analizar este problema y posibilita realizar una interpretación relativamente sencilla de un problema complejo.

En segundo lugar, la gran cantidad de reglas obtenidas con los ocho atributos significativos muestra que la caracterización del camino al éxito o al fracaso en los mercados internacionales resulta extremadamente difícil de realizar, es decir, existen múltiples formas para alcanzar el éxito en los mercados internacionales.

Esto viene a refrendar la Teoría de la Contingencia, basada en el hecho de que no existen recetas universales que sirvan para todas las empresas ni en todas las circunstancias, pero si existen, al menos dadas determinadas condiciones, una combinación de factores que permiten alcanzar el éxito o fracasar.

En general (ver excepción en la sección de análisis de resultado) tampoco existen reglas de decisión que contengan un solo atributo por lo que es significativo señalar que no hay ninguna condición ni característica, que de forma aislada constituya una condición suficiente para el éxito. No hay factores que por sí solos deriven en el éxito o al fracaso.

Se confirma a la luz de las reglas obtenidas que dada la enorme heterogeneidad de las empresas que participan en los mercados internacionales es imposible obtener un único patrón común y taxativo que sirva para todas ellas y para cualquier entorno por lo que la receta del éxito no es generalizable a todas ellas pero si existen ciertas pautas de comportamiento descubiertas a partir de los datos que nos indican que debe haber un adecuado ajuste y alineación entre distintas características, estrategias y entornos que permiten alcanzar el éxito.

En tercer lugar, podemos observar que, no es la cantidad de los recursos disponibles por la empresa sino el uso que se haga de ellos a través del desarrollo de determinadas capacidades empresariales y directivas y la orientación estratégica lo que puede llegar a distinguir las empresas que logren mejores resultados exportadores y aunque es de esperar que ciertas características empresariales constituyan un estímulo que nos acerque al éxito.

De esta manera el Rough Set pueden ofrecer una aproximación de cómo deben combinarse los atributos para que se produzca un ajuste tal que provoque un efecto positivo sobre el resultado exportador. Esto supone que esas condiciones están relacionadas con las competencias y capacidades de la empresa, el entorno, y las decisiones estratégicas.

Referencias

Ahmad, Faudziah, Razak Hamdan, Abdul y Bakar Azuraliza Abu (2004), “Determining Success Indicators of E-Commerce Companies Using Rough Set Approach”, *Journal of American Academy of Business*, Cambridge; Sep., N°. 5, 1-2, pp. 64-72.

Ahn, B.S., Cho, S.S. y Kim, C.Y. (2000), “The Integrated Methodology Rough Set Theory and Artificial Neural Network for Business Failure Prediction”, *Expert Systems with Applications*, n°18, pp. 65- 74.

Alonso Rodríguez, José Antonio y Donoso Donoso, Vicente (2000), “Modelización del comportamiento de la empresa exportadora española”, *Información Comercial Española, Sector Exterior Español*, n°. 788, p p. 35-58.

Berman, N., y J. Hericourt (2008), *Financial Factors and the Margins of Trade: Evidence from Cross-Country Firm-Level Data*. Documents de Travail du Centre d’Economie de la Sorbonne 2008.50. Paris.

Bernard, A. y Jensen, J.B. (1999), “Exceptional Exporter Performance: Cause, Effect, or Both?”, *Journal of International Economics.*, Vol. 47 (1), pp. 1-25.

Beynon, M.J. y Peel, M.J. (2001), “Variable precision rough set theory and data discrimination: An application to corporate failure prediction” .*OMEGA: the International Journal of Management Science*, 29(6), pp. 561–576.

Bolino, M. C., Turnley, W. H., y Bolldgood, J. M. (2002), “Citizenship Behavior and the Creation of Social Capital in Organizations”, *Academy of Management Review*, 27(4), pp. 505– 522.

Bourdieu, P. (1985), *The Forms of Capital*. In *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education*, ed. JG Richardson, pp. 241.258. New York: Greenwood.

Caves, R .E. (1996), *Multinational Enterprise and Economic Analysis*, Cambridge University Press, Cambridge, MA.

Cavusgil, S.T. y Zou, S. (1994), “Marketing strategy-performance relationship: an investigation of the empirical link in export market ventures”, *Journal of Marketing*, Vol. 58 No. 1, pp. 1-21.

- Chakravarthy B. S. (1986), "Measuring Strategic Performance", *Strategic Management Journal*, September-October, Vol. 7 (5), pp.437- 458.
- Clerides, K.C.; Lach, S. y Tybout J.R. (1998), "Is learning by exporting important? Micro-dynamic evidence from Colombia, Mexico and Morocco", *The Quarterly journal of Economics*, 113(3), pp. 903-994.
- Cooper, R. y Kleinschmidt, E. (1985), "The impact of export strategy on export sales performance", *Journal of International Business Studies*, 16(1), pp. 37-55.
- Coviello, Nicole E. y Mcauley, Andrew. (1999), "Internationalisation and the Smaller Firm: A Review of Contemporary Empirical Research", *Management International Review*, 39 (3), pp. 223-256.
- Czinkota, M. R. y Ronkainen, I. A. (1998), *International marketing*. Forth Worth, TX: The Dryden Press.
- Czinkota, M.R. Y Ursic, M.L. (1991), "Classification of Exporting Firms According to Sales and Growth into a Share Matrix", *Journal of Business Research*, nº 22, pp. 241-253.
- Day, G.(1977), "Diagnosing the Product Portfolio", *Journal of Marketing*, 30, April 1977, pp. 29-38.
- Dean, D., Mengüç, B. y Myers, C. (2000), "Revisiting firms characteristics, strategy and export performance relationship", *Industrial Marketing Management*, Vol. 29, pp. 461-477.
- Denis, J. E. y Depelteau, D. (1985), "Market Knowledge, Diversification and Export Expansion". *Journal of International Business Studies*, Fall, Vol. 16, Nº. 3, pp. 77-89.
- Dess, Gregory G., Ireland, Duane R. y Hitt, Michael A. (1990), "Industry Effects and Strategic Management Research". *Journal of Management*, 16 (1), pp. 7-27.
- Diamantopoulos, A. y Nikolaos, K (2007)," Managerial Assessments of Export Performance: Conceptual Framework and Empirical Illustration", *Journal of International Marketing*, American Marketing Association Vol. 15, No. 3, 2007, pp. 1-31.
- Evangelista, F.U. (1994), "Export performance and its determinants: some empirical evidence from Australian manufacturing firms", in Cavusgil, S.T. and Axinn, C. (Eds), *Advances in International Marketing*, JAI Press, Greenwich, CT, Vol. 6, pp. 207-229.
- Forcadell, Francisco J. (2004), *El crecimiento empresarial desde el enfoque basado en los recursos. Hacia un modelo integrador*. Documentos De Trabajo "Nuevas Tendencias En Dirección De Empresas, DT 12/04, 30 pp. Disponible online en: www2.eco.uva.es/ecadem.
- García, D., Calvo-Flores, A. y Arques, A. (1997), "Factores discriminantes del riesgo financiero en la industria manufacturera española", en Calvo-Flores, A. y García, D. (coord.), *Predicción de la Insolvencia Empresarial*, Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas, pp.125-156.

- Goh, C., y Law, R. (2003), "Incorporating the rough sets theory into travel demand analysis", *Tourism Management* 24(5), pp. 511–517.
- Greco, S., Matarazzo, B., y SLOWINSKI, R. (1998), "A new rough set approach to evaluation of bankruptcy risk. In Zopounidis, C. (ed.), *New Operational Tools in the Management of Financial Risks*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 121-136.
- Greenaway, D. y Kneller, R. (2007), "Firm Heterogeneity, Exporting and Foreign Direct Investment," *Economic Journal*, N°. 117 (517), February, pp. 134-161.
- Guisado Tato, Manuel (2002), *Internacionalización de la empresa. Estrategias de entrada en los mercados extranjeros*, Madrid: Pirámide. ISBN: 84-386-1705-2.
- Helpman, E., M. Melitz, y S. Yeaple (2004), "Export versus FDI with Heterogenous Firms". *American Economic Review*, N°. 94 (1), pp. 300–316.
- Hidalgo Nuchera, Antonio y Diaz-Balart Fidel Castro (2002), "Hacia la organización del futuro basada en el conocimiento", *Revista CEPADE*, febrero, n° 27, pp. 37-42. Disponible en Internet: <http://www.cepade.es/Ademas/revista27/art4.pdf>.
- Holzmüller, H. H. y Kasper, H. (1991), "On a Theory of Export Performance: Personal and Organizational Determinants of Export Trade Activities Observed in Small and Medium-Sized Firms", *Management International Review*, Vol. 31, N°. Special issue, pp. 45-70.
- Katsikeas, C.S., Piercy, N.F. y Ioannidis, C. (1996), "Determinants of Export Performance in a European Context", *European Journal of Marketing*, Vol. 30, N°. 6, pp. 6-35.
- Katsikeas, Constantine S; Leonidou, Leonidas C. y Morgan, Neil A. (2000)", *Firm-level export performance assessment: Review, evaluation, and development*", *Academy of Marketing Science. Journal*; Fall; Vol. 28, n° 4; pp. 493-451.
- Lages, L.F. y Montgomery, D.B. (2004), "Export performance as an antecedent of export commitment and marketing strategy", *European Journal of Marketing* ;n° 38, 9/10, pp. 1186-1214.
- Lages, Luis Filipi (2000), "A Conceptual Framework of the Determinants of Export Performance: Reorganizing Key Variables and Shifting Contingencies in Export Marketing", *Journal of Global Marketing*, Vol. 13(3), pp. 29-51.
- Laitinen, E. K. (1992): "Prediction of failure of a newly founded firm", *Journal of Business Venturing*, July, pp. 323-340.
- Lefebvre, E., Lefebvre, L. y Bourgault, M. (1998), "R&D-Related Capabilities as Determinants of Export Performance", *Small Business Economics*, Vol. 10, N°. 4, pp. 365-377.
- Leonidou, L.C. y Katsikeas, C.S. (2010). "An integrative assessment of exporting research published in business journals during the period 1960-2007". *Journal of Business Research*, Vol. 63, No. x, pp. 879-887, doi:10.1016/j.jbusres.2010.01.005.

- Leonidou, L.C., Katsikeas, C.S. y Samiee, S. (2002), "Marketing Strategy Determinants of Export Performance: A Meta-Analysis", *Journal of Business Research*, 55 (1), pp. 51–67.
- Leonidou, L.C., Katsikeas, C.S., y Piercy, N.F. (1998), "Identifying managerial influences on exporting: past research and future directions", *Journal International Marketing*;6(2), pp. 81 – 111.
- Ling-Yee, L. y Ogunmokun, G.O. (2001), "The Influence of Interfirm Relational Capabilities on Export Advantage and Performance: An empirical analysis", *International Business Review*, N°.10, pp. 399-420.
- Ling-Yee, Li (2004), "An Examination of the Foreign Market Knowledge of Exporting Firms based in the People's Republic of China: Its Determinants and Effect on Export Intensity", *Industrial Marketing Management*, N°. 33, pp. 561–572.
- Mahoney, J., y Pandian, J. R. (1992), "The Resource-Based View within the Conversation of Strategic Management", *Strategic Management Journal*, N°. 13, pp. 363–380.
- Matthyssens, P. y Pauwels, P. (1996), "Assessing export performance measurement", in Cavusgil, S.T. and Axinn, C. (Eds), *Advances in International Marketing*, JAI Press, Greenwich, CT, Vol. 8, pp. 85-114.
- Maurel, Carole (2008), *Financial Approach to Export Performance in French Wine Smes*. 4th International Conference of the Academy of Wine Business Research, Siena, 17-19 July.
- Maurel, Carole (2009), "Determinants of Export Performance in SMEs: The Case of the French Wine Industry", *International Journal of Wine Business Research*, Vol. 21 N°. 2, pp. 118-142.
- Mckee, T. (2000), "Developing a Bankruptcy Prediction Model via Rough Sets Theory", *International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 9, pp. 159-173.
- Meyer, R (1996), *Internacional Competition. En Internacional Trade. A Business Perspective*. Netherlands: Jepma, Catrinus y Rhoen, André. The Dutch Open University.
- O' Leary, D.E. (1998), "Using Neural Networks to Predict Corporate Failure", *International Journal of Intelligent Systems in Accounting Finance and Management*, 7, pp. 187-197.
- Pawlak, Z. (1991), "Rough Sets. Theoretical Aspects of Reasoning about Data", Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/ Boston/ London.
- Pawlak, Z. (2002), "Rough sets and intelligent data analysis", *Information Sciences*, 147, pp.1-12.
- Pawlak, z. y Skowron, A. (2007), "Rudiments of rough sets", *Decision Sciences*, n° 117, pp. 3-27.
- Peng, Mike (2001), "The Resource-Based View and International Business", *Journal of Management*, December, n° 27, pp. 803-829.
- Ravi, V., Kurniawan, H., Nwee Kok Thai, Peter y Ravi Kumar, P. (2008), "Soft Computing System for Bank Performance Prediction", *Applied Soft Computing*, N°. 8, pp. 305–315.

Reuber, A.R. y Fischer, E. (1997), 'The influence of the management team's international experience on the internationalization behaviors of SMEs', *Journal of International Business Studies* 28(4), pp. 807–825.

Root, F.R. (1987), *Entry Strategies for International Markets*. MA:D.C. Health, Lexington.

Ruane, Frances y Sutherland, Julie (2005), *Export Performance and Destination Characteristics of Irish Manufacturing Industry*. Kiel Institute for World Economics DOI: 10.1007/s10290-005-0038-4, pp.442-459.

Sanchis, A., Segovia, M.J., Gil, J.A., Heras, A. y Vilar, J.L. (2007), "Rough Sets and the role of the monetary policy in financial stability (macroeconomic problem) and the prediction of insolvency in insurance sector (microeconomic problem)", *European Journal of Operational Research*, 181 (3), pp. 1554-1573.

Sanz, S., Ortiz-Garcia, E. G., Gil-Lopez, S., Segovia, M. J., Miranda, M., Leiva-Murillo, J. M. y Del Ser, J. (2012), "Evaluating the Internationalization Success of Companies through a Hybrid Grouping Harmony Search - Extreme Learning Machine Approach", *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing*, in press. DOI: 10.1109/JSTSP.2012.2199463.

Shoham, A. (1996), "Marketing-mix standardization: determinants of export performance", *Journal of Global Marketing*, Vol. 10 No. 2, pp. 53-73.

Shoham, A. (1998), "Export performance: A conceptualization and empirical assessment". *Journal of International Marketing*; 6, 3, pp. 59-81.

Shyng, J.-Y. , Wang, F.-K., Tzeng, G.-H. y Wu, K.-S. (2007), "Rough Set Theory in analyzing the attributes of combination values for the insurance market", *Expert Systems with Applications*, nº 32, pp. 56–64.

Slowinski, R. y Zopounidis, C. (1995), "Application of the rough set approach to evaluation of bankruptcy risk", *International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 4 (1), pp. 27-41.

Sousa, C., Martínez-López, F.C. y Coelho, F. (2008), "The determinants of export performance: A review of the research in the literature between 1998 and 2005", *International Journal of Management Reviews*, December, Volume 10, Issue 4, pp. 343–374.

Stiebale, Joel (2008), "Do Financial Constraints Matter for Foreign Market Entry?. A Firm-Level Examination". *Ruhr Economic Papers* 0051, Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, Ruhr-Universität Bochum, Universität Dortmund, Universität Duisburg-Ess. Disponible online en: <http://ideas.repec.org/p/rwi/repape/0051.html>.

Tan, Qun y Sousa, Carlos M. P. (2011), "Research on Export Pricing: Still Moving Towards Maturity", *Journal of International Marketing*, Vol. 19, 50 pp.

Törnroos Jan-Åke (2005), “Internationalisation of the firm – a theoretical review with implications for business network research”, 18th Annual IMP Conference, September, Dijon. Competitive Paper.

Villareal Larrinaga, Oskar (2005), “La internacionalización de la empresa y la empresa multinacional: una revisión conceptual contemporánea”, Cuadernos de Gestión Vol. 5. n.º 2 , pp. 55-73.

Witlox, F., y Tindemans, H. (2004), “The application of rough sets analysis in activity-based modeling, opportunities and constraints”, Expert Systems with Application, 27(2), pp. 171–180.

Zou, S., Taylor, C. R. y Osland, G. E. (1998), “The EXPERF scale: A cross-national generalized export performance measure”., Journal of International Marketing, 6 (3), pp. 37-58.

Zou, Shaoming y Stan, Simona, (1998), “The Determinants of Export Performance: A Review of the Empirical Literatura Between 1987 and 1997”, International Marketing Review 15 (5), pp. 333-356.

Capítulo 13

Modelación jerárquica en las finanzas públicas

Mario Ojeda & Fernando Velasco

M.Ojeda & F.Velasco

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 3 Oriente 4 sur no. 104, Col Centro., Centro Histórico, 72000, Puebla.Universidad Veracruzana. Muese 133, Unidad Magisterial, 91010 Xalapa, Veracruz.
mojeda@uv.mx

M.Ramos, F.Miranda (eds.) *Optimización-Estocástica-Recursiva-Coherente-Sistémica y sus variantes (probabilidad, econometría y estadística aplicada)*, Temas Selectos de Optimización-©ECORFAN-Santiago de Compostela, España, 2012.

Abstract

Hierarchical linear models are a general class of models that allow modeling in a variety of situations in which there are data that have a hierarchical structure. The hierarchical data structure occur frequently in studies of public finances, which are commonly analyzed variables measured on entities (states or provinces), which in turn are composed of sub-entities (towns or municipalities). It also presents the case of entities that are studied over a period of several years, so we have a sample of years nested entities. This paper provides an introduction to hierarchical linear models and illustrates its application to problems of public finances. The document is divided into three sections: the first provides a characterization of the data with hierarchical structure, in the second hierarchical linear models are developed in particular-that experience of the authors are the most application-, and finally in the third section it is presented two examples of application to public finances.

13 Introducción

Una de las tareas fundamentales de un científico de la economía y las finanzas públicas es la de encontrar patrones de asociación entre variables que le permitan probar hipótesis, desarrollar descripciones de fenómenos económicos en el espacio y en el tiempo. Por esta razón la modelación estadística ha encontrado en esta área del conocimiento tanto la inspiración para el desarrollo de teorías y metodologías como el espacio para la aplicación de las mismas. La retroalimentación es una constante en el desarrollo de tanto de la estadística teórica como de la economía y las finanzas. En este contexto, la econometría –en particular los modelos de regresión aplicados a la economía y las finanzas- ha tenido un desarrollo vertiginoso después de la década de los noventa del siglo pasado. Se abrió una importante vertiente de desarrollo con la aparición de los métodos de estimación –basados en principios bayesianos y algoritmos computacionales que aplican mínimos cuadrados iterativos (Raudenbush y Bryk, 2002)- para modelos lineales generales (que permiten la postulación de modelos más realistas a las situaciones de estudios espaciales, temporales, espaciotemporales). Es así que, las contribuciones que ofrece hoy en día la teoría y herramientas computacionales asociadas a los modelos lineales generales permiten que se cuente con una amplia gama de metodologías de modelación que hacen que los estudios en estas áreas de aplicación puedan abordar con mayor realismo y eficiencia las tareas de modelación estadística. Aunque se cuenta con una variedad de libros de texto y monografías sobre la modelación lineal multinivel –que también es denominada modelación lineal jerárquica- se requiere aún de la promoción de estas metodologías entre los profesionales, técnicos y científicos de las disciplinas particulares, lo que es posible lograr a través de trabajos sucintos, de nivel introductorio, autocontenidos, y que a la vez muestren con ilustraciones en problemas concretos el potencial de estas herramientas para la investigación. En este escrito se encontrará una introducción a la modelación lineal jerárquica enfatizando su aplicación en problemas relacionados a las finanzas públicas. Se presentará brevemente una caracterización de los datos con estructura jerárquica, se describirán algunos de los modelos lineales jerárquicos particulares de mayor uso y se presentará la ilustración de su aplicación con dos ejemplos de finanzas públicas.

El contenido se estructura en tres secciones, además de una introducción y las conclusiones. En la primera sección 13.1 se sientan las bases de la modelación jerárquica; el objetivo es introducir al lector en los conceptos básicos de la modelación jerárquica. En la sección 13.2, se presentan dos casos particulares de los modelos lineales jerárquicos: el modelo intercepto aleatorio y el modelo de pendientes aleatorias.

Finalmente en la sección 13.3, se presentan dos aplicaciones de esta metodología a problemas de finanzas públicas: en el primero de ellos se analiza la evolución del Gasto Público en Salud (GPS) y del Producto Interno Bruto (PIB), por entidad federativa en la República Mexicana, en un periodo de tiempo. En el segundo ejemplo se analiza la relación que existe entre los ingresos del sector eléctrico y del sector petrolero en relación con el sector primario desde 2003 hasta 2008, en las 32 entidades federativas que conforman a México.

En las finanzas públicas modernas están involucradas varias disciplinas, que van desde la sociología del estado pasando por la metodología de la investigación, hasta llegar a las tecnologías de la informática y las comunicaciones. Una de estas disciplinas es la estadística, que es una herramienta fundamental para la realización de procesos de investigación en las ciencias factuales que utilizan la investigación cuantitativa. Se debe de considerar que la metodología estadística comprende tres grandes pasos en el desarrollo de una investigación; 1) el diseño adecuado para la obtención de datos; 2) el análisis de éstos; y 3) la interpretación y presentación de los resultados en forma apropiada. Respecto al análisis de datos es de gran utilidad conocer además de las técnicas exploratorias univariadas y multivariadas, las técnicas de modelación estadística. La más conocida de éstas es la regresión lineal, que cuenta con una amplia promoción entre los economistas y especialistas en finanzas públicas (Gujarati, 2003; Montgomery, Peck y Vining, 2004). Cabe hacer notar que los modelos de regresión simple, múltiple, multivariante, para datos en series de tiempo, etc. pueden encontrar diversas situaciones en las que los supuestos se violan por la estructura de los datos (anidados o de clasificación cruzada), lo que hace que los resultados de la modelación no se correspondan con lo que dicta la teoría y hasta a veces el sentido común (Wooldridge, 2009). Por tal razón podemos decir que en diversas ocasiones las muestras o poblaciones de estudio presentan una estructura jerárquica o de datos estructurados en varios niveles de anidamiento. Los datos con estructura jerárquica son bastante comunes en diferentes áreas de las ciencias sociales, como en educación (los estudiantes aparecen agrupados en escuelas, escuelas en zonas, etc.), en salud (pacientes, hospitales, regiones, etc.) y en economía (estudios longitudinales, de grupos anidados de empresas, economía comparada de países, etc. Esta situación se presenta particularmente en los estudios que abordan las finanzas públicas, donde se analizan comúnmente variables que se miden sobre las entidades federativas, las cuales a su vez están formadas (y los datos se desagregan) por los municipalidades, y a veces es necesario llegar hasta el nivel de áreas geoestadísticas básicas (AGEB's). Cuando el caso es el de las entidades federativas (estados o provincias) que se estudian en un periodo de varios años, se tiene un conjunto de series de tiempo (una para cada entidad), lo cual constituye una muestra anidada (años en entidades). En fin, que las estructuras de datos y poblaciones de referencia ordenadas jerárquicamente son muy frecuentes, con lo que los problemas –llamados multinivel- plantean la necesidad del uso de metodologías de modelación estadística adecuadas. Para tratar este tipo de problemas la metodología estadística cuenta con una serie de técnicas, métodos y modelos que en la actualidad están bien definidos y se encuentran disponibles junto con el software que permite su adecuada aplicación para plantear y resolver problemas de este tipo, a través de la postulación, ajuste y utilización de modelos para la interpretación de los fenómenos bajo estudio.

13.1 Modelación jerárquica

Los modelos lineales jerárquicos forman una clase general de modelos que permiten la modelación en una gran variedad de situaciones en las cuales se tienen datos que presentan una estructura jerárquica.

Estos modelos tienen una gran variedad de aplicaciones en diversas áreas, tales como: investigación educativa (efectividad de escuelas, logro escolar), biología (curvas de crecimiento, estudios genéticos), investigación social (análisis de encuestas, estudios de mercado), psicología (análisis de conducta), medicina (medidas repetidas), entre otras. Los modelos lineales jerárquicos tienen una gran historia, pero han recibido especial atención desde finales de la década de los ochenta, aunque sus orígenes se remontan varios años atrás. Recientes desarrollos en cómputo han permitido que se incremente el uso de modelos lineales jerárquicos en el análisis de datos con estructura jerárquica. Los Modelos lineales jerárquicos, son también conocidos bajo una gran variedad de nombres: Modelos de componentes de la varianza (Searle et al., 1992), Modelos de coeficientes aleatorios (Longford 1995), Modelos multinivel (Goldstein, 1995) o como Modelos de efectos mixtos (Laird y Ware, 1982; Littell, Milliken, Stroup y Wolfinger, 1996).

Los datos con estructura jerárquica surgen en una gran variedad de situaciones. Recordemos que la parte fundamental de un análisis de datos son las unidades de estudio. Éstas se definen como el conjunto de observaciones de las cuales obtenemos información y a través de las cuales los valores medidos variarán. Las unidades pueden ser de varios tipos de acuerdo al contexto del problema. Sin embargo, en el caso de la modelación jerárquica tienen una característica fundamental y ésta es que se encuentran anidadas, estructuradas o agrupadas en un cierto número de niveles o clasificaciones. Por ejemplo: investigaciones educativas frecuentemente están relacionadas con problemas de investigación de relaciones existentes entre alumnos y el grupo de clase en el que éstos se desenvuelven. El concepto general es que el alumno interactúa con el grupo de clase al cual éste pertenece. Generalmente los alumnos y el grupo de clase se conceptualizan como un sistema con estructura jerárquica, donde los alumnos y los grupos de clase son definidos en niveles separados de esta estructura jerárquica. En general supóngase que se tienen datos con estructura jerárquica; es decir, se tienen J grupos con n_j unidades en el j -ésimo grupo, $j = 1, \dots, J$. A cada grupo se le denomina unidad de nivel 2; así se tienen J unidades de nivel 2, y a cada unidad las n_j unidades en cada grupo se le denomina unidad de nivel 1; con lo que se tienen n_j unidades de nivel 1 en la j -ésima unidad de nivel 2. El número n_j de unidades de nivel 1 no tiene que ser necesariamente igual en cada unidad de nivel 2. Así también en investigaciones sociales se tratan problemas relacionados con la interacción entre los individuos en su contexto social, significando que las personas son influidas por los grupos sociales a los cuales pertenecen; generalmente los individuos y los grupos se conceptualizan como un sistema con estructura jerárquica, donde los individuos son las unidades de nivel 1 y los grupos sociales las unidades de nivel 2. En estudios sociales los miembros de una familia dentro de las familias son las unidades de nivel 1 y las familias las unidades de nivel 2; en estudios empresariales los empleados dentro de compañías. Los datos longitudinales o de curvas de crecimiento pueden representarse mediante un sistema con estructura jerárquica en la que las observaciones de medidas repetidas se conceptualizan anidadas dentro de sujetos.

También se presentan sistemas que tienen una estructura jerárquica pero de tres niveles; por ejemplo, en investigaciones educativas además de las relaciones existentes entre alumnos y el grupo de clase en el que éstos se desenvuelven, los grupos de clase están anidados dentro de escuelas, las cuales serían las unidades de nivel 3. En general en un sistema con estructura jerárquica se pueden presentar varios niveles.

En un sistema de estructura jerárquica puede ser de interés estudiar la relación existente entre una variable respuesta, la cual se mide en las unidades de nivel 1, y variables explicatorias las cuales se pueden medir en cada uno de los niveles de la estructura jerárquica.

Se tiene que para cada una de las n_j unidades de nivel 1 en la j -ésima unidad de nivel 2 se registraron mediciones sobre una variable respuesta y_{ij} , y sobre m variables explicatorias x_1, \dots, x_m ; éstas se denominan variables explicatorias a nivel 1. Además se puede medir otro conjunto de variables explicatorias w_1, \dots, w_q en cada una de las unidades de nivel 2, las que se denominan variables explicatorias a nivel 2. Por ejemplo, en estudios de educación se tienen estudiantes, que están anidados en grupos de clase, y puede ser de interés la calificación en determinada asignatura, obtenida por el estudiante al finalizar el curso; ésta sería la variable respuesta. Una posible variable explicatoria a nivel estudiante podría ser las horas de estudio dedicadas a tal asignatura por el estudiante; una posible variable explicatoria a nivel grupo de clase podría pensarse como los años de experiencia que tienen el profesor que imparte la asignatura en cada grupo de clase.

La importancia de los modelos lineales jerárquicos radica en que se puede tener una mejor comprensión de la variabilidad de los datos, pues permite conocer la varianza entre las unidades de nivel 1 y entre las unidades de nivel 2. En el modelo lineal jerárquico la varianza de la variable respuesta puede ser descompuesta como la suma de las varianzas nivel 1, σ_e^2 y nivel 2, σ_{u0}^2 . Esta línea de investigación es muy potente, pues otras técnicas de análisis estadístico no permiten obtener esta información. Retomando el ejemplo que se ha presentado, si se utiliza un modelo de dos niveles, es posible llegar a conocer la variación que existe entre los grupos de clase y entre los estudiantes en cada grupo. Por otro lado al ajustarse un modelo de un solo nivel (Regresión ordinaria), se ignorarían los efectos de agrupamiento y por lo tanto, se obtendrían estimadores sesgados que conducirían a inferencias erróneas. Las técnicas usuales no están diseñadas para dividir la variación de esta manera y sólo estiman un término para explicar esta diferencia. En la modelación jerárquica esta variación presenta una estructura relevante susceptible de ser analizada y que aporta mucha información al problema.

Respecto al número de unidades que deben ser incluidas en cada nivel del modelo, es una de las preguntas más frecuentes cuando se utiliza este tipo de metodología. La respuesta a esta interrogante estará en función principalmente de los intereses del investigador y de las unidades de estudio. Por ejemplo, si el objetivo es estudiar la variación entre las universidades del país respecto al tiempo que tardan sus estudiantes de doctorado en obtener el grado, se necesitará información de varias universidades con el objetivo de obtener estimadores confiables. Esto significa que no se podría utilizar información sólo de dos universidades aunque se tuvieran datos de 500 estudiantes titulados en esa universidad. Goldstein (1995) recomienda que dada la magnitud de los efectos que es común encontrar entre las diferencias de las escuelas, se requiere información de al menos 25 centros escolares para proporcionar un estimador preciso de la varianza entre las escuelas. Por su parte, Snijders y Bosker (1993) señala que la robusticidad de las pruebas estadísticas usualmente depende del tamaño de la muestra y ha diseñado un software especializado, llamado PinT, de las siglas de Power Analysis in Two Level Designs para la determinación del tamaño de muestra óptimo en diseños multinivel (Véase Snijders, 2005).

13.2 Algunos modelos lineales jerárquicos

En esta sección se presentan dos casos particulares de los modelos lineales jerárquicos, el modelo intercepto aleatorio y el modelo de pendientes aleatorias.

Para analizar datos con estructura jerárquica se tienen que emplear técnicas estadísticas que tomen en cuenta dicha estructura.

En esta situación, es razonable postular un modelo de regresión que considere una posible diferencia entre las unidades de nivel 2, es decir, plantear un modelo de regresión tal que, para cada unidad de nivel 2, se tengan diferentes coeficientes de regresión. Bajo esta situación el modelo lineal jerárquico de dos niveles permite simultáneamente hacer un estudio de unidades de nivel 1 y un estudio de unidades de nivel 2, tomando en cuenta variables explicatorias para las unidades de nivel 1 y variables explicatorias para las unidades de nivel 2. En los modelos lineales jerárquicos cada uno de los niveles de la estructura jerárquica es representado formalmente con su propio submodelo. Un tratamiento y abundantes referencias acerca de estos modelos se puede encontrar en Goldstein (1987, 1995), Longford, (1993, 1995), Kreft y De Leeuw (1998), Snijders y Bosker, (1999), Raudenbush y Bryk, (2002), Hox, J. (2002).

En la actualidad existe software estadístico el cual permite analizar datos con estructura jerárquica de acuerdo al modelo apropiado, MLwiN, (Rasbash et al., 2009), S-PLUS (Pinheiro y Bates, 2000), SAS (Little, et al., 2002, Singer, 1998). Una revisión exhaustiva puede encontrarse en Kreft y De Leeuw (1998).

A continuación se describen algunos de los modelos lineales jerárquicos.

13.2.1 Modelo intercepto aleatorio

El caso más simple de un modelo lineal jerárquico es el denominado modelo intercepto aleatorio, el cual no contiene ni variables explicatorias a nivel 1, ni variables explicatorias a nivel 2. En este modelo solamente se tiene variabilidad entre las unidades de nivel 2 y dentro de las unidades de nivel 2. Este modelo puede ser expresado como un modelo donde la variable respuesta, y_{ij} , es la suma de una media general dada por β_{00} , un efecto aleatorio a nivel 2 dado por u_{0j} , y un efecto aleatorio a nivel 1 dado por e_{ij} ; El modelo para la i -ésima unidad de nivel 1, la cual se encuentra en la j -ésima unidad de nivel 2, tiene la forma:

$$\begin{aligned} y_{ij} &= \beta_{00} + u_{0j} + e_{ij}, \\ E(e_{ij}) &= 0, \quad \text{Var}(e_{ij}) = \sigma_e^2, \quad e_{ij} \sim N(0, \sigma_e^2), \\ E(u_{0j}) &= 0, \quad \text{Var}(u_{0j}) = \sigma_{u0}^2. \end{aligned} \tag{13.1}$$

Donde $N(0, \sigma_e^2)$ denota la distribución normal con media 0 y varianza σ_e^2 . Los parámetros en el modelo (1) son tres: El coeficiente β_{00} y los componentes de la varianza σ_e^2 y σ_{u0}^2 . En el modelo intercepto aleatorio la varianza de la variable respuesta es descompuesta como la suma de las varianzas nivel 1, σ_e^2 y nivel 2, σ_{u0}^2 ,

$$\text{Var}(y_{ij}) = \sigma_{u0}^2 + \sigma_e^2. \tag{13.2}$$

El modelo para el nivel 1 tiene la forma:

$$y_{ij} = \beta_{0j} + e_{ij},$$

Y el modelo para el nivel 2 tiene la forma:

$$\beta_{0j} = \beta_{00} + u_{0j}.$$

El coeficiente de correlación intraclase es unamedida del porcentaje de la variabilidad de la variable respuesta que es atribuida a las unidades de nivel 2, éste está dado por medio de:

$$\rho = \frac{\sigma_{u0}^2}{\sigma_{u0}^2 + \sigma_e^2}. \quad (13.3)$$

13. 2.2 Modelo intercepto aleatorio con una explicatoria a nivel 1

En el modelo intercepto aleatorio el valor esperado de la variable respuesta puede ser explicado en términos de variables explicatorias a nivel 1. Así la siguiente etapa es la inclusión de variables explicatorias a nivel 1, esto con el objetivo de tratar de explicar el comportamiento de la variable respuesta. Con una variable explicatoria a nivel 1 el modelo intercepto aleatorio tiene la forma:

$$\begin{aligned} y_{ij} &= \beta_{00} + \beta_1 x_{ij} + u_{0j} + e_{ij}, \\ E(e_{ij}) &= 0, \quad \text{Var}(e_{ij}) = \sigma_e^2, \quad e_{ij} \sim N(0, \sigma_e^2), \\ E(u_{0j}) &= 0, \quad \text{Var}(u_{0j}) = \sigma_{u0}^2. \end{aligned} \quad (13.4)$$

El modelo (4) se denomina modelo intercepto aleatorio con una variable explicatoria a nivel 1. Los parámetros en el modelo (4) son cuatro: los coeficientes de regresión β_{00} y β_1 , y las varianzas σ_e^2 y σ_{u0}^2 .

En el modelo intercepto aleatorio con una variable explicatoria a nivel 1 la varianza de la variable respuesta puede ser descompuesta como la suma de las varianzas nivel 1, σ_e^2 y nivel 2, σ_{u0}^2 , de la siguiente manera:

$$\text{Var}(y_{ij}) = \sigma_{u0}^2 + \sigma_e^2. \quad (13.5)$$

A los términos σ_{u0}^2 , σ_e^2 se les denomina componentes de la varianza.

El modelo para el nivel 1 tiene la forma:

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_1 x_{ij} + e_{ij},$$

Y el modelo para el nivel 2 tiene la forma:

$$\beta_{0j} = \beta_{00} + u_{0j}.$$

13. 2.3 Modelo intercepto aleatorio con variables explicatorias a nivel 1

Al igual que en el modelo de regresión múltiple, más de una variable explicatoria a nivel 1 puede ser usada en el modelo intercepto aleatorio. La generalización del modelo (4) para incluir más variables explicatorias a nivel 1; es decir, el modelo intercepto aleatorio con varias variables explicatorias a nivel 1 tiene la forma:

$$\begin{aligned}
 y_{ij} &= \beta_{00} + \beta_1 x_{1ij} + \beta_2 x_{2ij} + \cdots + \beta_m x_{mij} + u_{0j} + e_{ij}, \\
 E(e_{ij}) &= 0, \quad \text{Var}(e_{ij}) = \sigma_e^2, \quad e_{ij} \sim N(0, \sigma_e^2), \\
 E(u_{0j}) &= 0, \quad \text{Var}(u_{0j}) = \sigma_{u_0}^2.
 \end{aligned}
 \tag{13.6}$$

El modelo (6) se denomina modelo intercepto aleatorio con varias variables explicatorias a nivel 1. Los parámetros del modelo intercepto aleatorio con varias variables explicatorias a nivel 1 son $m+3$; los $m+1$ coeficientes de regresión $\beta_{00}, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$ y los componentes de la varianza σ_e^2 y $\sigma_{u_0}^2$.

En el modelo intercepto aleatorio con varias variables explicatorias a nivel 1 la varianza de la variable respuesta puede ser descompuesta como la suma de las varianzas nivel 1, σ_e^2 y nivel 2, $\sigma_{u_0}^2$,

$$\text{Var}(y_{ij}) = \sigma_{u_0}^2 + \sigma_e^2. \tag{13.7}$$

El modelo para el nivel 1 tiene la forma:

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_1 x_{1ij} + \beta_2 x_{2ij} + \cdots + \beta_m x_{mij} + e_{ij},$$

y el modelo para el nivel 2 tiene la forma:

$$\beta_{0j} = \beta_{00} + u_{0j}.$$

13. 2.4 Modelo de pendientes aleatorias

En el modelo lineal jerárquico intercepto aleatorio con variables explicatorias a nivel 1, solo el intercepto se supone aleatorio, mientras que los demás coeficientes de regresión se suponen fijos para todas las unidades de nivel 2. En ocasiones la relación entre las variables explicatorias y la variable respuesta puede ser diferente en las unidades de nivel 2. Lo anterior da surgimiento al modelo de pendientes aleatorias. En este modelo los coeficientes de algunas o de todas las variables explicatorias están variando entre las unidades de nivel 2, es decir, la relación existente entre cada una de las variables explicatorias y la variable respuesta no es la misma en todas las unidades de nivel 2. Como los coeficientes varían entre las unidades de nivel 2 se les denomina coeficientes aleatorios. Para el caso de una variable explicatoria a nivel 1 lo anterior se expresa en el siguiente modelo:

$$\begin{aligned}
y_{ij} &= \beta_{00} + \beta_{10}x_{ij} + u_{0j} + u_{1j}x_{ij} + e_{ij}, \\
E(e_{ij}) &= 0, \quad \text{Var}(e_{ij}) = \sigma_e^2, \\
E(u_{0j}) &= 0, \quad \text{Var}(u_{0j}) = \sigma_{u0}^2, \quad E(u_{1j}) = 0, \quad \text{Var}(u_{1j}) = \sigma_{u1}^2, \\
\text{Cov}(u_{0j}, u_{1j}) &= \sigma_{u01}, \quad \text{Cov}(u_{kj}, e_{ij}) = 0.
\end{aligned}
\tag{13.8}$$

El cual se denomina modelo de pendientes aleatorias con una variable explicatoria a nivel 1.

Los parámetros del modelo de pendientes aleatorias con una variable explicatoria a nivel 1 son seis: los coeficiente de regresión β_{00} y β_{10} , y los componentes de la varianza σ_e^2 , σ_{u0}^2 , σ_{u1}^2 y σ_{u01} .

En el modelo de pendientes aleatorias con una variable explicatoria a nivel 1 la varianza de la variable respuesta se descompone de la siguiente forma:

$$\text{Var}(y_{ij}) = \sigma_{u0}^2 + \sigma_{u1}^2 x_{ij}^2 + 2\sigma_{u01} x_{ij} + \sigma_e^2. \tag{13.9}$$

De la ecuación (9) se tiene que en el modelo de pendientes aleatorias con una variable explicatoria a nivel 1 la varianza de la variable respuesta depende de la variable explicatoria a nivel 1, x_{ij} .

El modelo para el nivel 1 tiene la forma:

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}x_{ij} + e_{ij},$$

y el modelo para el nivel 2 tiene la forma:

$$\beta_{0j} = \beta_{00} + u_{0j}, \quad \beta_{1j} = \beta_{10} + u_{1j},$$

Aquí se observa que los coeficientes de regresión β_{0j} , así como β_{1j} son aleatorios, es decir cambian de unidad de nivel 2 a unidad de nivel 1.

Existen muchas variantes de los modelos anteriores, ya sea añadiendo más variables explicatorias a nivel 1 o variables explicatorias a nivel 2, o más aún añadiendo más niveles.

13.3 Prototipos

En esta sección se muestran dos problemas de finanzas públicas en los que se aplicó la modelación jerárquica, el primero de ellos se analiza la evolución del Gasto Público en Salud (GPS) y del Producto Interno Bruto (PIB), por entidad federativa de la República Mexicana. Paralelamente, a través de una modelación jerárquica se determinó la relación entre GPS y el PIB, para analizar si hay variabilidad entre esta relación durante el periodo 2000-2008 por entidad federativa, teniendo como resultado, que sí existe una relación directa entre el gasto en salud y el crecimiento económico, y que sí hay variabilidad significativa entre los años bajo estudio y entre las entidades federativas.

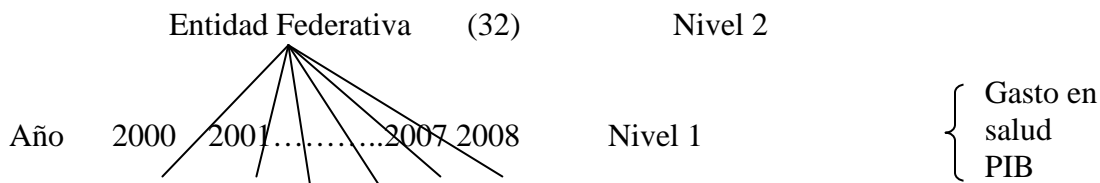
En el segundo ejemplo se analiza la relación que existe entre los ingresos del sector eléctrico y del sector petrolero en relación con el sector primario; para la obtención de la información se recurre a una base de datos del Instituto Nacional de estadística Geografía e Informática (INEGI) de México, respecto a los ingresos de petróleo y de energía eléctrica desde 2003 hasta 2008, en las 32 entidades federativas de México. Se aplicaron una serie de modelos multinivel para analizar la influencia del tiempo, de los ingresos del sector eléctrico y de los ingresos del sector petrolero en el sector primario y determinar si existe variabilidad entre las entidades federativas y los 6 años del periodo de estudio. Para mayor información sobre estos ejemplos los autores ponen a disposición los trabajos más extensos donde se presentan estas aplicaciones (Ojeda, et al., 2011)

Ejemplo 1 Análisis del gasto en salud y su relación con el crecimiento económico de México en el periodo 2000-2008

En este ejemplo se analiza la relación que existe entre el GPS y el PIB. Los datos utilizados para la realización del análisis fueron tomados de la página electrónica del Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS), entidad dependiente de la Secretaría de Salud (SSA) de México, así como del Instituto Nacional de INEGI, contando con una muestra de 288 observaciones, correspondientes a la información del PIB y del GPS, en el periodo 2000-2008, de cada entidad federativa.

Dado que la información que se obtuvo presenta una estructura de anidamiento, y se desea modelar la relación existente entre el PIB de cada entidad por año con el GPS de cada entidad por año, se hizo uso de la modelación jerárquica, considerando un modelo de dos niveles (Goldstein, 1995; Raudenbush y Bryk, 2002); como unidades de nivel 1 se tomaron los 9 años que comprende este estudio y como unidades de nivel 2 las 32 entidades federativas (Figura 1).

Figura 13.1 Diagramas de unidad para la estructura jerárquica de los datos bajo estudio.



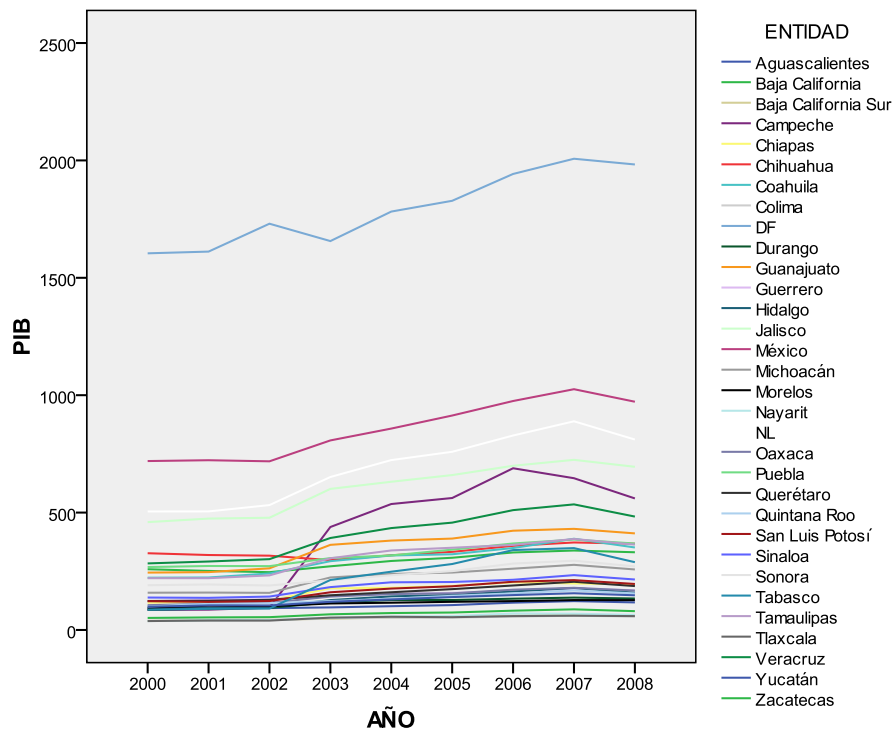
A través de la modelación jerárquica, se pretende tener una mejor comprensión de la variabilidad del PIB, pues permite conocer la varianza entre los años y las entidades federativas respecto al PIB, tomando en consideración la posible relación con el tiempo y el GPS. El modelo para ajustar la relación está dado por medio de la ecuación:

$$\begin{aligned}
 PIB_{ij} &= \beta_{0j} + \beta_1 TIEMPO + \beta_2 GPS_{ij} + e_{ij} \\
 \beta_{0j} &= \beta_0 + u_{0j} && i = 1, \dots, 9 \\
 e_{ij} &\sim N(0, \sigma_e^2) && j = 1, \dots, 32 \\
 u_{0j} &\sim N(0, \sigma_{u0}^2)
 \end{aligned}$$

Donde β_0 denota el intercepto o la media global del PIB para todas las entidades federativas en todos los años; β_1 y β_2 constituyen la pendiente o el cambio en la media del PIB, cuando hay un cambio unitario en cada variable explicatoria *TIEMPO*, y *GPS*, respectivamente, manteniendo las otras variables constantes, e_{ij} denota el error aleatorio correspondiente a la i -ésima unidad de nivel 1 (año) en la j -ésima unidad de nivel 2 (entidad federativa) y u_{0j} denota el j -ésimo error aleatorio a nivel 2. Con este modelo, lo que interesa es conocer si alguna variable como el *TIEMPO* o el *GPS* influyen en el comportamiento del *PIB*.

Al relacionar el PIB con los años del periodo de estudio para cada entidad federativa, se aprecia en la Figura 2 una primera aproximación de la relación lineal existente entre ambas variables. De la Figura 2, se observa una tendencia de crecimiento a través de los años del PIB, además se observa que hay una variabilidad entre las entidades respecto al PIB la cual se mantiene durante el periodo de estudio 2000-2008.

Figura 13.2 Relación entre el PIB y el tiempo para cada entidad federativa.



Para corroborar los factores que contribuyen a explicar por qué hay variación entre los años y entre las entidades federativas respecto al PIB, se ajustaron 3 modelos multinivel.

Los resultados de las estimaciones se muestran en la tabla 13.1. En el modelo (1), modelo intercepto aleatorio, en el que no se consideran las variables explicatorias, los resultados del ajuste muestran que se tiene un PIB en promedio de 292.745 millones de pesos en cada entidad federativa por año, además de que existe variación tanto entre los años del periodo de estudio, así como se presenta variación entre las 32 entidades federativas.

De acuerdo al coeficiente de correlación intraclase, el porcentaje de la variabilidad del PIB atribuida a las entidades federativas es de aproximadamente el 95% y solo un 5% a los años, es decir, la variabilidad del PIB es atribuida en gran parte a las entidades federativas. En el modelo (2) se introdujo la variable años como variable explicatoria, se mantuvo fija la pendiente y el intercepto aleatorio, los resultados del ajuste muestran que la variable TIEMPO sí resulta significativa, es decir, que cada año el PIB de las entidades federativas se incrementa en promedio en 18.69 millones de pesos. También se observa que la variación entre los años y entre las entidades es significativa. Sin embargo, la varianza entre las entidades se mantiene alta (57.495), mientras la varianza del PIB a nivel de los años disminuyó de 5461.39 a 3257.7 respecto al modelo intercepto aleatorio.

Tabla 13.1 Resultados de las estimaciones.

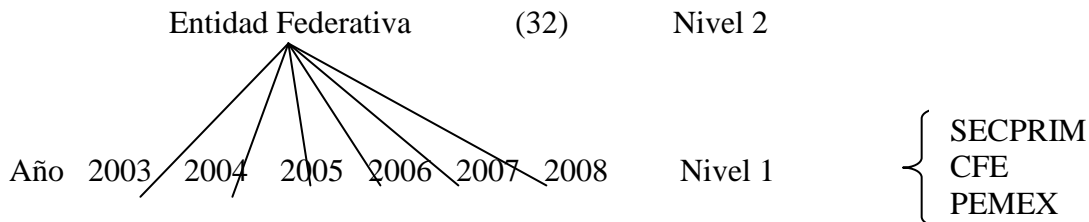
	Modelo intercepto aleatorio (1)	Modelo intercepto aleatorio con el TIEMPO (2)	Modelo intercepto aleatorio con el TIEMPO y GPS (3)
Parámetros fijos			
β_0 (Intercepto)	292.745 (58.00)	198.05 (58.2)	259.9 (22.3)
β_1 (TIEMPO)		18.69 (1.303)	6.32 (1.401)
β_2 (GPS)			29.97 (1.49)
Componentes de la varianza			
Nivel 2			
σ_{u0}^2	107054.023	106952.922	14933.551
Nivel 1			
σ_e^2	5461.385	3257.703	1136.818
Desviación			
	4167.062	3329.02	2903.018

En el modelo (3), se introdujo adicionalmente el *GPS* y se modela como fija. En los resultados mostrados en la Tabla 13.1, se observa que el *GPS* es significativo, esto quiere decir, que ante un cambio unitario en el *GPS* de cada entidad, el PIB se incrementan en 29.97 millones de pesos, manteniendo la variable *TIEMPO* fija, cabe destacar que al introducir la variable *GPS* al modelo, el *TIEMPO* influye de manera distinta, ahora cada año el PIB de cada entidad federativa se incrementa en promedio en 6.32 millones de pesos. Al comparar los modelos (2) y (3), se aprecia que la varianza a nivel entidad disminuyó de 106952.9 a 14933.6, y la varianza a nivel año también presenta una reducción de 3257.7 a 1136.8. También hay una disminución en el valor de la deviance de 3329 a 2903 es decir una reducción de 426, que al compararlo con una distribución χ^2 con 1 grado de libertad, resulta significativa. Lo que indica que el modelo (3) es más adecuado para el ajuste de los datos.

Ejemplo 2 Influencia del sector eléctrico y petrolero en la producción primaria 2003-2008

En este ejemplo se analiza la relación que existe entre los ingresos del sector eléctrico y del sector petrolero en relación con el sector primario; para la obtención de la información se recurre a una base de datos del INEGI, respecto a los ingresos de petróleo y de energía eléctrica desde 2003 hasta 2008, en las 32 entidades federativas. Dentro de la planeación económica y política de los ingresos públicos se puede hablar de recursos provenientes de la tributación que aporta la población con el fin de cumplir sus funciones públicas, o bien, por el producto de los ingresos que le otorgan los entes estatales que aprovechan recursos de la nación, como es el caso en México de Petróleos Mexicanos (PEMEX) y Comisión Federal de Electricidad (CFE). La teoría que justifica este tipo de intervención del Estado a través de una empresa pública es la del Estado de Bienestar (Keynes, 1981), para poder estabilizar los impactos negativos que ha traído consigo el capitalismo mismo, no tanto de una manera “prudente” sino necesaria a las necesidades de cada país, haciendo alusión a un análisis multi e interdisciplinario de todos los factores que inciden en las finanzas públicas de dicho país, con lo que se alinea a la visión de las Finanzas Públicas Modernas. Hoy en día, uno de los sectores que más atención requieren por parte del Estado Mexicano es el sector primario (SECPRIM), dado que la desigualdad regional, la rápida liberalización comercial y la creciente generación e incorporación de innovaciones tecnológicas, han arrasado con la producción agropecuaria nacional, ocasionándose un abultado déficit agropecuario externo de acuerdo a la FAO (2011) de aproximadamente 3.5 millones de dólares anuales durante 2000 a 2003, lo cual refleja el estado de dependencia alimentaria en que se ha desenvuelto la economía mexicana por más de dos décadas. Dado que la información que se obtuvo presenta una estructura de anidamiento, y se desea modelar la relación existente entre los ingresos del SECPRIM con los ingresos del sector eléctrico y del sector energético, se hizo uso de la modelación jerárquica, haciendo uso de un modelo de dos niveles. Como unidades de nivel 1 se tomaron los 6 años que comprende este estudio y como unidades de nivel 2 se tomaron a las 32 entidades federativas (Figura 3).

Figura 13.3 Diagramas de unidad para la estructura jerárquica de los datos bajo estudio.



A través de la modelación jerárquica, se pretende tener una mejor comprensión de la variabilidad de los ingresos del SECPRIM, pues permite conocer la varianza entre los años y las entidades federativas respecto a los ingresos del SECPRIM. El modelo propuesto está dado por la siguiente ecuación:

$$SECPRIM_{ij} = \beta_{0j} + \beta_1 TIEMPO_{ij} + \beta_2 CFE_{ij} + \beta_3 PEMEX_{ij} + e_{ij}$$

$$\beta_{0j} = \beta_0 + u_{0j} \quad i = 1, \dots, 6$$

$$e_{ij} \sim N(0, \sigma_e^2) \quad j = 1, \dots, 32$$

$$u_{0j} \sim N(0, \sigma_u^2)$$

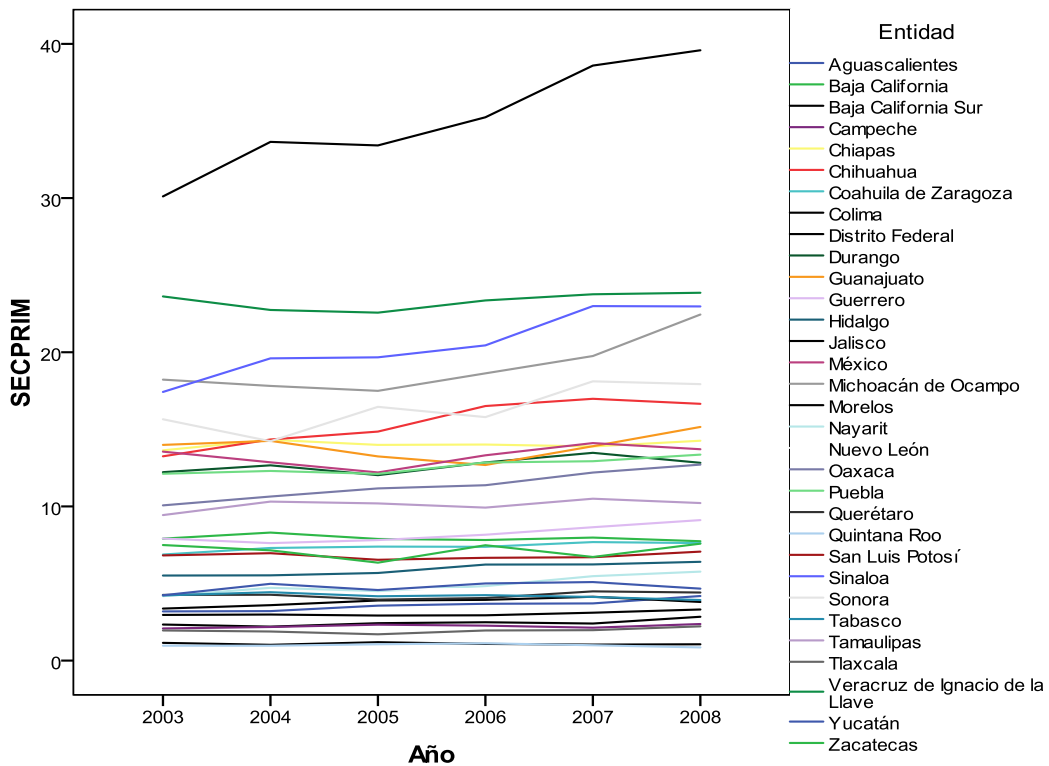
Donde β_0 denota el intercepto o la media global de los ingresos del sector primario para todas las entidades federativas en todos los años; β_1 , β_2 y β_3 constituyen la pendiente o el cambio en la media de los ingresos del SECPRIM, cuando hay un cambio unitario en cada variable explicatoria tiempo (*TIEMPO*), ingresos de la *CFE* e ingresos de *PEMEX*, respectivamente, manteniendo las otras variables constantes, e_{ij} denota el error aleatorio correspondiente a la i -ésima unidad de nivel 1 en la j -ésima unidad de nivel 2 y u_{0j} denota el j -ésimo error aleatorio a nivel 2.

Con este modelo, lo que interesa es conocer si alguna variable como *TIEMPO*, los ingresos de la *CFE* de la entidad o los ingresos de *PEMEX*, influyen en el comportamiento de los ingresos de SECPRIM. Para validar los resultados del modelo, se comprobó el cumplimiento de los supuestos de normalidad de los errores en los dos niveles.

Al relacionar los ingresos del SECPRIM, con los años del periodo de estudio para cada entidad federativa, se aprecia una primera aproximación de la relación lineal existente entre SECPRIM y el tiempo.

De la Figura 4, se tiene que no se observa una tendencia a través de los años, pero se observa que hay una variabilidad entre las entidades respecto a los ingresos del SECPRIM la cual se mantiene durante el periodo de estudio.

Figura 13.4 Relación entre los ingresos del SECPRIM y los años del periodo de estudio (2003-2008).



Para corroborar los factores que contribuyen a explicar la posible variación entre los años y entre las entidades federativas respecto a los ingresos del SECPRIM, se ajustaron 4 modelos multinivel. Los resultados de las estimaciones se muestran en la Tabla 13.2.

En modelo (1), modelo intercepto aleatorio, los resultados del ajuste muestran que se tiene un ingreso promedio de 9,457 millones de pesos en cada entidad federativa por año, además de que existe variación tanto entre los años como entre las entidades federativas, siendo aproximadamente el 98% de la variación de los ingresos atribuida a las entidades federativas.

En el modelo (2) se introdujo la variable años como variable explicatoria, se mantuvo fija la pendiente y el intercepto aleatorio, los resultados del ajuste muestran que la variable TIEMPO sí resulta significativa, es decir, que cada año los ingresos del SECPRIM se incrementa en promedio en 0.254 miles de millones de pesos.

También se observa que la variación entre los años y entre las entidades es significativa. Sin embargo, la varianza entre las entidades se mantiene alta (57.495), mientras la varianza de los ingresos del SECPRIM a nivel de los años disminuyó de 0.93 a 0.71.

Tabla 13.2 Resultados de las estimaciones.

	Modelo intercepto aleatorio (1)	Modelo intercepto aleatorio con el TIEMPO (2)	Modelo intercepto aleatorio con el TIEMPO y la CFE (3)	Modelo intercepto aleatorio con el TIEMPO, la CFE y PEMEX (4)
Parámetros fijos				
β_0 (Intercepto)	9.475 (1.342)	6.811 (1.393)	8.882 (1.304)	7.503 (1.821)
β_1 (TIEMPO)		0.254 (0.036)	0.169 (0.053)	0.364 (0.377)
β_2 (CFE)			0.121 (0.056)	0.117 (0.056)
β_4 (PEMEX)				-0.130 (0.250)
Comp. de la varianza				
Nivel 2				
σ_{u0}^2	57.458 (14.634)	57.495 (14.633)	53.203 (13.297)	53.721 (13.313)
Nivel 1				
σ_e^2	0.933 (0.104)	0.712 (0.0799)	0.694 (0.078)	0.693 (0.077)
Desviación	717.4	678.0	670.994	670.723

En el modelo (3), se introdujo adicionalmente los ingresos de la CFE y se modeló como fija.

En los resultados mostrados en la tabla 13.1, se observa que la variable *CFE* es significativa, esto quiere decir, que ante un cambio unitario en los ingresos de la CFE de cada entidad, los ingresos del SECPRIM se incrementan en 0.121 miles de millones de pesos, manteniendo la variable *TIEMPO* constante, cabe destacar que al introducir la variable *CFE* al modelo, el *TIEMPO* influye de manera distinta, ahora cada año los ingresos del SECPRIM se incrementa en 0.169 miles de millones de pesos en promedio. Al comparar los modelos (2) y (3), se aprecia que la varianza a nivel entidad disminuyó de 57.495 a 53.203, y la varianza a nivel año también presenta una reducción de 0.712 a 0.694.

También hay una disminución en el valor de la deviance de 678 a 670.994, es decir una reducción de 7.006, que al compararlo con una distribución χ^2 con 1 grado de libertad, resulta significativa. Lo que indica que el modelo (3) está mejor ajustado a los datos.

En el modelo (4) se introdujo adicionalmente los ingresos de *PEMEX* y se modela como fija. En los resultados mostrados en la tabla 13.1, se observa que la variable *PEMEX* no es significativa.

Al comparar los modelos (3) y (4) hay una disminución en el valor de la deviance de 670.994 a 670.723 es decir una reducción de 0.271, que al compararlo con una distribución χ^2 con 1 grado de libertad, resulta no significativa. Lo que indica que los ingresos del sector petrolero no ayudan a explicar el comportamiento de los ingresos del SECPRIM, en el periodo bajo estudio.

13.4 Conclusiones

La modelación estadística permite la construcción empírica de modelos –los modelos ajustados a los datos-, con lo que es posible desarrollar descripciones y explicaciones, y probar hipótesis respecto al comportamiento de los fenómenos en muchas áreas de la ciencia y la técnica. La aplicación correcta de la modelación implica la postulación realista de ecuaciones que establecen relaciones causales para describir el fenómeno bajo estudio.

Esta circunstancia enfrenta al modelador al reto de considerar variables que se miden a diferentes niveles de agregación de las unidades de estudio además de que se debe considerar la estructura de anidamientos y entrelazamientos de la población de referencia o de la muestra de la que se obtienen los datos. Esta problemática ha trazado una línea de desarrollo para la modelación que se expresa en dos vertientes: (1) modelos cada vez más generales y más complejos, y (2) métodos de estimación y herramientas de evaluación para la selección de los modelos más parsimoniosos adecuados a cada situación.

Podemos concluir que la modelación lineal jerárquica –o modelación lineal multinivel- es un conjunto de metodologías que permiten mayor realismo y pertinencia de las investigaciones económicas y de finanzas públicas. Así mismo, que es necesario desarrollar habilidades especiales asociadas a la tarea de postulación de modelos particulares asociados a situaciones concretas. Es necesario explotar correctamente las herramientas exploratorias a fin de contar con suficientes elementos sobre la razonabilidad del modelo y de los supuestos subyacentes.

En este sentido se establece la recomendación de integrar equipos de trabajo donde se integre un especialista en estadística que maneje con solvencia las herramientas exploratorias y los elementos computacionales asociados a la estimación, diagnóstico y selección de modelos en este contexto.

Las aplicaciones concretas requieren no sólo del conocimiento de la teoría del fenómeno bajo estudio, sino así mismo de los principios y procedimientos de la modelación estadística. Cabe destacar que, en la experiencia de los autores, la colaboración inter y multidisciplinaria es estrictamente necesaria para hacer buenas aplicaciones de la modelación multinivel en finanzas públicas.

Referencias

- Goldstein, H., *Multilevel Models en Educational and Social Research*, Griffin, London, 1987.
- Goldstein, H., *Multilevel Statistical Models, Second Edition*, New York, Halsted Press, 1995.
- Gujarati, D., *Econometría. Cuarta Edición*, México, McGraw-Hill Interamericana, 2003.
- Hox, J.J., *Multilevel Analysis, Techniques and Applications*. Lawrence Erlbaum Associates, 2002.
- Keynes, J. M., *Teoría de la Ocupación, el Interés y el Dinero*, México, Fondo de Cultura Económica, 1981.
- Kreft, I. and De Leeuw, J., *Introducing Multilevel Modeling*, Newbury park Sage Publications, 1988.
- Laird, N. M., & Ware, J. H., (1982), "Random effects models for longitudinal data". *Biometrics*, 38, pp. 963-974.
- Little, R. C., Stroup, W. W. and Freund, R. J., *SAS for Linear Models*. Cary, NC: SAS Institute, Inc., 2002.
- Longford, N.T., *Random Coefficient Models*, New York, Oxford: University Press, 1993.
- Longford, N., *Random Coefficient Models*. In Arminger, G., Cogg, C. C., Sobel, M. E. (eds.), *Handbook of Statistiscal Modeling for the Social and Behavioral Sciences*, New York, Plenum Press, 1995.
- Montgomery, D., Peck, E. y Vining, G., *Introducción al Análisis de Regresión Lineal*. México, CECSA. Primera reimpresión, 2004.
- Ojeda, M.M., Velasco, F., Cruz, C. y Tapia, P., *Metodología Estadística Aplicada a las Finanzas Públicas*. Xalapa, México, 2011.
- Pinheiro, J. C., & Bates, D. M., *Mixed-Effects Models in S and S-plus*. New York: Springer-Verlag, 2000.
- Raudenbush, S.W. and Bryk, A.S., *Hierarchical Linear Models: Applications and Data Analysis Methods*. Second edition, Newbury Park, CA: Sage, 2002.
- Rasbash, J., Steele, F., Browne, W.J. y Goldstein, H., *A User's Guide to Mlwin. Version 2.10*. Centre for Multilevel Modelling. University of Bristol, 2009.

Searle, S.R., Casella, G., McCulloch, C.E., Variance Components, New York, Wiley & Sons, 1992.

Singer, J. D. (1998), Using SAS PROC MIXED to fit multilevel models, hierarchical models, and individual growth models. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*. 24(4), pp. 323-355.

Snijders, T.A.B., Power and Sample Size in Multilevel Linear Models; in B.S. Everitt and D.C. Howell (eds.), *Encyclopedia of Statistics in Behavioral Science*. Chicester. Wiley (3), 1570-1573, 2005.

Snijders, T.A.B. and Bosker, R.J. (1993), "Standard errors and simple sizes for two-level research", *Journal of Educational Statistics*, 18: 237–259.

Snijders, T.A.B. and Bosker R. J., *Multilevel Analysis. An Introduction to basic and Advanced Multilevel Modeling*, Newbury Park/London/New Delhi: Sage Publications, 1999.

Wooldridge, J.M., *Introducción a la Econometría: Un Enfoque Moderno*, Cuarta Edición, Cengage, Learning Editores, 2009.

Capítulo 14

Los términos de intercambio de China, 1994-2010

Joseba Lebrancón

J.Lebrancón

Universidad de Santiago de Compostela, Departamento de Historia e Instituciones Económicas, Avda. Burgo das Nacións, s/n.15782 Santiago de Compostela, España.
jose.lebrancon@usc.es

M.Ramos, F.Miranda (eds.) *Optimización-Estocástica-Recursiva-Coherente-Sistémica y sus variantes (probabilidad, econometría y estadística aplicada)*, Temas Selectos de Optimización-©ECORFAN-Santiago de Compostela, España, 2012.

Abstract

The recent Chinese economic development it is becoming a crucial supplier to customer and growing economies. One wonders what qualitative changes accompany this quantitative progression. Knowledge of the terms of trade is an inexcusable way to answer it.

The empirical literature on Chinese terms of trade deterioration noted 17% of them between 1997 and 2004. The series here proposed, constructed from the Statistical Yearbook of China, extending the study period to 2010 confirms that deterioration but also shows a clear improvement from 2004.

The components of this improvement has been, since 2004, the highest growth rates of exports and strengthening the terms of trade in manufactures, main item of Chinese trade. The causes must be sought in the evolution of the real economy, which deserves further detailed study.

14 Introducción: el auge económico de China

La irrupción de China en la economía mundial en las últimas tres décadas ha alcanzado unas magnitudes y un ritmo asombrosos. Así lo destaca la cada vez más abundante literatura existente sobre su agricultura, industria, inversión extranjera, infraestructuras o comercio exterior⁶². No obstante, respecto a este último, conviene detenerse y destacar algunos de sus hitos. En 1978, víspera de las reformas, la suma del valor de las importaciones y exportaciones chinas equivalía al 11,8 % del comercio exterior japonés o al 6,4 % del estadounidense. Los años posteriores a la apertura los avances fueron innegables: en 2003 y 2004 el movimiento comercial chino igualaba al de Japón... y en 2010 ya lo duplicaba. En este mismo año, el comercio de China alcanzaba el 91,5 % del de Estados Unidos, cuando sólo diez años antes apenas representaba un 23 por ciento. En esa misma década, respecto del comercio exterior de la UE-15, el Imperio del Medio transitaba de un exiguo 10 % hasta un 32,4 por ciento⁶³.

Así, el ascenso económico de China ha tenido, y está teniendo, importantes consecuencias para otros países del globo. En los últimos años, el mercado chino ha llegado a suponer el 28 % de las exportaciones de Corea del Sur, el 26 % de las australianas o el 22 de las japonesas. En América Latina 19 de cada 100 dólares vendidos por Argentina los compraba el gigante asiático, cuota que ascendía hasta los 24 en el caso de Chile. En África, China ha llegado a adquirir el 14 % de las exportaciones de Sudáfrica, el 36 % de las angoleñas o el 14 de las sudanesas. Por su parte, las ventas chinas en el extranjero han progresado a un ritmo similar, si no mayor. En Asia, sin contar Taiwán y Hong-Kong, ocho de sus principales economías han obtenido de China entre el 10 y el 20 % de sus importaciones. En Estados Unidos esa cuota ha alcanzado el 13,8 % y en Reino Unido el 6,5 por ciento. En países con una economía menor y un comercio menos diversificado esa participación ha sido incluso mayor⁶⁴.

Esta creciente importancia confiere una gran trascendencia a los términos de intercambio de China.

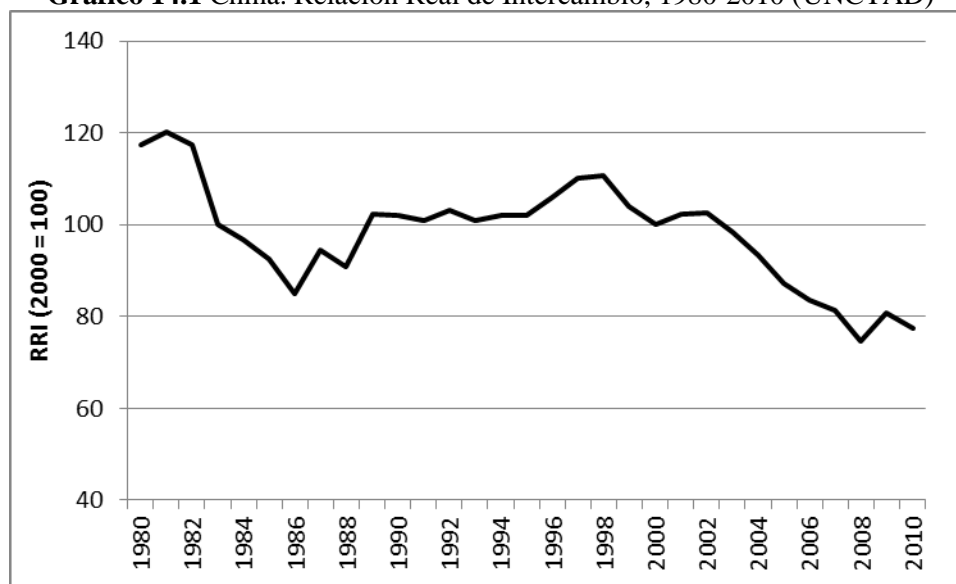
⁶² Sin pretender aquí ser exhaustivo, es recomendable consultar las grandes obras de referencia de Chow (2002), Naughton (2007) ó Brandt y Rawski (2008), donde se puede encontrar una visión general muy útil sobre la economía china así como una amplia bibliografía.

⁶³ Wto, *Statistics Database, Time Series*.

⁶⁴ NBSC, *China Statistical Yearbook*; WTO, *Statistics Database, Time Series*.

Puesto que los bienes procedentes y destinados al gigante asiático ocupan una mayor cuota del comercio de muchos países, se hace cada vez más importante conocer el precio unitario que se paga y se obtiene por ellos y su relación con lo que se vende o se compra a cambio.

Gráfico 14.1 China. Relación Real de Intercambio, 1980-2010 (UNCTAD)



Fuente: UNCTAD, UNCTADstat

La UNCTAD ofrece una serie muy completa que abarca además los últimos treinta años. En la misma se puede observar un descenso global. El deterioro de los términos de intercambio es mayor a comienzo del período, entre 1980 y 1986, seguido de una relativa mejora en los doce años siguientes, que no alcanzó a recuperar los niveles iniciales. Finalmente, a partir de 1998, se asiste a un continuado empeoramiento que continua hasta el presente.

No obstante, esta serie adolece de tres grandes problemas derivados de su método de cálculo. Cuando comenzó a calcularse, se carecía de datos fiables procedentes de China, con lo que se obtuvo su relación de intercambio mediante un procedimiento inverso. En vez de calcularse a partir de los precios unitarios de importación y exportación de la República Popular, se realizó a través de la información proporcionada por los países con los que China comerciaba, como Japón, Corea del Sur o Estados Unidos. Esta solución, siendo adecuada para aquel momento inicial, ha dejado de serlo al pasar el tiempo... y las reformas. En estos últimos treinta años la economía china ha abandonado la planificación de corte soviético para abrazar mecanismos de mercado más convencionales. En esta etapa la agricultura, la industria y los servicios han protagonizado espectaculares cambios de escala y estructura. Por último, desde comienzos de la década de 1990 la Administración de la República Popular se ha sumado a las normas y convenios estadísticos internacionales, ofreciendo desde entonces una fuente propia de datos, cifras y series enormemente amplia, fiable y homogénea con los estándares occidentales.

El objetivo de este trabajo es ofrecer una serie alternativa de la relación real de intercambio de China, basada en los datos ofrecidos por su Oficina Nacional de Estadística, la NBSC.

14.2 Los términos de intercambio en la literatura económica china

El crecimiento económico chino comenzó muy pronto a ser analizado dentro de sus fronteras. Las investigaciones al respecto se han sucedido desde el inicio de las reformas. No obstante, el interés por las relaciones reales de intercambio ha sido un poco más tardío. El primer estudio empírico importante lo firmaron en 2002 Zheng Zihai y Zhao Yumin, respectivamente presidente y director del departamento de comercialización internacional de la entonces recién fundada CAITEC⁶⁵. En su trabajo utilizaban todavía datos de la UNCTAD para reconstruir los términos de intercambio de China entre 1993 y 2000, hallando un deterioro del 13 %, que ascendía al 14 si se contemplaba únicamente el comercio de manufacturas. Este empeoramiento parecía deberse al gran peso que en la exportación tenían unos productos industriales que veían caer rápidamente sus precios internacionales, tendencia que se había agravado tras la crisis asiática de 1997. Mientras, las importaciones se encarecían por las crecientes necesidades de materias primas, tecnología y maquinaria, alimentos o bienes de consumo, cuyos precios unitarios ascendían en todo el mundo. Además, puntualmente, devaluaciones del yuan como la sucedida en 1994 contribuían a debilitar la capacidad de compra exterior de la economía china⁶⁶.

Fue no obstante en 2005 cuando apareció un artículo que se iba a convertir en el origen de sucesivas investigaciones de la academia china. Chen Feixiang, Zheng Jing y Nie Zhao, profesores de la universidad de Tongji en Shanghai, reconstruyeron la evolución de los términos de intercambio desde 1995 a 2004, siendo los primeros en utilizar las cifras del NBSC. A pesar del gran peso internacional alcanzado por el comercio del país, estimaron que la relación real de intercambio se había deteriorado en un 17 por ciento entre 1997 y 2004, período coincidente con la crisis deflacionaria asiática. No obstante, aseguraban que el problema fundamental, y objetivo por lo tanto de las medidas a tomar, era el modo en el que China se estaba insertando en la división internacional del trabajo. Tres años más tarde Chen y Nie, acompañados esta vez por Hu Jing, completaron su trabajo, retrotrayendo la serie hasta 1985 y depurando la metodología de cálculo, bajo la premisa común de que un mejor y mayor conocimiento permitiría adoptar una política económica más adecuada⁶⁷.

La aportación de Cheng, Zheng y Nie abrió la puerta a una serie de estudios encaminados a identificar lo mejor posible las causas del deterioro señalado y a proponer medidas para su solución. La primera vía de investigación se centró en la estructura comercial. En 2005 Zeng Zheng y Hu Xiaohuan achacaban la pérdida de capacidad de compra de las exportaciones chinas al excesivo peso que en ellas tenían los productos primarios y, sobre todo, las manufacturas que contenían muy poco valor añadido. Dos años después Kong Qingfeng y Sun Xulei ahondaban en el mismo diagnóstico. Además de la estructura exportadora ya señalada, pusieron de relieve la importancia que para los términos de intercambio tenían una excesiva concentración de las ventas en unos pocos países y, según ellos, el desarme arancelario ocurrido tras la adhesión a la Organización Mundial del Comercio⁶⁸.

⁶⁵ China's Academy of International Trade and Economic Cooperation, con sede en Beijing.

⁶⁶ Zheng y Zhao (2002).

⁶⁷ Chen, Zheng y Nie (2005), Hu, Chen y Nie (2008) y Wang y Shi (2008).

⁶⁸ Zeng y Hu (2005) y Kong y Sun (2007).

De los problemas identificados en el estudio de la estructura de comercio, fue el contenido en valor de los productos exportados el que centró la atención de la segunda vía de investigaciones. Zhang Xianfeng y Liu Houjun fueron los primeros en enfatizar la importancia de la tecnología y del capital humano en la evolución de la relación real de intercambio. Para la academia china era necesario incrementar la participación en las ventas al extranjero de productos con mayor valor añadido. Wang Ping y Qian Xuefeng comprendieron que lo más importante no era el componente en tecnología de cada producto sino la vía de progreso técnico escogida. Ésta configuraría la especialización de la actividad industrial y el comercio chinos en unos sectores y bienes, y no en otros, cuyo valor añadido contribuiría al deterioro o recuperación de los términos de intercambio⁶⁹.

Si la especialización productiva era importante, había que llamar la atención sobre las decisiones de inversión y la estructura empresarial derivada. Li Huizhong, Huang Ping y Li Jialung analizaron la relación existente entre el deterioro de los términos de intercambio y la creciente inversión directa extranjera. Ésta era especialmente intensa en actividades intensivas en trabajo o que empleaban tecnología obsolescente, cuyos precios de venta evolucionaban peor que los del resto de mercancías. Superar esta situación exigía reorientar la inversión hacia sectores más intensivos en capital y empresas punteras en tecnología. En este sentido Zhang y Liu Fei ahondaron en los vínculos que los términos de intercambio tenían con otros elementos de la economía. La mejora de esos términos guardaba una correlación positiva, obviamente, con el progreso técnico incorporado y con la participación alcanzada en el comercio por los bienes intensivos en capital. Pero la correlación era negativa respecto del stock per cápita de capital fijo y del tipo real de cambio. La primera cuestión incidía en las consecuencias de una excesiva inversión foránea en sectores tecnológicamente atrasados. La segunda llevó a poner el acento en cuestiones de política cambiaria⁷⁰.

Guiyong Zha ya había puesto de manifiesto poco antes la importancia que en el deterioro de los términos de intercambio tenía la relativa deflación china respecto del índice de precios estadounidense. Sostenía que si se lograba igualar la tasa de inflación norteamericana, o incluso superarla, su influencia negativa sobre el tipo real de cambio y la paridad de poder compra ayudarían a mejorar la relación real de intercambio. Esto era posible gracias a la relación inversa existente entre ambos elementos⁷¹.

14.3 La construcción de la serie

Los términos de intercambio ponen en relación la evolución de los índices de precios de la exportación y de la importación, obteniendo del cociente el devenir de la capacidad de compra de los bienes vendidos sobre los comprados al extranjero. La serie que me dispongo a presentar es, fundamentalmente, una primera propuesta en la que se ha buscado sobre todo trazar la tendencia existente y sus posibles cambios. Está construida sobre los datos ofrecidos por los Anuarios Estadísticos del NBSC. Conviene señalar que las estadísticas de comercio de este instituto siguen el estándar SITC de la ONU⁷² y que, obviamente, los valores de las entradas y salidas están expresados respectivamente en términos CIF y FOB.

⁶⁹ Zhang y Liu (2006) y Wang y Qian (2007).

⁷⁰ Li, Huang y Li (2007) y Zhang y Liu (2008).

⁷¹ Zha (2005), Xiao y Miao (2009).

⁷² Standard International Trade Classification.

Desde 1994 el Anuario ofrece para los principales bienes comerciados un detalle tanto del valor como de la cantidad exportada o importada. Así, hasta 2010 se obtiene una serie compuesta por 127 productos de exportación y 69 de importación, que en valor representan en promedio el 33,3 por ciento de las salidas y el 36,2% de las entradas. Las principales mercaderías de exportación se mueven entre el 24,3 y el 39,8% del valor total de las ventas, mientras los artículos de importación lo hacen entre el 31,7 y el 41,6 por ciento. Es, por lo tanto, una muestra.

El paso previo para elaborar la serie fue homogeneizar los datos ofrecidos por el Anuario. El valor de las mercancías venía expresado en 10^4 dólares estadounidenses y, tal vez por un excesivo celo geométrico, fueron convertidos a 10^6 US \$. Más importante fue la igualación de las magnitudes físicas. Las unidades de peso fueron finalmente reflejadas en 10^3 toneladas, desde los distintos múltiplos métricos originales. Distinto fue el caso de otros registros como las unidades, los sets y los metros, lineales, cuadrados o cúbicos.

El siguiente paso fue hallar el valor unitario de cada producto de exportación V_{94}^{xi} o de importación V_{94}^{mj} . Para cada año, y en el ejemplo se ha escogido 1994, se ha dividido el valor exportado o importado de la mercancía x_{94}^{vi}, m_{94}^{vj} entre su volumen x_{94}^{qi}, m_{94}^{qj} . Así se obtiene una especie de “cotización” expresada en miles de dólares por tonelada... salvo para los casos en los que las magnitudes eran distintas.

$$V_{94}^{xi} = \frac{x_{94}^{vi}}{x_{94}^{qi}} \quad V_{94}^{mj} = \frac{m_{94}^{vj}}{m_{94}^{qj}}$$

Para homogeneizar los distintos valores unitarios y poder operar con ellos, se ha optado por convertirlos a series de base 100. El nuevo valor para cada año $IV_{94}^{xi}, IV_{94}^{mj}$ se obtiene dividiendo la “cotización” del año corriente V_{94}^{xi}, V_{94}^{mj} , multiplicado por cien, entre la del año de referencia V_{05}^{xi}, V_{05}^{mj} , para el que se eligió 2005.

$$IV_{94}^{xi} = \frac{(V_{94}^{xi} * 100)}{V_{05}^{xi}} \quad IV_{94}^{mj} = \frac{(V_{94}^{mj} * 100)}{V_{05}^{mj}}$$

El siguiente paso fue ponderar cada producto en función de su participación en el total de la muestra. Para ello se ha multiplicado $IV_{94}^{xi}, IV_{94}^{mj}$ por el cociente obtenido de la relación entre el valor de cada bien x_{94}^{vi}, m_{94}^{vj} y el de la suma del conjunto de todas las mercancías X_{94}^V, M_{94}^V para cada año. Para asegurar la pertinencia de tal operación se ha aplicado a los datos de la muestra la estructura de comercio total ofrecida por el NBSC. A este fin se agruparon las mercancías en los epígrafes presentes en el Anuario, verificando el peso relativo de cada uno de ellos y su correspondencia con la estructura comercial total y real de China⁷³.

⁷³ Los rubros, tanto para la exportación como para la importación, son Alimentos; Bebidas y Tabaco; Materias primas no comestibles; Combustibles y derivados; y Aceites Vegetales y de Animales, entre los productos primarios. Las manufacturas se dividen en Productos Químicos; Textiles, Productos del caucho, Productos minerales y metalúrgicos; Maquinaria y Material de transporte; Miscelánea; y Otros.

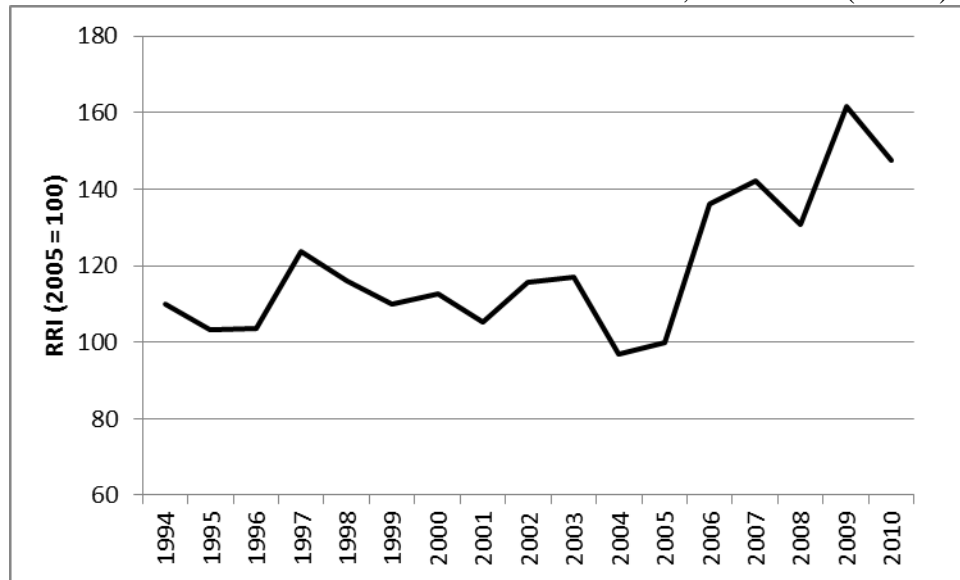
$$W_{94}^i = \frac{X_{94}^{v_i}}{X_{94}^V} \quad W_{94}^j = \frac{m_{94}^{v_j}}{M_{94}^V}$$

Finalmente, el último paso consistía en dividir el sumatorio de todos los productos de exportación entre el total de todas las mercancías importadas, y multiplicar el cociente por cien.

$$RRI_{94} = \left(\frac{\sum_{i=1}^{127} IV_{94}^{x_i} * W_{94}^i}{\sum_{j=1}^{69} IV_{94}^{m_j} * W_{94}^j} \right) * 100$$

La serie obtenida es la siguiente.

Gráfico 14.2 China. Relación Real de Intercambio, 1994-2010 (NBSC)



Fuente: Elaboración propia a partir de NBSC, China Statistical Yearbook.

Desde 1997 a 2004 los términos de intercambio se deterioraron un 21,7%, mientras que entre ese último año y 2009 la relación mejoró un 66,7 por ciento. No obstante en el último año la curva ha vuelto a cambiar rebajando la mejora entre 2004 y 2010 a un 52,1%. El sentido negativo del primer dato es coincidente con lo señalado por Zheng y Zhao en 2002 y sobre todo por Chen, Zhen y Nie en 2005. Desde ese año el deterioro de la relación de intercambio se invierte para mejorar de forma ostensible.

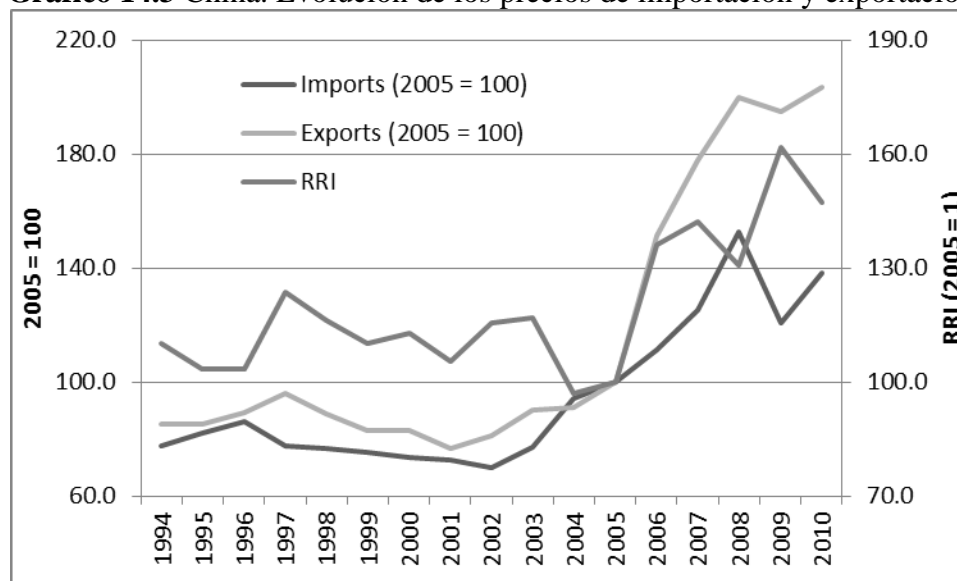
La mejora de los términos de intercambio posterior a 2004 supera con creces lo perdido en la etapa previa. No se puede menos que señalar la falta de correspondencia entre este resultado y la evolución señalada por la UNCTAD, que señalaba un deterioro constante en la relación de intercambio. Estos resultados de la UNCTAD presentan varios problemas. El primero es la falta de correspondencia con lo señalado por la literatura china: mientras para éstos el empeoramiento comienza en 1997, para aquella se inicia al año siguiente. Segundo, en ninguna de las referencias a fuente de la UNCTAD aparece el anuario del NBSC ni ningún otro recurso del país asiático.

El período de la serie, iniciada en 1980, lleva a pensar que la institución de la ONU la ha ido reconstruyendo con datos propios, lo que podía ser cabal e incluso necesario entonces pero no veinte o treinta años después, cuando los servicios estadísticos chinos han avanzado tanto. Por último, y relacionado con lo anterior, en ningún momento se ofrece explicación alguna sobre el método seguido para elaborar dicha serie⁷⁴.

14.4 Hacia una explicación del cambio de tendencia

En todo caso, ¿cómo se puede explicar la mejora de los términos de intercambio? Antes de intentar proponer algunas posibles causas, se han de identificar primero sus componentes.

Gráfico 14.3 China. Evolución de los precios de importación y exportación

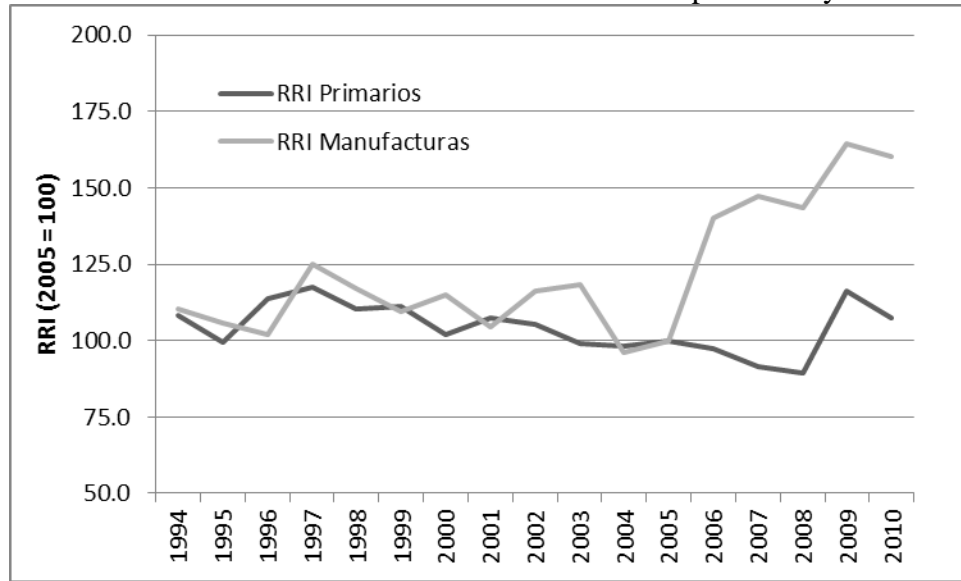


Fuente: Elaboración propia a partir de NBSC, China Statistical Yearbook

Si comparamos la evolución del índice de precios de las exportaciones $\sum_{i=1}^{127} IV_{94}^{x_i} * W_{94}^i$ con el de las importaciones $\sum_{i=1}^{69} IV_{94}^{m_i} * W_{94}^i$, podemos ver cómo entre 1997 y 2002 la mayor devaluación de los primeros explica el deterioro de los términos de intercambio habido hasta entonces. Entre ambas fechas los precios de las ventas al extranjero cayeron un 15,4 %, mientras los de las compras retrocedieron sólo un 9,5 por ciento. La fase final de deterioro en las relaciones reales de intercambio es, en cambio, opuesta. Entre 2002 y 2004 es el mayor crecimiento de los precios de las importaciones sobre las exportaciones, un 34 % frente a un 12 % respectivamente, el que explica que la tendencia continué hasta alcanzar su nadir.

Es precisamente en este crecimiento de los precios donde se encuadra el cambio de tendencia habido tras 2004. Hasta 2008 el índice relativo a las salidas varió en positivo un 119 por ciento, cuando el de las entradas sólo aumentó un 62,5. Aunque en ese último año la aceleración en el incremento de los valores de las importaciones produjo una inflexión puntual en los términos de intercambio, su acentuado retroceso posterior explica la progresión de la relación real de intercambio hasta alcanzar su cénit.

⁷⁴ Véase UNCTADstat, especialmente la tabla dedicada a los términos de intercambio, dentro los Indicadores del Comercio Internacional, y el apartado “Metodología y Clasificaciones”

Gráfico 14.4 China. Términos de Intercambio de Bienes primarios y Manufacturas

Fuente: Elaboración propia a partir de NBSC, China Statistical Yearbook.

Si observamos de forma separada como se comportan los bienes primarios $RRI\alpha$ y las manufacturas $RRI\beta$, se constata cómo son éstas las que configuran el conjunto de las relaciones reales de intercambio⁷⁵.

Las curvas de los términos de intercambio del comercio total y del comercio de productos industriales son casi paralelas. Esto es lógico si tenemos en cuenta el peso abrumadoramente mayoritario que tienen estos últimos en el comercio exterior chino.

Este vínculo entre la relación de intercambio de las manufacturas y del comercio en su conjunto es de suma importancia por dos motivos. Primero, porque hace depender la evolución de los términos de intercambio de China del precio internacional de los productos fabriles, precisamente en un momento en el que este país se está consolidando como uno de los principales talleres del mundo, sino el primero⁷⁶.

Segundo, porque se puede convertir en un mecanismo fundamental de redistribución de renta a nivel global. Por una parte, los compradores de manufacturas chinas, en gran medida aunque no exclusivamente los países desarrollados, han de pagar un precio unitario mayor por un volumen creciente de bienes.

$${}^{75} RRI\alpha = \left(\frac{\sum_{i=1}^{30} IV_{94}^{x_i} * W_{94}^i}{\sum_{j=1}^{19} IV_{94}^{m_j} * W_{94}^j} \right) * 100; RRI\beta = \left(\frac{\sum_{i=21}^{127} IV_{94}^{x_i} * W_{94}^i}{\sum_{j=19}^{69} IV_{94}^{m_j} * W_{94}^j} \right) * 100$$

⁷⁶ Kang (2008), Lee y Han (2008) y Sawyer, Sprinkle y Tochkov (2010).

Por otra, los proveedores de alimentos, materias primas y recursos energéticos que en su mayoría son países pobres o en vías de desarrollo han visto incrementarse tanto sus ventas como los precios de lo que venden a China. Además, el Imperio del Medio ha aumentado su consumo mundial de estos artículos y se ha convertido en un cliente importante o incluso preferencial para cada vez más naciones⁷⁷.

En resumen, la mejora en los términos de intercambio de China está provocada por el mayor crecimiento de los precios de lo que este país vende al extranjero y por el progreso en la relación real de intercambio de sus manufacturas. Dicho esto, ¿cuáles son sus causas?

a) El tipo de cambio

Desde la irrupción de China como gran potencia comercial, uno de los caballos de batalla de los países de Occidente ha sido la política cambiaria del gigante asiático.

Las presiones para que Beijing y Shanghai re-evaluaran al alza su divisa arreciaron desde mediados de 2003.

En julio de 2005 el CFETS elevó un 2,1 % el tipo de cambio del RMB respecto del dólar estadounidense⁷⁸, y desde entonces la divisa china no ha dejado de apreciarse.

Así, si hasta 2004 la moneda norteamericana se cambiaba por 8,28 yuanes, en promedio anual, en 2010 el cambio se situaba en 6,77. Con ser coincidente en el tiempo este cambio con la mejora en los términos de intercambio, ¿hay causalidad?

La relación entre ambos procesos es, ya desde el punto de vista teórico, muy compleja y aunque no podemos tratarlo a fondo en este artículo sí estamos en condiciones de adelantar algunas consideraciones, meramente empíricas.

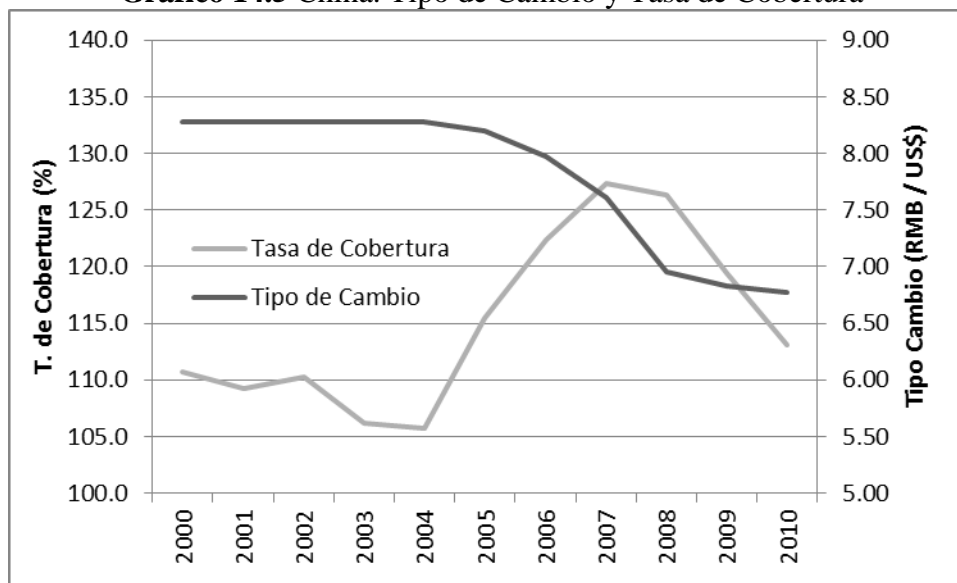
Primero, a pesar del constante incremento de valor del RMB, el régimen cambiario ha permanecido inalterado.

Desde 1994 la política de cambios de China ha consistido en una muy controlada flotabilidad en paralelo a la divisa estadounidense, con respecto a cuya cotización sólo se permiten oscilaciones diarias del $\pm 0,25\%$. Segundo, la influencia sobre el comercio de la mayor capacidad adquisitiva del yuan está muy lejos de resultar clara⁷⁹.

⁷⁷ Malamud (2007), Sautman y Yan (2007), Villoria (2009) y Jenkins (2009) y (2011).

⁷⁸ El China Foreign Exchange Trade System (CFETS), con sede en Shanghai, tiene a su cargo el control ejecutivo de la política cambiaria, pero está subordinado al People's Bank of China (PBC) de Beijing. El *renminbi*, "moneda del pueblo", es el nombre oficial de la moneda china, comúnmente denominada *yuan* que no es sino su unidad básica de curso.

⁷⁹ Huang y Wang (2004), Zhang y Pan (2004) y Goldstein y Lardy (2006).

Gráfico 14.5 China. Tipo de Cambio y Tasa de Cobertura

Fuente: Elaboración propia a partir de OCDE, NBSC y WTO

Hasta 2004 un tipo de cambio tan subvalorado como se denunciaba no impidió que la tasa de cobertura del país, aunque positiva, se estuviera deteriorando, al igual que la propia relación de intercambio. Entre ese año y 2007, la revalorización al alza del RMB ha convivido con un fuerte incremento del exceso de exportaciones sobre las importaciones y con la mejora de los términos de intercambio. En los últimos años ha habido una inflexión en esta tendencia, que no obstante es muy arriesgado achacar a la evolución de la divisa.

Por una parte, desde 2008 la crisis mundial ha sometido a todos los países a fuertes alteraciones, que van a dificultar los análisis temporales hasta que no se pueda disponer de una serie lo suficientemente larga. Por otra, en este período China ha continuado imparable su ascenso como potencia comercial y económica mundial. Si en 2000 el Imperio del Medio representaba el 3,6 por ciento del comercio mundial y su PIB equivalía al 10,7 % del conjunto de los países de la OCDE, en 2005 su participación había ascendido al 6,7 y 15,2 respectivamente, y en 2010 al 9,7 y 24,5.

Antes que al tipo de cambio, la evolución de la tasa de cobertura parece deberse a la creciente fortaleza económica china y su cada vez mayor necesidad de materias primas, alimentos y bienes de capital, intermedios o de consumo. China importa más debido a y con la finalidad de exportar más. ¿Puede ser este acelerado metabolismo comercial y productivo la causa de la mejora en los términos de intercambio?

b) Comercio e industria: el sector real como explicación

En primer lugar, ya en la década de 1990 pero sobre todo tras el cambio de siglo, China ha concentrado cada vez más tráfico. Este país se ha convertido en el principal importador de un gran número de mercancías y en uno de los mayores compradores de otras tantas. A sus costas llegan manufacturas, alimentos, materias primas y recursos energéticos, convirtiéndose por ejemplo en el segundo consumidor mundial de crudo sólo por detrás de Estados Unidos⁸⁰.

⁸⁰ Huang y Guo (2007) y Faria, Mollick, Albuquerque y León-Ledesma (2009).

Fundamentalmente, los insumos primarios y los bienes intermedios son sometidos a procesos de menor o mayor transformación, para ser devueltos en su inmensa mayoría al comercio internacional. Así, el Imperio del Medio figura también entre los mayores exportadores mundiales de una creciente lista de artículos. Cabe preguntarse ¿hasta qué punto la concentración de comercio e industria le permite a China influir, en su beneficio, en la cotización internacional de bienes? Es aquí cuando puede tomar mayor relevancia la evolución diferencial de los precios de exportación e importación.

Segundo, si bien es cierto que, dentro de la división global del trabajo, China ha ocupado una posición de ensamblador y que esta fase aporta un valor añadido menor que otras tareas, no está tan claro que esto pueda por sí solo condenar al país a una condición permanente de debilidad. Por una parte la transferencia de actividad resultante de la deslocalización fabril realizada desde economías más desarrolladas, a la que habría que sumar la propia iniciativa interna, ha concentrado dentro de sus fronteras una proporción significativa de la manufactura mundial⁸¹. Por otra, China está trasladando su epicentro industrial de montajes de bajo valor añadido, como la confección textil o algunos productos plásticos, a ensamblajes más intensivos en tecnología, desde el material de transporte y la maquinaria a la informática y las telecomunicaciones⁸². Como nuevo taller del planeta ¿puede estar China haciendo gravitar los precios unitarios en torno a sus ventas? Hay que recordar en este punto que la mejora en los términos de intercambio ha estado impulsada por el crecimiento de la relación real de intercambio en beneficio de las manufacturas chinas. Por último, conviene tener en cuenta que la división internacional del trabajo no es algo inmutable.

Desde su posición como montador, el país asiático puede progresar a lo largo de la cadena productiva hacia eslabones de mayor valor añadido, bien hacia labores de investigación, concepción o diseño, bien hacia la comercialización final o los servicios post-venta⁸³. La literatura reciente está intentando analizar parte de estos dos últimos fenómenos tratando de medir la sofisticación de las exportaciones chinas⁸⁴.

Estos tres factores, que se antojan de máxima importancia, merecen ser analizados pormenorizadamente, pues aquí tan solo aparecen esbozados. No sólo por su probable influencia en los términos de intercambio, sino por sus implicaciones para China y para el resto de economías del mundo. Su estudio debe contemplar tanto las series que ilustren lo aquí expuesto, como su correlación con las relaciones reales de intercambio. Tarea que, no obstante, debemos posponer a un ulterior artículo.

14.5 Conclusiones

El reciente desarrollo económico chino ha colocado al país asiático, en apenas dos décadas y en relación al tamaño de su comercio, por delante de potencias como Japón o a la par de otras como Estados Unidos. China, reconfigurada en gran exportadora mundial de manufacturas, se está convirtiendo en cliente o suministradora de importancia para un número creciente de economías. Algunas de ellas tienen incluso en el Imperio del Medio su principal mercado exterior.

⁸¹ Hsieh y Woo (2005), Qiu (2005), Bai, Lu y Tao (2010) y Salike (2010).

⁸² Zhou y Xin (2003) y Yeung, Liu y Dicken (2006).

⁸³ Kwan (2002), (2003) y (2010), y Hu y Jefferson (2009).

⁸⁴ Rodrik (2006), Lall, Weiss y Zhang (2006), Schott (2008), Xu y Lu (2009) y Xu (2010).

Cabe preguntarse qué cambios cualitativos han acompañado a esta progresión cuantitativa. El conocimiento de los términos de intercambio es un paso inexcusable para comenzar a darle respuesta.

La literatura empírica china sobre las relaciones reales de intercambio ha señalado un deterioro de las mismas, ocurrido entre 1997 y 2004, cercano al 17 por ciento. Además de las peculiaridades de la política cambiaria o la excesiva concentración de las exportaciones en unos pocos mercados, la principal causa aducida para explicar ese deterioro ha sido la estructura productiva. La inversión extranjera, pero también la pública y privada china, se ha dirigido fundamentalmente a sectores intensivos en fuerza de trabajo, dejando en un segundo plano ramas con mayor contenido tecnológico. A pesar de estas aportaciones, la dificultad de acceder a las obras originales hizo imprescindible construir una serie propia sobre los términos de intercambio.

La serie propuesta, construida para el período 1994-2010, ha buscado mucho más hallar una tendencia que defender unas magnitudes. Se ha construido sobre una muestra de mercancías ofrecida por los Anuarios Estadísticos chinos, compuesta por los principales artículos de importación y exportación del país. El resultado confirma el deterioro habido en los términos de intercambio entre 1997 y 2004, pero también muestra una clara mejora a partir de ese último año. A grandes rasgos, el fortalecimiento de la relación de intercambio entre 2004 y 2010, supera con creces las pérdidas de la etapa anterior.

Los componentes de esta mejora han sido, desde 2004, el crecimiento comparativamente mayor de los precios de las exportaciones, sobre los de las importaciones, y el fortalecimiento de los términos de intercambio de las manufacturas, principal rubro del comercio chino.

Las causas hay que buscarlas ante todo en la evolución de la economía real, que merece un estudio detallado pero que pueden ser brevemente reseñada. China está concentrando cada vez más tráfico y actividad industrial, al tiempo que evoluciona hacia tareas de mayor valor añadido. Esto sería así tanto por los cambios habidos en la composición tecnológica de la manufactura, como por la traslación de la actividad hacia otras fases productivas.

Referencias

- Bai, Chong-En; Lu Jiangyong; Tao Zhigang (2010), “Capital or knowhow: the role of foreign multinationals in Sino-foreign joint ventures”, *China Economic Review*, vol. 21, pp. 629-638
- Brandt, Loren; Rawski, Thomas G. (2008), *China’s great economic transformation*, Cambridge University Press
- Chen Fei-Xiang; Zheng Jing; Nie Zhao (2005), “Analysis on changes of China’s Trade Term from 1995 to 2004”, *Jingji Guancha (Economic Observer)*, vol. 3, pp. 30-33 (original en Chino)
- Chow, Gregory C. (2002), *China’s economic transformation*, Wiley-Blackwell
- Faria, João R.; Mollick, André V.; Albuquerque, Pedro H.; León-Ledesma, Miguel A. (2009), “The effect of oil price on China’s exports”, *China Economic Review*, vol. 20, pp. 793-805

- Goldstein, Morris; Lardy, Nicholas (2006), "China's exchange rate policy dilemma", *The American Economic Review*, vol. 96.2, pp. 422-426
- Hsieh Chang-Tai; Woo Keong (2005), "The impact of outsourcing to China on Hong-Kong's labor market", *The American Economic Review*, vol. 95.5, pp. 1673-1687
- Hu, Albert G.; Jefferson, Gary H. (2009), "A great wall of patents: What is behind China's recent patent explosion?", *Journal of Development Economics*, vol. 90, pp. 57-68
- Hu Jing; Chen Fei-Xiang; Nie Zhao (2008), "Empirical study of factorial terms of trade in China: 1985-2004", *Finance and Trade Research*, vol. 6, pp. 47-52
- Huang Haizhou; Wang Shuilin (2004), "Exchange rate regimes: China's experience and choices", *China Economic Review*, vol. 15, pp. 336-342
- Huang Ying; Guo Feng (2007), "The role of oil prices shocks on China's real exchange rate", *China Economic Review*, vol. 18, pp. 403-416
- Jenkins, Rhys (2009), "El impacto de China en América Latina", en *Revista CIDOB d'Afers Internacionals, Los Retos de América Latina en un mundo en cambio*, vol. 85-86, pp. 251-272
- Jenkins, Rhys (2011), "El 'Efecto China' en los precios de los productos básicos y en el valor de las exportaciones de América Latina", *Revista CEPAL*, vol. 103, pp. 77-93
- Kang, Kichun (2008), "How much have been the export products changed from homogeneous to differentiated? Evidence from China, Japan and Korea", *China Economic Review*, vol. 19, pp. 128-137
- Kong Qing-Feng; Sun Xu-Lei (2007), "Reasons of the decrease of China's terms of trade and related measures", *Journal of International Trade*, vol. 10 (original en Chino)
- Kwan Chi Hung (2002), "The rise of China and Asia's flying-geese pattern of economic development: an empirical analysis based on US import statistics", *NRI Papers*, vol. 52
- Kwan Chi Hung (2003), "La superación del 'síndrome de China' en Japón", *Boletín ICE*, vol. 807, pp. 169-182
- Kwan Chi Hung (2010), "Chinese companies investing in Japan to strengthen their supply chains: technologies and markets are the main targets", *REITI. China in Transition*, 09/26/2010
- Lall, Sanjaya; Weiss, John; Zhang Jinkang (2006), "The 'sophistication' of exports: a new trade measure", *World Development*, vol. 34.2, pp. 222-237
- Lee Jaimin; Han Sangyong (2008), "Intra-industry trade and tariff rates of Korea and China", *China Economic Review*, vol. 19, pp. 697-703
- Li Huizhong; Huang Ping; LI Jialun (2007), "China's FDI Net Inflow and deterioration of Terms of Trade: paradox and explanation", *China & World Economy*, vol. 15, pp. 87-95

Malamud, Carlos (2007), "Los actores extrarregionales en América Latina (I): China", en Real Instituto Elcano. Documento de Trabajo, n° 51/2007

Naughton, Barry (2007), *The Chinese economy: transitions and growth*, MIT Press

Qiu Ying (2005), "Personal networks, institutional involvement and foreign direct investment flows into China's interior", *Economic Geography*, vol. 81.3, pp. 261-281

Rodrik, Dani (2006), "What is so special in China's exports?", *China & World Economy*, vol. 14.5, pp. 1-19

Salike, Nimesh (2010), "Investigation of 'China Effect' pm crowding out of Japanese FDI: an industry level analysis (1990-2004)", *China Economic Review*, vol. 21, pp. 582-597

Sautman, Barry; Yan Hairong (2007), "Friends and interests: China's distinctive links with Africa", *African Studies Review*, vol. 50.3, pp. 75-114

Sawyer, William C.; Sprinkle, Richard L.; Tochkov, Kiril, "Patterns and determinants of intra-industry trade in Asia", *Journal of Asian Economics*, vol. 21, pp. 485-493

Schott, Peter K. (2008), "The relative sophistication of Chinese exports", *Economic Policy*, vol. 53, pp. 5-49

Villoria, Nelson B. (2009), "China and the manufacturing terms-of-trade of African exporters", *Journal of African Economies*, vol. 18.5, pp. 781-823

Wang Ping; Qian Xue-Feng (2007), "On industrial policy orientation of technology progress: the view of the improvement of terms of trade", *China Industrial Economy*, vol. 3 (original en Chino)

Wang Suqin; Shi Junchao (2008), "An empirical study on the changes in the terms of trade of China's manufactured goods: 1995-2006", *Finance & Trade Economics*, vol. 8, pp. 90-94

Xiao Long-Jie; Miao Jian-Jun (2009), "Study on the influence of fluctuating RMB exchange rate to China's terms of trade mechanism", *On Economic Problems*, vol. 2 (original en Chino)

Xu Bin (2010), "The sophistication of exports: Is China special?", *China Economic Review*, vol. 21, pp. 482-493

Xu Bin; LU Jiangyong (2009), "Foreign direct investment, processing trade and the sophistication of China's exports", *China Economic Review*, vol. 20, pp. 425-439

Yeung, Henry W-Ch.; Liu Weidong; Dicken, Peter (2006), "Transnational corporations and network effects of a local manufacturing cluster in mobile telecommunications equipment in China", *World Development*, vol. 34.3, pp. 520-540

Zeng Zheng; Hu Xiao-Huan (2005), "Clarification on the actuality upgrading exporting commodity structure and deterioration of trade terms coexist in China", *Finance and Economics*, vol. 4 (original en Chino)

Zha Gui-Yong (2005), "Empirical analysis on the relations between terms of trade in China and real exchange rate", *International Trade Journal*, vol. 8 (original en Chino)

Zhang Fan; Pan Zhuohong (2004), "Determination of China's long-run nominal exchange rate and official intervention", *China Economic Review*, vol. 15, pp. 360-365

Zhang Xian-Feng; Liu Hou-Jun (2006), "Further discussions on the relations between the terms of trade and the benefit of trade", *Journal of International Trade*, vol. 8 (original en Chino)

Zhang Xian-Feng; Liu Fei (2008), "An analysis on the influencing factors of terms of trade of China's manufactured goods", *Journal of International Trade*, vol. 5 (original en Chino)

Zheng Zhihai; Zhao Yumin (2002), *China's Terms of Trade in manufactures, 1993-2000*, United Nations Conference on Trade and Development, Discussion Papers

Zhou Yu; Xin Tong (2003), "An innovative region in China: interaction between multinational corporations and local firms in a high-tech cluster in Beijing", *Economic Geography*, vol. 79.2, pp. 129-152

Capítulo 15

Medición de la rentabilidad económico-ambiental de dos cultivos de la región del valle fresero de Michoacán: Una aplicación de insumo producto y análisis prospectivo

Ricardo Zamora

R.Zamora

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, General Francisco J. Múgica s/n, Felicitas del Río, 58030 Morelia, Michoacán

rica_zamora@hotmail.com

M.Ramos, F.Miranda (eds.) *Optimización-Estocástica-Recursiva-Coherente-Sistémica y sus variantes (probabilidad, econometría y estadística aplicada)*, Temas Selectos de Optimización-©ECORFAN-Santiago de Compostela, España, 2012.

Abstract

The overall purpose of this article is to generate empirical evidence on the cost of land degradation caused by the activity of strawberry crops and corn in the valley region of Michoacán strawberry comprising the municipalities of Zamora, Jacona, Ixtlan and Tangancícuaro. For this task you perform the following secondary objectives: a) Construction of an input-output matrix (IPM) for each of the municipalities, b) Breakdown of intersectoral flows of activities and maize milling sector from agriculture, livestock and fishing each MIP, c) Construction of a satellite account (CS) to provide information on investment ratios used to mitigate damage based soil nutrients nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K) and calcium (Ca) d) Extension of each unbundled local MIP through (CS) constructed to evaluate the degradation and sustainability of soil fertility, e) consider three scenarios for a prospective analysis f) Measuring the efficiency of each municipality in the region to mitigate soil depreciation.

15 Introducción

El sector agropecuario a nivel mundial ha resentido durante los últimos años los efectos del calentamiento global mismos que se advirtieron en la década de los noventa. El sector rural ha tenido que enfrentarse aquellos eventos extremos como las sequias, inundaciones, heladas, ondas cálidas, granizadas y precipitaciones que se han presentado con mayor concentración en tiempo y espacio (FAO, 2007).

La sequia se ha convertido en el fenómeno mas peligroso para la producción agrícola mexicana al dejar una pérdida total de 989 mil hectáreas de superficie agrícola durante el ciclo 2010-2011 (CONAZA, 2012), siendo el frijol uno de los cultivos más afectados tras sufrir una reducción del 53.4% de superficie sembrada por el retraso de lluvias (Giner, Fierro y Negrete, 2011). Ante esta serie de efectos, el Consejo Mexicano para el Desarrollo Rural Sustentable (CDMR) avaló un monto de 33 mil 827 millones de pesos para el Plan Integral de Atención a la Sequia 2012 (SAGARPA: 2012) de los cuales el 12% se destinarán al manejo adecuado de agua y uso sustentable de recursos naturales. Por otro lado, se destinarán 763.4 millones de pesos al Programa de Conservación y Uso sustentable de suelo y Agua (COUSSA) cuyo objetivo principal es la conservación, uso y manejo sustentable de los recursos naturales utilizados en la producción primaria y el cual forma parte de los programas de la Comisión Nacional de las Zonas Áridas⁸⁵ (CONAZA).

En Michoacán no se han resentido los efectos de la sequía de manera tan abrupta como ha sucedido en algunos estados del norte del país, pero comparte la inquietud de generar investigaciones e innovaciones tecnológicas aplicadas a la sustentabilidad agrícola. Por ejemplo, para dar respuesta a las fuertes precipitaciones que han afectado los cultivos del aguacate, de frutillas, durazno y guayaba se han colocado 92 cañones antigranizo en los municipios de Acuitzio del Canje, Tacámbaro y Villa Madero por la empresa Sistemas Climatológicos Antigranizo de Michoacán (La Jornada Michoacán, 2012), pero, sin embargo, hasta el momento no existe un informe técnico y científico del total de los cañones instalados para determinar si el impacto ambiental de su uso es positivo (Jornada Michoacán 2012b, Cambio de Michoacán, 2012).

⁸⁵ Durante el año 2011 se ejerció un monto de 400 millones de pesos para el programa de COUSSA (CONAZA, 2011). La Comisión también tiene a su cargo los programas del Proyecto estratégico de Seguridad Alimentaria (PESA), Proyecto Estratégico “Construcción de Pequeñas Obras Hidráulicas” (POH) y el Proyecto Transversal de Desarrollo de las Zonas Áridas (PRODEZA).

Con los resultados empíricos se comprobarán las siguientes hipótesis de investigación:

- i. El deterioro del suelo en cultivos enfocados a la exportación es medio o alto (cultivo de fresa).
- ii. El deterioro del suelo utilizado para cultivos de auto-consumo es bajo o inexistente (cultivo del maíz).

El enfoque de la investigación utilizado es mixto. Primero es descriptivo porque especifica las características que tienen los cultivos de la fresa y el maíz en la región del valle fresero de Michoacán. Es exploratorio ya que intenta medir el deterioro del suelo a través de una aplicación de la MIP poco utilizada y donde el impacto ambiental en el suelo utilizado para actividades agrícolas en el Estado de Michoacán tiene escasos trabajos empíricos y finalmente tiene un alcance correlacional al crear escenarios hipotéticos para ofrecer predicciones con los resultados obtenidos (Hernández et al: 2006). Es decir, en la parte final del trabajo se proyectan tres escenarios⁸⁶ contrafactuales, uno de tipo probable también llamado referencial que se construye con las tendencias pasadas y presentes y darán respuesta al futuro verosímil de ¿Qué pasará con la producción de la fresa y el maíz en la región del valle fresero del estado de Michoacán ante la actual tendencia?, un segundo escenario alternativo con cambios positivos a la situación actual y un tercer escenario alternativo con cambios negativos (Mojica: 2006). Estos dos últimos representarán las alternativas del futuro, una deseable y otra rechazable (Godet: 2000). Ergo, el diseño de estudio empleado es transeccional de tipo causal-prospectiva al utilizar como base los datos del año 2003 que proporcionan las MIP (Hernández et al: 2003).

Posterior a esta introducción se revisa como marco teórico el modelo híbrido utilizado para la regionalización de las MIP municipal, así mismo, se expone la programación lineal para dicha construcción y su posterior desagregación sectorial. Se describe también la construcción de la CS, los escenarios hipotéticos y el método DEA para encontrar la eficiencia de los municipios en mitigar la degradación del suelo. En el tercer apartado se describe la región del valle fresero del Estado de Michoacán por medio del análisis regional de homogenización y contigüidad. En el cuarto apartado se exponen los principales resultados empíricos y al final del capítulo uno con las principales conclusiones.

15.2 Marco teórico: Desagregación y extensión de análisis insumo producto

A lo largo de la historia los individuos han tenido el afán de conocer el comportamiento y estructura de sus economías. La ciencia económica ha utilizado modelos para representar de manera abstracta y a su vez, generar información empírica sobre las relaciones intersectoriales de las mismas. Tal es el caso de los modelos de equilibrio lineal donde la MIP representó su principal instrumento desde que Wassily Leontief publicó en 1951 un análisis intersectorial de la economía estadounidense por medio de tablas de transacciones de bienes y servicios. Este ejercicio no solo construyó una tabla de insumo producto como es conocida hoy en día, si no también, logró integrar la basta información estadística a los servicios de la Teoría del Equilibrio General que contaba hasta su momento con un bagaje teórico robusto pero sin evidencia empírica que la respaldara.

⁸⁶ Godet (2000:17) conceptualiza el escenario como “un conjunto formado por la descripción de una situación futura y un camino de acontecimientos que permiten pasar de una situación original a otra futura”. El análisis prospectivo que se realiza se basa en construir tres escenarios que indican tres posibles futuros (Mojica, 2006).

Pero, sin embargo, son varios los autores que se han preocupado por representar la economía como François Quesnay que en el siglo XVIII publicó la *Tableau Economique*, Karl Marx que utilizó los esquemas de producción en 1870, León Walras quien construyó un modelo de equilibrio general en 1926 bajo la teoría subjetiva del valor y por medio de instrumental microeconómico.

François Quesnay, Karl Marx, León Walras y Wassily Leontief presentan cierta semejanza en sus planteamientos, pero en general no tienen continuidad en los análisis realizados respectivamente por cada uno de los autores sobre las fluctuaciones. Esta discontinuidad se debe a las diferencias teóricas y lógicas que utilizaron (Mariña, 1993).

15.2.1 Estructura de la Matriz de Insumo-Producto

Una matriz es un cuadro de doble entrada donde los datos están colocados en filas y columnas. Provee una descripción de los flujos de bienes y servicios de una región expresados en una medida común: unidades monetarias (Mariña, 1993). Este modelo se conforma por tres tablas o matrices:

- a) De transacciones intermedias; muestra los pagos por compras y ventas de bienes y servicios medidos a precios de productor de cada uno de los sectores.
- b) Matriz de demanda final; se localiza el valor bruto de la producción (VBP) por el lado de los ingresos dividido en dos componentes, el de la demanda intermedia (DI) que representa los ingresos de las empresas por la venta de bienes intermedios que satisface la demanda de otras unidades productivas y el componente de la demanda final (DF) que representa los ingresos de las ventas de bienes finales.
- c) Matriz de valor agregado; se presenta el VBP por el lado de los costos dividido en consumo intermedio (CI) y valor agregado (VA). El primero son los bienes y servicios que son empleados en la producción como las materias primas y los servicios productivos. El segundo son las remuneraciones que hacen las empresas en factores productivos como los sueldos y salarios e impuestos pagados.

De esta manera la forma de leer una MIP es: verticalmente (columnas) se registran las compras de los sectores productivos o costos de las empresas y horizontalmente (filas) se leen las ventas o ingresos que tiene una empresa. *Ipsa facto*, en el cuadro de transacciones intermedias se observan las compra-ventas de bienes intermedios entre los sectores económicos.

15.2.2 Método de regionalización empleado

La regionalización de una MIP se lleva a cabo a partir de un modelo híbrido⁸⁷ que combina información de encuestas directas (*full-survey method*) y técnicas mecánico-estadísticas (*non-survey method*). Se parte de la información de la última MIP nacional publicada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y de los resultados de los Censos Económicos 2004 a miles de pesos del año 2003.

Se utilizaron dos técnicas *non-survey* para la regionalización de la MIP del estado de Michoacán y posteriormente de la MIP de cada uno de los 4 municipios antes señalados. El método utilizado fue el de aproximación de oferta y demanda (*supply and demand approaches*) que constituye una mejora de la familia de los coeficientes de localización desarrollada por Miller y Balir (1985).

⁸⁷ Para una descripción a detalle sobre el proceso de regionalización y las técnicas empleadas de los modelos híbridos para la regionalización de matrices, se recomienda la lectura de los capítulos 3 y 4 de Fuentes et al (2004).

La primera técnica que se aplicó fue el de coeficientes de localización simple (15.2) para la MIP estatal que servirá para obtener cada uno de los términos de la ecuación de oferta y demanda que se muestra en la ecuación (1):

$$\bar{X}_i = \sum a_{ij}^N X_j^R + \sum C_{if}^N Y^R \quad (15.1)$$

$$CLSi^R = (X_j^R X^R) / (X_j^R X^R) \quad (15.2)$$

Donde:

X_i^R = es la producción regional en la industria i.

X^R = es la producción total de la región.

X_i^N = es la producción nacional en la industria i.

X^N = es la producción total nacional.

Para la obtención de los coeficientes técnicos regionales (a_{ij}^R) se atiende a las siguientes dos restricciones:

$$a_{ij}^N \text{ si } CLSi^R \geq 1 \quad (15.3)$$

$$a_{ij}^N, CLSi^R, \text{ si } CLSi^R < 1 \quad (15.4)$$

Con la derivación de la MIP de coeficientes técnicos regionales y la obtención de los valores de la producción regional para cada MIP se obtiene el primer miembro de la ecuación del método de oferta y demanda (1). Para la obtención del segundo miembro de la ecuación (15.1) se determina la DF regional y se realiza la siguiente estimación:

$$C_{if}^N = Y_{if}^N / Y_f^N \quad (15.5)$$

Donde:

Y_{if}^N = el valor de la demanda final del sector f en la industria i.

Y_f^N = el valor total de la demanda final del sector f.

Posteriormente se computan las diferencias entre el VBP real (X_i) y VBP que se ha estimado (\bar{X}_i); el resultado que se obtenga será b ($b_i = X_i - \bar{X}_i$). Con el fin de mejorar los coeficientes técnicos regionales (a_{ij}^R) se estiman de la siguiente manera:

$$a_{ij}^N, \text{ si } b \geq 0 \quad (15.6)$$

$$a_{ij}^N * Z, \text{ si } b < 0 \quad (15.7)$$

Donde $z = (X_i / \bar{X}_i)$. Esta última ecuación permitirá aproximar los resultados a los dígitos más cercanos del comercio intersectorial regional puesto que expresa una proporción entre la producción total regional y la producción total regional que se estima. Posteriormente se modifican los coeficientes técnicos de la MIP nacional para producir un grupo de coeficientes técnicos regionales que en este caso

serán los del estado de Michoacán. Para la obtención de la MIP de cada uno de los 4 municipios se realiza el mismo procedimiento pero a partir de la MIP estatal ya estimada.

15.2.3 Desagregación de un sector en la matriz insumo producto

Los Sistemas de Cuentas Nacionales (SCN) del país proporcionan información a nivel macroeconómico sobre los diferentes sectores de la economía. Se encuentran divididas de acuerdo al Sistema de Clasificación Industrial de América del norte (SCIAN) diseñado en 1993 a partir de reuniones con los gobiernos firmantes del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) e implementado por INEGI en 1997 (INEGI, 2002). La división consiste en 20 sectores donde “las subramas y clases de actividad del clasificador fueron definidas tomando en cuenta la forma de operar de las unidades económicas” (Ibíd.: 5). Esta clasificación tiene la virtud de ser homogénea a los SCN de Estados Unidos y Canadá para realizar trabajos de comparabilidad. A partir de esta estructura estadística el INEGI publica la MIP nacional desagregada a 20 sectores y 79 subsectores (INEGI, 2003). Pero, sin embargo, al momento de revisar los resultados de los Censos Económicos realizados por INEGI (2004) la información es inexistente a niveles de desagregación más altos, especialmente a los correspondientes del subsector de la agricultura donde la mayoría de las ramas son actividades que solo se realizan en México.

En otras palabras, el statu quo de la agregación de la economía complica la oportunidad de realizar un análisis más detallado sobre alguna actividad específica de los 79 subsectores del SCIAN. Tal es el caso del subsector de la agricultura (111)⁸⁸ que considera en sus ramas a las actividades de cultivos de granos y semillas oleaginosas, de hortalizas, frutales y nueces (113), invernaderos y viveros, y floricultura (1114), y el de otros cultivos (119)⁸⁹. A pesar de ello, los Censos Económicos 2004 publicados por INEGI no muestran datos estadísticos de estas actividades y la última MIP publicada solo muestra los flujos de interrelaciones económicas de los 79 subsectores, lo que impide conocer con exactitud como se relacionan por ejemplo, las actividades de los cultivos del maíz y la fresa con otra actividad como la industria química o alimentaria. Por lo que solo se puede leer en la MIP nacional y las regionalizadas a partir de ésta, las ventas de bienes y servicios que tiene el subsector de la agricultura con el resto de las actividades.

Para desagregar un sector se requiere de información detallada sobre la producción total de la nueva actividad y la proporción de esta producción con el resto de los sectores económicos. Esta información usualmente solo puede ser obtenida con métodos directos como la aplicación de una encuesta ad hoc⁹⁰ que implica altos costos de tiempo y monetarias para aplicarlas. El desarrollo de técnicas matemáticas como los factores de peso soluciona este problema.

⁸⁸ El número significa su clasificación dentro del SCIAN el cuál tiene 5 niveles de agregación: 20 sectores, 95 subsectores, 309 ramas, 631 subramas y 1051 clases. Puede consultarse a INEGI (2012).

⁸⁹ El subsector de otros cultivos comprende como clases del SCIAN: cultivo de tabaco (111910), de algodón (11920) , de caña de azúcar (11930), de alfalfa (11941), de pastos y zacates (11942) , de coco (11991), de cacahuete (11992) y de agave alcoholero (11993).

⁹⁰ Los censos agropecuarios presentan la información más detallada posible sobre estadísticas de los sectores que se involucran en la transformación de los recursos naturales pero su última publicación es del 2007. En el caso de los censos económicos de INEGI omite información por ramas y subramas. El Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) actualiza los valores del VBP, hectáreas utilizadas para la siembra y el producto cosechado de 317 cultivos cada año.

Wolsky (1984) desarrolló un esquema de desagregación para dar respuesta a esta limitante de la MIP. Esta propuesta metodológica que también ha sido promovida por las Naciones Unidas (1999) a través de sus manuales se basa en los siguientes supuestos:

- a) Los coeficientes de insumo de la industria que es separada son similares a los coeficientes de insumos de la industria que permanece.
- b) El consumo por el producto de otras industrias de la rama que es separada es proporcional a la estructura de consumo de los productos de la rama original por otras industrias.

La desagregación consiste en tener dos matrices, la de flujos original llamada F y su correspondiente de coeficientes técnicos intermedios con el prefijo f la cual incluye la fila del VA.

La industria identificada por n^{th} es dividida entre la parte que se separa (nueva actividad que se incluye en la industria) y el resto de la misma. El producto de la industria n se identifica con el término X_n , la industria restante tiene un producto donde $X_n = w_1 X_n$ y el producto del restante de la industria se compone de X_{n+1} que es igual al producto de $w_2 X_n$. Estas operaciones se basan en la siguiente igualdad:

$$W_1 + W_2 = 1 \quad (15.8)$$

Donde:

W_1 = es la parte del producto que sigue siendo del producto de la industria n .

W_2 = es la parte de la producción recién separada de la industria.

Son dos pasos los que se requieren para desagregar los flujos de la matriz F :

- a) Se multiplica la columna de n^{th} por el prefijo w_1 para obtener una columna del resto de la industria y entonces multiplicando la misma columna n^{th} por w_2 se obtiene la columna de la nueva parte separada.
- b) Multiplicando el renglón n^{th} por w_1 para obtener el renglón del resto de la industria y entonces multiplicando el mismo renglón n^{th} por w_2 para obtener el renglón de la nueva parte separada.⁹¹

La necesidad de aplicar esta serie de operaciones dentro de los flujos de cada una de las MIP municipal es para contrarrestar la falta de información intersectorial de las actividades del cultivo del maíz y de la fresa. Por último, es menester mencionar que el procedimiento de desagregación se basa en el supuesto de que “los coeficientes de insumo de la industria que se separan son similares a los coeficientes de insumo de la industria a la que pertenecen” (United Nations, 1997: 215).

15.3 Extensión de la MIP: cuenta satélite del suelo

Las CS proporcionan agregados económicos que no se encuentran en la MIP o en el SCN por lo que ayuda a tener información estadística más robusta de algún sector económico en especial. El llenado de la CS se basa en información de la agronomía sobre los requerimientos de nutrientes del suelo y de fertilizantes que se utilizan en los cultivos de la fresa y el maíz.

⁹¹ Este procedimiento se encuentra determinado matemáticamente como $F = SfS'$ (United Nations, 1997 y Wolsky, 1987).

Esta sección describe la confección de una CS para el suelo que proporciona información sobre la depreciación del suelo medida por la fertilidad en términos de los nutrientes primarios llamados macronutrientes como el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K)⁹² (IFA, 2002), siendo estos los que se aplican con mayor abundancia por medio fertilizantes. Pero debido a que en este trabajo se trabaja específicamente con el cultivo de la fresa y el maíz incluimos el calcio (Ca) que sirve como constituyente de proteínas y participa en el proceso de la clorofila. Este nutriente también es de los macronutrientes pero catalogado de tipo secundario (IFA, 2002; Pimentel, J., 2008).

Primero se construyen los coeficientes de agotamiento del suelo en unidades físicas (n_{II}) que indica la diferencia entre las entradas y salidas de nutrientes por distintos procesos y dará la base para establecer un valor monetario a la depreciación del suelo y a su vez éste se aplicará dentro de los costos de producción (Stoorvogel, et al., 1993).

Cuadro 15.1 Balance de nutrientes del suelo para el cultivo de la fresa (Kg/ha).

Actividad	Balance de nutrientes			
	K	N	Ca	P
Fresa	450	100	1600	1200

Fuente: Elaboración propia en base de Pimentel, J., 2008.

A partir del cuadro 15.1 se obtienen los coeficientes de agotamiento del suelo (S_1) que explicarán el nivel de agotamiento del suelo por kilogramo (Kg) de producción para los nutrientes del suelo.

Cuadro 15.2 Coeficientes de agotamiento del suelo (S_1) por Kg de producción.

Actividad	K	N	Ca	P
Fresa	0.016	0.004	0.057	0.043

Fuente: Elaboración propia a partir del cuadro 15.1 y datos del SIAP del año 2004.

El tercer proceso es la creación de los coeficientes de inversión por peso producido para mitigar el daño ocasionado al suelo debido a las actividades productivas sobre el suelo. Aquí es importante asignar un valor a cada nutriente para que sean cuantificables monetariamente. La metodología que se utiliza es como la que asigna Stoorvogel et al (1993) y Moreno (1995) a través del costo de los fertilizantes que son necesarios para reponer el balance de los nutrientes del suelo. Ésta indica que para valorizar la depreciación del suelo se deben incluir otros factores como las horas de trabajo necesarias para la aplicación de los fertilizantes y la depreciación total de costos de transporte, pero esta última se excluye dado que los productores de la región del valle fresero de Michoacán no inciden en gastos de gasolina o en costos de transporte al vivir cerca de las parcelas o bien, los jornaleros en su mayoría se transportan a pie o en bicicleta (Pimentel, J. 2008).

⁹² El N es la fuente principal de proteínas para los vegetales, el P es esencial para el proceso de la fotosíntesis y el K “mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad” (IFA, 2002: 8).

Cuadro 15.3 Genérico de los coeficientes de inversión por peso producido que repone el balance de nutrientes del suelo. Porcentaje de nutriente por tipo de fertilizante utilizado.

Fertilizante	Precio de fertilizante \$/kg	Concentración del nutriente				Aprovechamiento efectivo
		Nitrógeno	Calcio	Potasio	Fósforo	
Urea	3.8	46.00%	0	0	0%	22%
Formula Barco vikingo	5.3	0	20%	0	0%	800%
Nitrato de Potasio	6	0	0	23.00%	0%	196%
mejoradores del suelo	1	0	0	0	38.64	311%

Fuente: Elaboración propia con datos de Pimentel et al (2008) para los precios y cantidades de fertilizante. El costo de mano de obra de aplicación de un kilogramo de fertilizante es \$0.608 que se calculó a partir de datos de Pimentel (Ibíd.). Los datos del aprovechamiento efectivo se realizaron a través de la fórmula de “cálculo de las dosis de fertilizante por parcela” (IFA, 2002: 70).

Con los datos del cuadro 15.3 y la metodología del anexo estadístico se obtienen los precios de cada uno de los nutrientes siendo para el nitrógeno de 44 pesos por kilogramo, para el calcio de 3.71 pesos por kilogramo, para el potasio de 14.68 pesos por kilogramo y 0.04 pesos para el fósforo por kilogramo.

Posteriormente se construye la CS como tal que contendrá la inversión total que se requiere en la recuperación de nutrientes del suelo. Ésta indica la inversión total por año que se requiere para compensar el daño ocasionado al suelo.

Cuadro 15.4 Coeficientes de inversión (r_{ij}) por peso producido para mitigar daños del suelo.

	K	N	Ca	P
Cultivos de maíz y fresa	0.0024	0.0016	0.0021	0.00002

Fuente: Elaboración propia a partir del cuadro 15.3 y cuadro 15.2.

El cuadro se lee de la siguiente manera. En 1000 pesos de producción de la fresa se ha generado una pérdida de nutrientes equivalente a 5.92 pesos distribuidos en 2.359 pesos para reposición del potasio, 1.57 pesos en nitrógeno, 2.12 en calcio y 0.02 pesos para reposición del nutriente del fósforo.

15.3.1 Creación de escenarios contra factuales

Desde el punto de vista académico se ha destacado la necesidad de generar un modelo prospectivo en el sector agrícola que proporcione las tendencias y ayude a formular estrategias en la producción de alimentos para la población mexicana (Perales y Reyes: 2009). Ipso facto, se ha advertido la escasez de trabajos que nos preparen al futuro de los problemas económicos y a su vez generen evidencia empírica para planeación de largo plazo⁹³.

Una vez finalizada la transformación y desagregación de las MIP de los 4 municipios que conforman la región a analizar, se realiza una serie de proyecciones a través de la DF de cada una de ellas. Para este fin se optó proyectar 4 escenarios que se describen a continuación:

⁹³ Algunos ministerios del gobierno de Reino Unido han realizado investigaciones sobre el futuro de varias actividades de la economía como el relacionado en la sustentabilidad ambiental con aplicadas al uso del suelo. Para mayor información remitirse a <http://www.foresight.gov.uk/index.asp>

- a) Escenario 0 (E_0). El escenario base proyecta la medición de la depreciación del suelo ante el statu quo de la economía con los datos del 2003 proporcionados por cada MIP.
- b) Escenario 1 (E_1). Pertenece a la proyección del escenario referencial que responde a la pregunta ¿Qué pasará con la producción del maíz y de la fresa de la región del valle fresero del estado de Michoacán ante la actual tendencia? Para este ejercicio se verifica el promedio de la tasa de crecimiento que ha generado cada cultivo durante el periodo 2007-2012. Si el municipio de Ixtlán mostró en promedio una tasa de crecimiento del 0.26 en el VBP del cultivo de la fresa, se utiliza éste dato para sustentar que un incremento del 26% representa la tendencia de los próximos 5 años (hasta el 2016) del cultivo de la fresa en este municipio. Para esto se multiplica el 26% con la DF de la MIP municipal de Ixtlán de 2003 y dado que es un crecimiento positivo, se suma el resultado con el valor original de la DF para efectuar la proyección.
- c) Escenario 2 (E_2). Corresponde a uno de los posibles futuros en la que una actividad puede comportarse. Este escenario representa el futuro deseable por lo que se duplica la tasa de crecimiento mencionada en el inciso anterior para construir el escenario donde la producción aumenta. Por ejemplo, si el municipio de Jacona tuvo en promedio 0.26 en la tasa de crecimiento del VBP del cultivo del maíz para el mismo periodo mencionado líneas arriba, se multiplica la DF de la MIP municipal con la cantidad de 52%.
- d) Escenario 3 (E_3). Este futuro representa el no deseable donde la actividad agrícola se encontrará en su peor escenario. Para utilizar datos afines a los reales se utilizará que existe una disminución del 30% en la producción de las actividades del cultivo de la fresa y un 15% para las actividades del cultivo del maíz. Estos porcentajes se obtuvieron al promediar la tasa de crecimiento de los 4 municipios para cada cultivo⁹⁴ pero revirtiendo su crecimiento.

15.3.2 Medición de la eficiencia para mitigar los daños del suelo agrícola

El Análisis Envolvente de Datos (DEA: data envelopment analysis) es utilizado para determinar la eficiencia de los municipios en mitigar los daños del suelo por la actividad agrícola (i.e. depreciación del suelo por el deterioro de nutrientes). El DEA es una técnica no-paramétrica de programación lineal que ha sido utilizada ampliamente para medir la eficiencia de firmas e instituciones tanto lucrativas y no lucrativas como los gobiernos locales. Se busca que produzcan outputs similares (i.e. niveles de depreciación del suelo) a partir de inputs (i.e. inversiones realizadas para la mitigación de daños del suelo) comunes (Trillo del Pozo, 2002).

La construcción de estos indicadores se realiza a partir de las unidades físicas empleadas en inputs y la magnitud de outputs obtenidos con dichos recursos. En la literatura que realiza ejercicios con el DEA para la medición de la eficiencia se recurre en muchas ocasiones, cuando la información estadística no es accesible, a utilizar indicadores proxy⁹⁵ que indican el volumen de inputs que se requieren desde el punto de la demanda.

⁹⁴ Para revisar las tasas de crecimiento correspondientes al VBP del cultivo del maíz y de la fresa del periodo 2007-2012 se pueden revisar los datos de la tabla 15.1 del anexo estadístico.

⁹⁵ Sobre una presentación diagramática y la formalización del modelo del DEA se recomienda la lectura de Schuschny (2007). De acuerdo a la Real Academia Española, proxy significa...

Para los ejercicios efectuados que se realizan se utilizarán como outputs los resultados de la depreciación del suelo ante la proyección del escenario E0, es decir, con la inversión que se requiere para mitigar los daños del suelo para uso agrícola con datos del 2003. Y como input se utilizará los coeficientes de inversión (r_{ij}) que se obtuvieron en el cuadro 15.4, estos multiplicados por la demanda final de la MIP del cultivo correspondiente.

Matemáticamente la programación lineal del DEA puede representarse de la siguiente forma:

$$\text{Max } h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s (u_r Y_{r0})}{\sum_{i=1}^m (v_i X_{i0})} \quad (15.9)$$

Sujeto a

$$\frac{\sum_{r=1}^s (u_r Y_{r0})}{\sum_{i=1}^m (v_i X_{i0})} \leq 1$$

donde $j = 1 \dots n$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad r = 1 \dots s \quad i = 1 \dots m$$

El objetivo es la maximización del índice de eficiencia de la unidad evaluada (h_0) que es el ratio de una suma ponderada de outputs (U_r , es la ponderación asignada al output r , generada por la propia técnica. La cantidad de output r producido por la unidad evaluada es Y_{r0} y la producida por la unidad j es Y_{rj}) con respecto a una suma ponderada de inputs ($V_i =$ ponderación asignada al input i , generada por la propia técnica. La cantidad de input i consumida por la unidad evaluada es X_{i0} y la consumida por la unidad j es X_{ij}).

Así, una unidad eficiente será aquella que consiga un ratio no mayor a 1 y las ineficientes serán las que obtengan un valor menor. Existen dos modelos utilizados con el DEA: orientación input y con orientación output. El modelo DEA que se utilizará es el de orientación input que maneja un índice de eficiencia de la unidad 0 (θ_0) que se encuentra sujeto a:

$$\theta_0 X_{i0} \leq \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j \quad (15.10)$$

$i = 1 \dots m$

$$Y_{r0} \leq \sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j \quad r = 1 \dots s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \quad \lambda_j \geq 0$$

Este modelo opera bajo rendimientos de escala constante (CRS) que nos permite conocer la Eficiencia Técnica Global (ETG) que tienen los municipios de la región del valle fresero para mitigar los daños del suelo ante las actividades de cultivo de la fresa y del maíz.

15.4 Análisis regional del valle fresero de michoacán: Estudio de caso

La fresa forma parte del grupo conocido como los berries junto a otros frutales como la zarzamora y el arándano quienes tienen gran demanda en los países de Norteamérica.

Debido a que en ciertas épocas del año la producción de la fresa en Estados Unidos no alcanzaba abastecer su demanda se comenzaron a realizarse varios estudios en México, con el objeto de buscar tierras óptimas para la producción de esta fruta, uno de esos descubrimientos fue el valle de Zamora que desde 1960 se ha especializado en la producción de esta actividad agrícola.

Una de las grandes ventajas que tiene el Estado de Michoacán en la producción fresera es la cercanía con varios de los principales puntos de distribución de comercio a nivel nacional como los mercados del Distrito Federal.

Además, de su cercanía con varias de las empresas congeladoras y empacadoras que están involucradas con las actividades agroindustriales de la fresa.

La fresa está destinada a tres actividades agroindustriales principalmente:

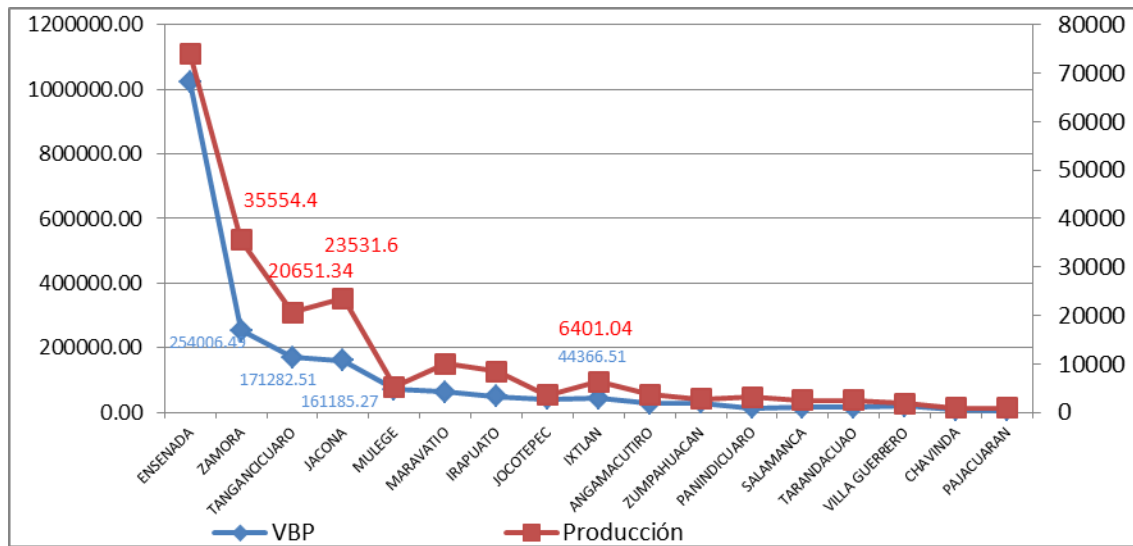
a) procesos en derivados lácteos y elaboración de mermeladas, b) la deshidratadora con destinos a los mercados de gourmet y delicatessen y c) elaboración de productos de panificación.

Así mismo, las actividades agroindustriales de la fresa se encuentran localizadas en las ciudades de Irapuato y Celaya principalmente; estas además se dedican al congelamiento y acopio de fresas y otras empresas comercializadoras e industrializadoras dedicadas a la exportación de la fresa.

Tal es el caso de Frexport, S.A De C.V. ubicada en el municipio de Zamora desde 1973 perteneciente al Grupo Altex, que elabora mermeladas para el grupo industrial Bimbo, procesa frutas y verduras congeladas para exportación. Driscoll's operaciones S.A De C.V situada en el municipio de Los Reyes de capital chileno-estadounidense conocida mundialmente en la transportación, almacenaje y enfriado de frutas como la fresa, frambuesa, zarzamora y arándanos quienes abarcan el circuito de comercialización de productores que utilizan alta tecnología en Michoacán.

Son 4 los municipios que integran la región que en el presente trabajo se denomina Valle fresero de Michoacán al presentar ciertas características bajo el enfoque de región homogénea y que comparten similitudes en sus fronteras y estructura espacial bajo el principio de contigüidad (Celis, 1988).

Gráfica 15.1 Promedio del VBP (miles de pesos) y producción (Ton) de los principales 17 municipios productores de fresa a nivel nacional, periodo 2007-2011.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, varios años. Fecha de consulta 3 de agosto de 2012. *A pesar de encontrarse en el 6to principal productor de fresa para el periodo 2007-2011, no se considera el municipio de Maravatío para la región del valle fresero de Michoacán por no seguir el principio de contigüidad.

A pesar de que existen cerca de 15 municipios en el Estado de Michoacán dedicados a la actividad agrícola de la fresa, entre ellos los municipios de Los Reyes y Maravatío donde se efectúan varias de las actividades agroindustriales, los únicos municipios aquí considerados para la conformación de la región se debe a que son los que generan el mayor número de empleos y de VBP del cultivo de la fresa, siendo colindantes geográficamente entre ellos (principio de contigüidad). Los 4 municipios tienen más de 40 años desarrollando su especialización económica alrededor de esta actividad. A continuación se describen los tres tipos de fronteras y estructura espacial que justifica la conformación de la región.

15.4.1 Fronteras naturales y geográficas

En conjunto los 4 municipios de la región abarcan el 1.64% de la superficie del Estado de Michoacán. El municipio de Zamora ocupa el 0.57% seguido por Tangancícuaro con el 0.66%, Ixtlán el 0.21% y Jacona el 0.20%. Para determinar las fronteras naturales y geográficas de la región se detectaron 5 factores idóneos para la producción fresera en los 4 municipios:

- i. El rango de temperatura oscila entre los 10° y 22° centígrados excelentes para la producción de la fruta, donde los municipios de la región tienen una temperatura de 16-22°C con excepción de Tangancícuaro que se encuentra en el rango de 10°-20°C.
- ii. El tipo de clima que predominan en los 4 municipios es el semicálido subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad donde el 82.53% predomina en el municipio de Zamora (15.42% es de humedad media), el 50.33% en Jacona (34.91% de humedad media), el 0.67 en Tangancícuaro (compuesto también del 13.43% de humedad alta y 36.12% de humedad media) y el 100% en Ixtlán.

- iii. Los rangos de precipitación pluvial oscilan desde los 700 a los 1,200 milímetros cercanos a la zona apta de precipitación que requiere la producción de la fresa ubicada entre los 1,300 y 2,000 milímetros. Eso para ciertas hectáreas sembradas puede pasar desapercibido gracias a los nuevos procesos tecnológicos de siembras y cosecha que generan condiciones óptimas para la agricultura de la fresa⁹⁶.
- iv. El tipo de suelo aluvial es también una característica de la región del valle fresero consecuente de los ríos que atraviesan los 4 municipios. En Zamora este tipo de geología se desplaza en el 39.97% de su territorio. En Jaconá el 24.09%, en Tangancícuaro el 19.03% y en Ixtlán el 40.97% constituyendo así, zonas interesantes para el riego⁹⁷.
- v. Por último, un elemento natural también importante para la producción de este cultivo es la altura sobre el nivel del mar. Las tierras dedicadas al cultivo de la fresa son óptimas si se localizan entre los 1,300 y 2,000 metros sobre el nivel del mar (msnm), de esta manera Zamora se encuentra a 1,560 msnm, Ixtlán a 1,530 msnm, Tangancícuaro a 1,700 msnm y Jacona a 1,580 msnm.

15.4.2 Fronteras de la región agrícola

En los 4 municipios predomina el uso de suelo para la agricultura.

El promedio del uso potencial de tierra para actividades agrícolas de los 4 municipios es del 51.31% mientras la zona urbana abarca un promedio de 5.83%.

De manera específica en Zamora el uso de suelo para la agricultura abarca el 49.11% y la zona urbana el 9.42%, en Jacona el 45.60% es agrícola y el 10.43% urbana, en Tangancícuaro el uso de la tierra para la agricultura es el 44.83% y la urbana abarca el 1.57%, en Ixtlán la zona agrícola es del 65.71% y la urbana el 1.91%.

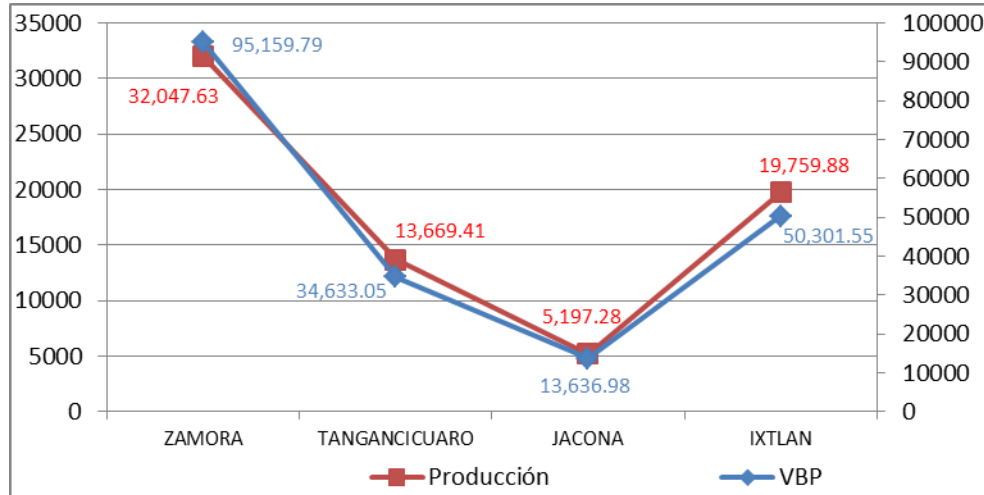
La agricultura mecanizada continua es utilizada en su mayoría dentro de los 4 municipios.

En Zamora abarca el 40.98%, en Ixtlán el 38.37%, en Tangancícuaro el 33.17% y en Jacona el 26.45%. Refiriéndose específicamente a los dos últimos municipios, la producción del cultivo de la fresa es de baja tecnología tradicional (Pimentel, 2008). Donde el 45.06% de la agricultura es manual estacional para Jacona y el 41,67% en Tangancícuaro.

⁹⁶ Del total de hectáreas utilizadas para la producción agrícola del municipio de Zamora el 78% utiliza fertilizantes químicos y el 62% semilla mejorada, en Tangancícuaro el 59% utilizan fertilizantes químicos y el 14% semillas mejoradas, en el municipio de Ixtlán el 73% y 69% y en Jacona el 71% y 44% respectivamente (Censo Agropecuario, 2007).

⁹⁷ Del total de la superficie agrícola en el municipio de Ixtlán, las hectáreas que utilizan agua para riego representan el 55%, en Jacona el 62%, en Tangancícuaro el 36% y en Zamora el 73% (Censo Agropecuario, 2007).

Gráfica 15.2 Promedio del VBP (miles de pesos) y producción (Ton) del cultivo del maíz del valle fresero de Michoacán, periodo 2007-2011.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, varios años. Fecha de consulta 3 de agosto de 2012.

15.4.3 Fronteras de la región económica

Los 4 municipios de la región del valle fresero cuentan con una población similar a excepción de Zamora cuya población total es de 170 748 habitantes en su ciudad y 87 localidades, siendo uno de los 6 principales y más poblados municipios del Estado. Jacona es el segundo municipio más poblado de la región con 60 029 personas que habitan a lo largo de 34 localidades.

En Tangancicuaro se encuentran 39 localidades con una población total de 30 052 habitantes. Ixtlán tiene 14 localidades y una población total de 12 794 habitantes. (INEGI, 2009).

En cuanto a las redes carreteras Ixtlán y Jacona se encuentran entre los municipios con menor longitud de redes carreteras a nivel estatal con 40 y 39 kilómetros respectivamente. Zamora cuenta con 117 kilómetros de redes carreteras y Tangancicuaro 156.

Dentro de los servicios públicos de las zonas urbanas el municipio de Ixtlán no cuenta con mercados y tiene una cobertura del 95% en los servicios de agua potable y electricidad.

Jacona tiene un 80% de mercados y el porcentaje de los servicios de electrificación y agua potable es similar a la de Ixtlán. Tangancicuaro cuenta con un 40% de mercado, 90% de agua potable y 95% de electrificación. En Zamora el servicio de agua potable y electrificación tiene una cobertura del 90%.

El porcentaje de la población mayor a los 6 años alfabetizada oscila arriba del 84% para toda la región. Los municipios de Ixtlán y Tangancicuaro cuentan con el 84.06% de población que sabe escribir y leer respecto al total. En Jacona corresponde al 86.30% y en Zamora el 89.70%⁹⁸.

⁹⁸ Se obtuvo el porcentaje a partir de los datos al 17 de octubre de 2005 del Anuario Estadístico de Michoacán, 2008 tomándose en cuenta el número de hombres y mujeres que saben leer y escribir, y el total de la población del municipio del mismo año.

La infraestructura de salud a datos del 2003, Ixtlán contaba con 4 unidades médicas, Jacona con 7, Tangancícuaro con 8 y Zamora 22.

15.4.4 Estructura espacial desde la noción del espacio homogéneo

La estructura espacial del valle fresero comprende los siguientes factores de tipo interno:

- a) Comprende el 2.05% de la porción territorial del estado.
- b) Tiene una población de 311, 058 habitantes de acuerdo al Censo de Población y vivienda 2010.
- c) En cuanto a factores variables los municipios de Zamora y de Jacona cuentan con una tasa de crecimiento positiva de 0.94 y 1.64 respectivamente. Esto se explica a que juntos forman una de las tres conurbaciones de Michoacán. Ixtlán tiene una tasa negativa con -2.6 y Tangancícuaro con -1.54. (INEGI, 2008 e INEGI, 2010).

Se señalan sólo 2 factores externos.

El primero es que los 4 municipios forman parte de una de las microrregiones del Estado que han logrado entrar en la dinámica del TLCAN cuyos Ayuntamientos han incluido en sus Planes de Desarrollo Municipal (PDM) el cultivo de la fresa como una actividad potencial para la exportación y el desarrollo económico de sus localidades.

El segundo factor externo es la ventaja de presentar la mayor cosecha de invierno y de esa manera poder ofertar el producto el mercado internacional con mejores precios.

15.5 Análisis socio-organizacional

Este apartado desarrolla de forma muy general las relaciones que se dan en la región alrededor al tipo de propiedad. De acuerdo a la literatura revisada y a los pocos trabajos de investigación recientes en esta temática (Boucher et al, 2007, Lundy, 2007 y Medina et al, 2007), se pueden distinguir tres tipos de productores de la región: tradicionales, en transición y modernos.

Los primeros poseen minifundios de 1 a 4 hectáreas conformados principalmente por familias que dedican la producción de la fresa como su modus vivendi empleando en un 100% formas de cultivo tradicionales.

Los segundos tienen a su haber superficies medianas de un tamaño de 4 a 10 hectáreas utilizando métodos tecnificados de producción como pozos profundos y sistemas de plástico para proteger el cultivo. Los productores modernos tienen relación directa con proveedores extranjeros principalmente de Estados Unidos y Chile para abastecerse de tecnologías y capital.

En la figura 1 se puede observar los encadenamientos que se genera alrededor de la región del valle fresero. En una primera instancia se encuentran los proveedores extranjeros y nacionales (fertilizantes, planta de la fresa) y posteriormente las diferentes empresas que llevan a cabo los procesos para los 4 diferentes presentaciones de la fresa.

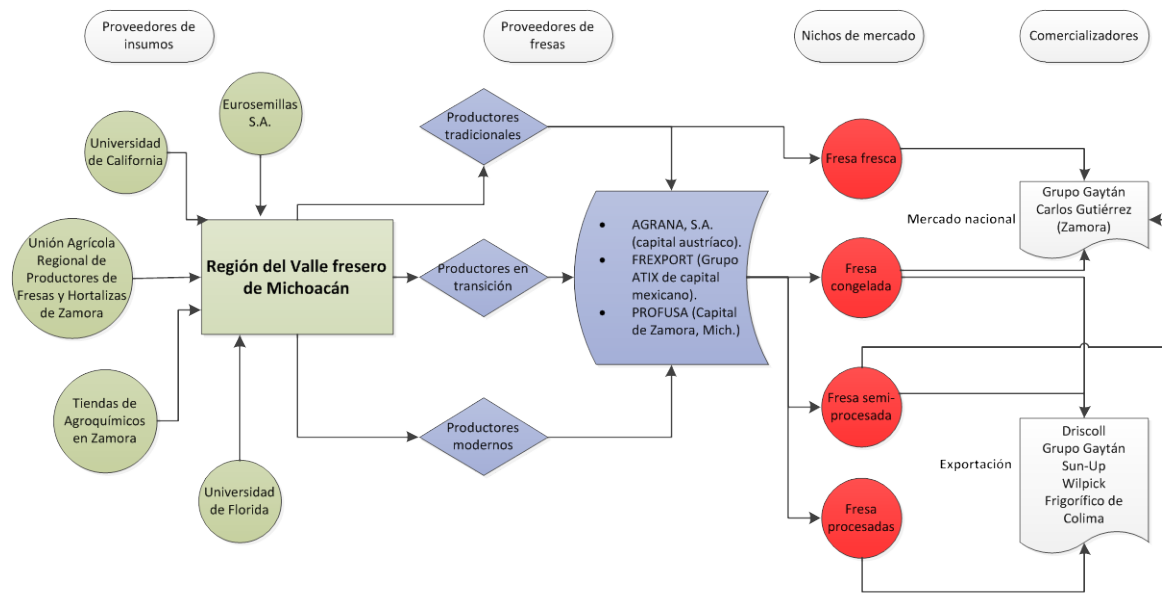
La fresa fresca se utiliza para Pastelería (decoración, postre) demandada para las actividades terciarias de turismo como restaurantes, hoteles, jugueterías y paletterías.

Normalmente la fresa fresca se lleva al mercado de abastos del Distrito Federal donde intervienen otro tipo de comercializadores que el esquema no muestra conocidos como “coyotes” quienes impiden a los productores venderla a un precio razonable.

Las fresas congeladas y semiprocesadas tienen un destino tanto nacional e internacional para ser utilizadas como materias primas de industrias que elaboran yogures y barras de cereales. La fresa procesada se utiliza para la elaboración de productos conocidos como “delicatesen” o gourmets.

La presentación más común es deshidratada ya sea cubierta de chocolate o para la preparación de chamoy. En resumen, cerca del 70 y 80% de la producción se destina a la industria del proceso y el 20% al mercado fresco (Medina y Aguirre, 2007).

Figura 15.1 Actores y sistema producto del valle fresero Michoacano.



Fuente: Elaboración propia en base de Lundy (2007) y de Boucher y Salas (2007).

15.6 Resultados empíricos

De los cuadros 15.5 a 15.8 se observan los resultados de las proyecciones del nivel de la depreciación del suelo por las actividades del cultivo del maíz y de la fresa en los 4 escenarios planteados.

En el cuadro 15.5 por ejemplo, se puede observar que si el municipio de Zamora mantuviera la misma tendencia de crecimiento en la producción de la fresa (E_1) la depreciación incrementaría en 1269.02 miles de pesos, si en cambio, la producción incrementara en un 50% (E_2) la depreciación del suelo incrementaría en 1522.83 miles de pesos y así sucesivamente para cada municipio.

Cuadro 15.5 Proyecciones de escenarios de la inversión (r_{ij}) para mitigar daños del suelo agrícola.
Municipio de Zamora

Cultivo de la fresa						Cultivo del maíz					
Escenarios	k	N	Ca	P	Depreciación total	Escenarios	k	N	Ca	P	Depreciación total
E0	394.46	263.22	354.56	2.98	1015.22	E0	74.23	49.53	66.72	0.56	191.05
E1	493.07	329.02	443.20	3.73	1269.02	E1	86.11	57.46	77.40	0.65	221.62
E2	591.69	394.83	531.84	4.47	1522.83	E2	97.99	65.38	88.07	0.74	252.18
E3	276.12	184.25	248.19	2.09	710.65	E3	63.10	42.10	56.71	0.48	162.39

Fuente: Elaboración propia a partir de la MIP de Zamora del 2003 y los datos de la cuenta satélite del cuadro 15.4.

El caso donde se presenta la mayor degradación del suelo es en el municipio de Tangancícuaro cuando incrementa al doble la producción actual de fresa (E_2), dando como resultado una depreciación de 2300.80 miles de pesos.

Dado que Tangancícuaro tiene en promedio la tasa de crecimiento más grande para el periodo 2007-2011 con 45% (ver tabla 15.1 de anexo estadístico) que es utilizada como criterio para el aumento de la producción para el futuro deseable (i.e. la producción logra un incremento).

Cuadro 15.6 Proyecciones de escenarios de la inversión (r_{ij}) para mitigar daños del suelo agrícola.
Municipio de Ixtlán

Cultivo de la fresa						Cultivo del maíz					
Escenarios	k	N	Ca	P	Depreciación total	Escenarios	k	N	Ca	P	Depreciación total
E0	471.78	314.81	424.06	3.57	1214.22	E0	70.44	47.00	63.31	0.53	181.29
E1	594.44	396.66	534.31	4.50	1529.91	E1	76.78	51.23	69.01	0.58	197.61
E2	717.10	478.51	644.57	5.42	1845.61	E2	83.12	55.46	74.71	0.63	213.92
E3	330.25	220.37	296.84	2.50	849.95	E3	59.87	39.95	53.82	0.45	154.10

Fuente: Elaboración propia a partir de la MIP de Ixtlán del 2003 y los datos de la cuenta satélite del cuadro 15.4.

Cuadro 15.7 Proyecciones de escenarios de la inversión (r_{ij}) para mitigar daños del suelo agrícola.
Municipio de Tangancícuaro

Cultivo de la fresa						Cultivo del maíz					
Escenarios	k	N	Ca	P	Depreciación total	Escenarios	k	N	Ca	P	Depreciación total
E0	470.51	313.96	422.92	3.56	1210.95	E0	87.31	58.26	78.48	0.66	224.71
E1	682.24	455.25	613.23	5.16	1755.87	E1	96.91	64.67	87.11	0.73	249.42
E2	893.97	596.53	803.54	6.76	2300.80	E2	106.52	71.08	95.74	0.81	274.14
E3	329.36	219.78	296.04	2.49	847.66	E3	74.21	49.52	66.71	0.56	191.00

Fuente: Elaboración propia a partir de la MIP de Tangancícuaro del 2003 y los datos de la cuenta satélite del cuadro 15.4.

Cuadro 15.8 Proyecciones de escenarios de la inversión (r_{ij}) para mitigar daños del suelo agrícola. Municipio de Jacona

Cultivo de la fresa					Cultivo del maíz						
Escenarios	k	N	Ca	P	Depreciación total	Escenarios	k	N	Ca	P	Depreciación total
E0	403.07	268.96	362.30	3.05	1037.37	E0	85.51	57.06	76.86	0.65	220.07
E1	487.71	325.44	438.38	3.69	1255.22	E1	107.74	71.89	96.84	0.81	277.07
E2	572.36	381.93	514.46	4.33	1473.07	E2	129.97	86.73	116.83	0.98	334.51
E3	282.15	188.27	253.61	2.13	726.16	E3	72.68	48.50	65.33	0.55	187.06

Fuente: Elaboración propia a partir de la MIP de Jacona del 2003 y los datos de la cuenta satélite del cuadro 15.4.

Con los resultados mostrados en estos últimos 4 cuadros se puede acreditar las dos hipótesis de investigación señaladas en la parte introductoria de este trabajo.

Por un lado tenemos la producción agrícola de un cultivo destinado a la exportación que presenta para el total de la región del valle fresero de Michoacán un promedio de 1119.44 miles de pesos de depreciación del suelo por el deterioro de los nutrientes, principalmente en K que constituye en promedio 434.95 miles de pesos.

Por su parte, el cultivo que se seleccionó para este trabajo como aquel que representa una actividad agrícola para el autoconsumo representa en promedio para la región una depreciación menor de 204.28 miles de pesos.

15.6.1 Eficiencia Técnica Global (ETG)

Finalmente en el cuadro 15.9 se muestra la ETG que tienen los municipios en mitigar los daños de la depreciación del suelo por la actividad de los cultivos de la fresa.

A partir de los coeficientes de inversión (r_{ij}) que se requieren para mitigar los daños al suelo y considerando únicamente los resultados referidos al nutriente del potasio (K) por dos razones: a) Representa el nutriente más poderoso para proteger a los cultivos antes los cambios climáticos más fuertes como la sequía y las heladas y b) Es el nutriente que representa tanto para la agricultura del maíz y de la fresa el de mayor deterioro en el suelo.

De acuerdo al cuadro 15.9 y con los resultados del ETG obtenido a través del modelo DEA con orientación input, el municipio de Zamora es el más eficiente para mitigar los daños de la depreciación del suelo mientras que los otros 3 se encuentran constantes en un 15% de eficientes, es decir, requieren aumentar sus coeficientes de inversión (r_{ij}) en un 85%⁹⁹.

⁹⁹ El grado de eficiencia que se obtiene corresponde solo para la comparación de los 4 municipios y no a un margen general o estipulado.

Cuadro 15.9 ETG de los municipios en mitigar la depreciación del suelo con Escenario base.

Municipio	E0	INPUTS	OUTPUTS	ETG
ZAMORA	fresa	394.46	1015.22	1
IXTLÁN	fresa	471.78	1214.22	0.15
TANGANCÍCUARO	fresa	470.51	1210.95	0.15
JACONA	fresa	403.07	1037.37	0.15

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la proyección E₀.

Como inputs se utilizaron los coeficientes de inversión (r_{ij}) para mitigar los daños del suelo con el nutriente K en el escenario E₀ para el cultivo de la fresa y como output el nivel de depreciación del suelo provocado por los nutrientes de k, N, Ca y P del mismo escenario E₀.

15.7 Conclusiones

Es necesario impulsar la mejora de metodologías que ayuden a generar información para reorientar las políticas enfocadas al medio ambiente y a la producción de alimentos.

La viabilidad de la metodología utilizada en este trabajo abarca tres aspectos: i) Gran adaptación para el análisis de otro cultivo o municipio al poder integrar la información estadística correspondiente tanto en la MIP y en la CS, ii) Utiliza modelos híbridos que ahorran costos y tiempo para su construcción y iii) La CS se puede reconstruir según el objetivo a perseguir, es decir, permite permutaciones en los valores de los nutrientes, tipo de fertilizantes y costos según el tipo de cultivo.

La metodología utilizada podría ayudar a cumplir varios de los objetivos que persigue la reciente Ley General de Cambio Climático.¹⁰⁰

Tales como la generación de información estadística que ayude actualizar el atlas estatal y nacional de riesgo¹⁰¹ estipulado en el párrafo IV de su artículo 7°, realizar análisis de prospectiva sectorial para estimar costos futuros asociados al desarrollo sustentable, medio ambiente y cambio climático como se indica en el párrafo V del artículo 15 de la misma Ley.

Dado que las CS son amigables para la permutación de datos ayudaría también a monitorear los riesgos que ocasionan las actividades de organismos genéticamente modificados en el medio ambiente y la diversidad biológica que se suscribe al apartado I del artículo 22, proporcionando también información de los resultados que implica manejar cierto tipo y cantidad de fertilizantes para elaborar programas en materia del manejo sustentable de tierras como se indica en el apartado XIV del artículo 30 de la misma ley.

¹⁰⁰ Publicada el 6 de Junio de 2012 cuyos objetivos principales es la regulación de acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático y el diseño de programas y políticas públicas para la adaptación del cambio climático desde cada uno de los niveles de gobierno.

¹⁰¹ El Atlas considera “escenarios de vulnerabilidad actual y futura ante el cambio climático, atendiendo de manera preferencial más vulnerable y las zonas de mayor riesgo, así como a las islas, zonas costeras y deltas de ríos” (Ley General de Cambio Climático, 2012: 17), *ergo*, considera análisis prospectivo.

La Comisión Especial de Prospectiva para la Definición del Futuro de México en su primer informe de labores (Congreso de la Unión: 2007) aprobó en materia de medio ambiente, la construcción de alternativas para el calentamiento global por lo que resultados de investigaciones como la que expone este trabajo proporcionarían un pequeño elemento a la vasta tarea que comprende ésta materia y que a pesar de tener 4 años insertada dentro de los grandes objetivos en política ambiental tiene hasta el día de hoy grandes vacíos.

Un foco rojo detectado con el ejercicio de la rentabilidad económico-ambiental de la región del valle fresero de Michoacán es que el nutriente más importante para proteger el deterioro de los cultivos ante los cambios drásticos del clima como la sequía, es el que a su vez requiere de mayor inversión por la mitigación de la depreciación del suelo.

Por lo que sería necesario realizar una supervisión a las actividades de agricultura intensiva como los cultivos de fresa que utilizan fertilizantes ricos en potasio.

Apéndice estadístico

Tabla 15.1 Tasas de crecimiento del VBP de los cultivos del maíz y la fresa. Periodo 2007-2011

Municipio	Cultivo	2008	2009	2010	2011	Promedio
Zamora	Fresa	0.49	-0.21	0.14	0.58	0.25
	Maíz	-0.20	-0.06	0.54	0.38	0.16
Tangancícuaro	Fresa	1.25	0.18	-0.07	0.45	0.45
	Maíz	0.09	-0.11	0.47	-0.02	0.11
Jacona	Fresa	-0.15	0.38	0.13	0.47	0.21
	Maíz	0.23	0.12	-0.17	0.84	0.26
Ixtlán	Fresa	0.49	0.03	-0.02	0.53	0.26
	Maíz	-0.19	-0.12	0.50	0.17	0.09
Σ Promedio Maíz						0.15
Σ Promedio Fresa						0.29

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, varios años.

El cálculo del aprovechamiento efectivo de los fertilizantes puede realizarse mediante la fórmula:

$$\text{Cantidad de fertilizante / parcel} = \frac{\text{Dosis nutriente (kg/ha)} \times \text{área parcela en m}^2}{\% \text{ de nutriente en el fertilizante} \times 100}$$

A continuación se muestran las MIP de cada municipio agregando las actividades secundarias y terciarias para efectos de presentación, pero dejando la desagregación de las actividades primarias en: actividades del cultivo de la fresa, actividades del cultivo del maíz y actividades de la agricultura, ganadería y pesca como actividades primarias.

Matriz insumo producto del municipio de Zamora

	Primario	Actividad de la fresa	Actividad del maíz	Secundario	Terciario	DI	DF	VBP
Primario	9046.717	5022.474	945.156	82942.459	0.798	96863.81	263275.32	360139.13
Actividad de la fresa	3026.232	1680.076	316.166	27745.219	0.267	32767.96	167170.8	199938.76
Actividad del maíz	569.492	316.166	59.498	5221.242	0.050	6166.4475	31459.0825	37625.53
secundario	7927.664	4401.208	828.243	166467.902	42318.025	221943.04	1167187.96	1389131
terciario	16724.253	9284.818	1747.266	165374.883	183617.372	376748.59	2510210.54	2897607
CI	89563.5243	49723.0612	9357.14781	1041522	994823			
VA	270575.606	150215.699	28268.3822	347609	1902784			
VBP	360139.13	199938.76	37625.53	1389131	2897607			

Fuente: Elaboración propia con datos de la MIP de México 2003 y los Censos Económicos 2004, INEGI.

Matriz insumo producto del municipio de Tangancícuaro

	Primario	Actividad de la fresa	Actividad del maíz	Secundario	Terciario	DI	DF	VBP
Primario	14172.653	389.581	452.112	5719.803	0.212	96863.81	263275.32	360139.13
Actividad de la fresa	367.741	10.109	11.731	148.413	0.006	32767.96	167170.8	12969.37
Actividad del maíz	426.767	11.731	13.614	172.235	0.006	6166.4475	31459.0825	15051.05
secundario	4396.166	120.843	140.239	4491.809	847.840	221943.04	1167187.96	1389131
terciario	2674.155	73.508	85.306	1185.414	1118.926	376748.59	2510210.54	2897607
CI	21242.9737	583.9315	677.656833	11736.7165	1966.99058			
VA	450572.616	12385.4385	14373.3932	49047.2835	63942.0094			
VBP	471815.59	12969.37	15051.05	60784	65909			

Fuente: Elaboración propia con datos de la MIP de México 2003 y los Censos Económicos 2004, INEGI.

Matriz insumo producto del municipio de Jacona

	Primario	Actividad de la fresa	Actividad del maíz	Secundario	Terciario	DI	DF	VBP
Primario	10082.461	4707.649	224.236	77858.079	0.215	96863.81	263275.32	360139.13
Actividad de la fresa	3161.289	1476.052	70.308	24411.885	0.067	32767.96	167170.8	97119.48
Actividad del maíz	150.579	70.308	3.349	1162.793	0.003	6166.4475	31459.0825	4626.02
secundario	7364.041	3438.379	163.778	242482.538	19706.085	221943.04	1167187.96	1389131
terciario	1079.108	503.851	24.000	19692.386	9578.837	376748.59	2510210.54	2897607

CI	13461.3379	6285.29587	299.382826	378117.66	29285.2415
VA	194541.302	90834.1841	4326.63717	828638.34	628305.759
VBP	208002.64	97119.48	4626.02	1206756	657591

Fuente: Elaboración propia con datos de la MIP de México 2003 y los Censos Económicos 2004, INEGI.

Matriz insumo producto del municipio de Ixtlán

	Agricultura	Actividad de la fresa	Actividad del maíz	Secundario	Terciario	DI	DF	VBP
Agricultura	10082.461	4707.649	224.236	370.923	0.072	96863.81	263275.32	360139.13
Actividad de la fresa	3161.289	1476.052	70.308	71.811	0.014	32767.96	167170.8	32923.98
Actividad del maíz	150.579	70.308	3.349	54.927	0.011	6166.4475	31459.0825	25183.03
secundario	7364.041	3438.379	163.778	228.766	93.409	221943.04	1167187.96	1389131
terciario	1079.108	503.851	24.000	25.712	157.128	376748.59	2510210.54	2897607

CI	13461.3379	6285.29587	299.382826	817.91707	250.646417
VA	194541.302	90834.1841	4326.63717	5164.08293	14966.3536
VBP	208002.64	97119.48	4626.02	5982	15217

Fuente: Elaboración propia con datos de la MIP de México 2003 y los Censos Económicos 2004, INEGI.

Referencias

Boucher, F. y Salas, I. (2007). La cadena productiva de la fresa en México: el acceso de los productores al mercado. [En: Berdegué, J. y Sanclemente, X. (coord.) La fresa en Michoacán: los retos del mercado]. Gobierno del Estado de Michoacán, SEDAGRO y Consejo Estatal de la Fresa. pp. 33-50

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2007). Acta de la primera sesión de trabajo de la Comisión Especial de Prospectiva para la Definición del Futuro de México. 30 de Mayo de 2007. Consultado el 31 julio de 2012 en: <http://gaceta.diputados.gob.mx/Gaceta/60/2009/ago/AnexosV-XVI.pdf>

Cambio de Michoacán (2012). Sólo 3 estudios de impacto ambiental ha recibido SUMA de 92 sistemas antigranizo. Consultado el 9 de Julio de 2012 en: <http://www.cambiodemichoacan.com.mx/vernota.php?id=178049>

Celis, F. (1988), "El espacio, la región y la regionalización", Revista Análisis Regional. pp. 11-23.

CONAZA (2012). Resultados e Impactos obtenidos COUSSA (coejercicio) y COUSSA-PESA-POH 2009. Consultado el 9 de agosto de 2012 en: <http://www.conaza.gob.mx/index.php/programas/informe-de-labores>

FAO (2007). Cambio climático y seguridad alimentaria: un documento marco. [Preparado por el Grupo de Trabajo Interdepartamental de la FAO]. Roma, Italia. Consultado el 11 de agosto de 2012 en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0145s/i0145s00.pdf>

FAO, Los fertilizantes y su uso. Una guía de bolsillo para los oficiales de extensión. Roma, Italia. FAO e IFA, 2002. 77 pp.

Fuentes, N., Lugo, S., Herrera, M., Matriz de Insumo-Producto para Baja California; Un enfoque híbrido. Editorial Porrúa, 2004. 168 pp.

Giner, R., Fierro, L. y Negrete, L. (2011). Análisis de la problemática de la sequía 2011-2012 y sus efectos en la ganadería y la agricultura de temporal. CONAZA. Saltillo, Coahuila. Consultado el 15 de agosto de 2012 en: <http://www.conaza.gob.mx/boletin5.pdf>

Godet, M., La caja de herramientas de la prospectiva estratégica. Problemas y métodos. Zarauts, España. Cuaderno número 5 de Laboratoire d'Investigation Prospective et Stratégique, 2000. 108 pp.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P., Metodología a la investigación. México, D.F. McGraw-Hill Interamericana, 2006. 850 pp.

INEGI (2003), Matriz insumo producto. Matriz simétrica total de insumo-producto a 79 subsectores. Consultado el 15 de agosto de 2012 en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/MatrizInsumoProducto/default.aspx?s=est&c=17255>

INEGI (2004), Censos Económicos. Consultado el 5 de agosto de 2012 en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ce/ce2004/default.aspx>

INEGI (2007), Censo Agropecuario [VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal, Aguascalientes, Ags. 2009]. Consultado el 5 de agosto de 2012 en: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ca2007/Resultados_Agricola/default.aspx

INEGI (2008), Anuario Estadístico de Michoacán de Ocampo.

INEGI (2010), Censos y Conteos de Población y Vivienda. Consultado el 10 de agosto de 2012 en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx>

INEGI, Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México 2002 SCIAN. México, D.F., 2002. 533 pp.

La Jornada Michoacán (2012). Hay “intereses políticos” detrás de las manifestaciones contra cañones antigranizo. Consultado el 8 de julio de 2012 en: <http://www.lajornadamichoacan.com.mx/2012/07/10/hay-intereses-politicos-detras-de-las-manifestaciones-contra-cañones-antigranizo/>

La Jornada Michoacán (2012b). Instituciones educativas determinarán el impacto de cañones antigranizo. Consultado el 8 de julio de 2012 en: <http://www.lajornadamichoacan.com.mx/2012/07/18/instituciones-educativas-determinaran-el-impacto-de-cañones-antigranizo/>

Ley General del Cambio Climático. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Publicada el 6 de Junio de 2012 en el DOF. En: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf>

Lundy, M. (2007). Análisis del sistema producto fresa en el valle de Zamora, Michoacán, México. [En: Berdegué, J. y Sanclemente, X. (coord.) La fresa en Michoacán: los retos del mercado]. Gobierno del Estado de Michoacán, SEDAGRO y Consejo Estatal de la Fresa. Pp. 51-64

Mariña, A., Insumo-producto: aplicaciones básicas al análisis económico estructural. México, D.F. UAM Atzacotalco, 1993. 381 pp.

Medina, R. y Aguirre, M. (2007). El sistema fresa en México y Michoacán. [En: Berdegué, J. y Sanclemente, X. (coord.) La fresa en Michoacán: los retos del mercado]. Gobierno del Estado de Michoacán, SEDAGRO y Consejo Estatal de la Fresa. Pp. 15-30

México en Cifras: Información Nacional, por Entidad Federativa y Municipios, INEGI. Consultado el 15 de agosto de 2012 en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/>

Miller, R. & Blair, P., Input-output analysis: foundations and extensions. Englewood Cliffs, New Jersey. Prentice-Hall, 1985. 464 pp.

Mojica, F. (2006), “Concepto y aplicación de la prospectiva estratégica”, Revista Med, número 1 (vol. 14) pp. 122-131

Moreno, G., Integración del Insumo Producto y las Cuentas Satélites en el análisis socioeconómico y agroecológico de regiones agrícolas. Un estudio de caso para el asentamiento Neguev, en la Zona Atlántica de Costa Rica (Tesis de Maestría). San José, Costa Rica. Universidad Nacional de Heredia, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza y Atlantic Zone Programme, 1995. 124 pp.

Perales, A. y Reyes, L. (2009). La apertura comercial y el sector agroalimentario de México. [En Sandoval, J. (comp.) TLCAN, balance general e impactos subregionales y sectoriales]. Universidad Autónoma Chapingo y Red Mexicana de Acción frente al Libre Comercio.

Pimentel, J., Velázquez, M., Seefoó, J. y Flores, N. (2008). Impacto socioeconómico de las aguas superficiales y subterráneas en la cuenca del río Duero y su importancia en la producción de fresa. SAGARPA-CONAFRE A.C.

SAGARPA (2012). Fortalece seguridad alimentaria las acciones federales contra la sequía: CDMRS. [Comunicado de prensa 29 de enero de 2012]. México, D.F.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Producción anual de agricultura y ganadería, varios años. Consultado el 5 de agosto de 2012 en: <http://www.siap.gob.mx>

Stoorvogel, J., Smalling, J. y Janssen, B. (1993), "Calculating soil nutrient balances in Africa at different scales", *Fertilizer Research*, número 3 (Vol. 35). Pp. 227-235.

Trillo del Pozo, D. (2002). Análisis económico y eficiencia del sector público. Conferencia presentada para el VII Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública. 8 al 11 de octubre de 2002, Lisboa, Portugal.

United Nations, Handbook Input-output table compilation and analysis. New York. Department of Economic and Social Affairs, 1999. 265 pp.

Wolsky, A. (1984), "Disaggregating Input-Output Models", *The Review of Economics and Statistics*, número 2 (Vol. 66). pp. 283-291

Capítulo 16

Teoría de los sistemas de ecuaciones de demanda: el caso del (*les*) y (*eles*):Una aplicación al consumo de los hogares en las regiones colombianas en 2008

Oscar Espinosa, Rafael Enrique y Catalina Lozano

O.Espinosa, R.Enrique & C.Lozano
Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Colombia.
oaespinosaa@unal.edu.co

M.Ramos, F.Miranda (eds.) *Optimización-Estocástica-Recursiva-Coherente-Sistémica y sus variantes (probabilidad, econometría y estadística aplicada)*, Temas Selectos de Optimización-©ECORFAN-Santiago de Compostela, España, 2012.

Abstract

This paper aims to conduct a historical review, a theoretical analysis and an empirical application of two sets of demand equations (Linear Expenditure System, LES, and extended version ELES), this to explain the contributions of most important authors, in this topic of theory's consumer, followed by a microeconomic and econometric analysis of the conditions necessary to develop the LES and ELES.

We review some estimates from Colombia based on these models, and finally using SAS statistical software, and using the Quality of Life Survey 2008, we estimate the cost of life (poverty line) and elasticities different for 9 regions of Colombia. Among the most important application, we conclude that Bogota and San Andrés present living costs per-capita higher in the country, the groups' expenditure of food and housing is a necessary good for all regions, and the group of other fees and taxes, deductions mandatory behave as luxury goods.

16 Introducción histórica

El estudio de la demanda tal y como se concibe hoy en día inició con el reconocido modelo neoclásico de Marshall, que demostró como la demanda de los bienes depende de la utilidad que estos generan al consumidor, e incorporó la “elasticidad” como el referente del impacto del cambio de precios en el consumo (Bell y Cochrane, 1956). Luego, a inicios del siglo XX surgen los primeros estudios estadísticos de la demanda con autores como Workin, Shultz y Frisch con la implementación de metodologías como el análisis gráfico, mínimos cuadrados ordinarios y ecuaciones simultáneas, que inicialmente buscaban explicar los mercados básicos como el mercado agrario¹⁰², manufacturero, etc. Otro avance significativo fue el intento de Moore de combinar la teoría económica con las técnicas estadísticas para estimar los coeficientes de la función de demanda (Anido, 1998).

Luego, surgieron propuestas más significativas y sólidas como los inicios del sistema lineal de gastos -LES, por sus siglas en inglés- (y por ende su versión extendida -ELES-) que se remontan a los profesores Klein y Rubin (1947-48), quienes se proponen como objetivo fundamental expresar el índice del costo de vida en términos de fenómenos mensurables que son independientes de los conceptos subjetivos de utilidad manejados hasta ese entonces. En su artículo lograron construir un índice de vida que estaba en función de los costes observables (relacionando la base real del ingreso del periodo, con la cantidad mínima requerida para subsistir, manteniendo la utilidad constante), asumiendo curvas de Engel e índices tipo Laspeyres, y centrándose en los precios observables, las propiedades de las funciones de demanda y la ecuación de Slutsky (Klein y Rubin, 1947-48).

El principal aporte de estos investigadores a la microeconomía aplicada fue la estimación econométrica de las ecuaciones de demanda, al demostrar cómo sería posible a partir de datos disponibles por habitante, calcular el índice de coste de vida per-cápita para el individuo promedio (a diferencia de las estimaciones estadísticas más comunes de las curvas de demanda que se basaban en datos referentes a grupos de individuos), cuyo nivel de utilidad se mantendría constante ante las diferentes variaciones en los parámetros (Klein y Rubin, 1947-48).

¹⁰² Nenni estimó en 1907 la elasticidad-precio del algodón en Italia, y Lehfekdt estimó la elasticidad-precio para el trigo en Inglaterra en 1914.

Las llamadas funciones de demanda propuestas por Klein y Rubin, y en la misma época por Less, con posteriores resultados gracias a las aplicaciones empíricas de estas, hechas por Geary y Samuelson, fueron la base para que Richard Stone, siguiendo un enfoque empírico marshalliano, estableciera las ecuaciones de demanda en función del precio, cantidad y gasto, que cumplen con las condiciones teóricas de bien comportadas (expresadas en la teoría marshalliana), además de poseer aditividad, homogeneidad y simetría en la matriz de sustitución, donde describe, lo que él denomina un sistema de ecuaciones simples y un sistema especial “mixed” (Stone, 1954).

Tomando datos de consumo del Reino Unido en periodo de guerras (de 1920 a 1938), con una serie de variables dadas y con unos grupos de bienes, desarrolla la primera aplicación formal del LES, considerado como el puente entre la vieja y la nueva teoría del consumidor, realizando finalmente una proyección para el año 1952 (Stone, 1954). En esta investigación, Stone concluye que los hábitos y los gustos son importantes para el consumo; y que existe independencia entre los parámetros determinados por el número de grupos de productos entre los que se divide el gasto total; demostrando que la estimación del método utilizado es un proceso iterativo, no estando afectado por ciertas estimaciones de variables exógenas.

Hecho el breve recuento histórico de los inicios del sistema lineal de gastos, a continuación se presentará el desarrollo microeconómico y las condiciones econométricas para la estimación de los modelos LES y ELES.

16.1 Especificación de los sistemas de demanda

La determinación, explicación y especificación de los sistemas completos de demanda tiene como punto de inicio la teoría neoclásica del consumidor. Los consumidores eligen canastas de consumo de bienes y servicios que optimicen y maximicen su utilidad sujetos a restricciones presupuestarias en función de los precios del mercado y el ingreso del respectivo consumidor (Cortés y Pérez, 2010).

En el presente trabajo se denota a los bienes como x_i , donde $i = 1, 2, \dots, n$, y al grupo de hogares como $h = 1, 2, \dots, N$. Luego, x_{ih} es la cantidad consumida del bien i en el hogar h y p_{ih} su precio. El ingreso del hogar (en la teoría llamado dotaciones) será llamado y_h .

16.1.1 Desarrollo microeconómico del sistema lineal de gastos

Es necesario y conveniente conocer que la función de utilidad (se asume monótona y cuasicóncava) que surge del sistema lineal de gastos es:

$$U(x) = \sum_{i=1}^n \beta_i \ln(x_i - \phi_i)$$

Donde se cumple que:

- β_i y ϕ_i son parámetros (más adelante se dará su interpretación económica).
- $x_i > \phi_i$, con el fin de que no exista inconsistencias a la hora de hallar el logaritmo natural, $\ln(x_i - \phi_i)$.
- $\sum_{i=1}^n \beta_i = 1$

Siendo esta una generalización de una función de utilidad (linealizada) tipo Cobb-Douglas.

$$U(x) = A \prod_{i=1}^n (x_i - \phi_i)^{\beta_i}$$

Esta función de utilidad implica que el consumidor no tiene ninguna satisfacción por consumos menores a ϕ_i , y los mayores a este, los pondera de acuerdo con los parámetros β_i .

Luego, la función respectiva de la utilidad indirecta es:

$$V(y, p) = \left[\frac{y - \sum_{i=1}^n p_i \phi_i}{\prod_{i=1}^n p_i^{\beta_i}} \right]$$

Ejemplo para dos bienes¹⁰³

Sea una función de utilidad que depende de la cantidad consumida de los bienes x_1 y x_2 :

$$U(x_1, x_2) = (x_1 - \phi_1)^{\beta_1} (x_2 - \phi_2)^{\beta_2}$$

Se linealiza a través de la aplicación del logaritmo natural a ambos lados de la ecuación. De manera que:

$$U(x_1, x_2) = \beta_1 \ln(x_1 - \phi_1) + \beta_2 \ln(x_2 - \phi_2)$$

Ahora como restricción presupuestal, teniendo como premisa que se cumple la ley de agotamiento (no existe principio de saciabilidad, se gasta todo el presupuesto), se dice que:

$$y_h = p_1 x_1 + p_2 x_2$$

De manera que se maximiza $U(x_1, x_2)$ sujeto a y_h , por medio del método de Lagrange:

$$\mathcal{L} = \beta_1 \ln(x_1 - \phi_1) + \beta_2 \ln(x_2 - \phi_2) - \lambda(p_1 x_1 + p_2 x_2 - y_h)$$

Condiciones de Primer Orden (CPO)

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial x_1} = \frac{\beta_1}{(x_1 - \phi_1)} - \lambda p_1$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial x_2} = \frac{\beta_2}{(x_2 - \phi_2)} - \lambda p_2$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \lambda} = p_1 x_1 + p_2 x_2 - y_h$$

Igualando:

¹⁰³ Basándose en Klein y Rubin (1947-48) y Mora (2002).

$$\frac{\beta_1}{(x_1 - \phi_1)p_1} = \lambda, \quad \frac{\beta_2}{(x_2 - \phi_2)p_2} = \lambda$$

$$\beta_1(x_2 - \phi_2)p_2 = \beta_2(x_1 - \phi_1)p_1$$

$$\beta_1 x_2 p_2 - \beta_1 \phi_2 p_2 = \beta_2 x_1 p_1 - \beta_2 \phi_1 p_1$$

$$x_2 p_2 = \phi_2 p_2 + \frac{\beta_2}{\beta_1} x_1 p_1 - \frac{\beta_2}{\beta_1} \phi_1 p_1$$

Y sustituyendo las demandas marshallianas serán:

$$x_1 p_1 + \phi_2 p_2 + \frac{\beta_2}{\beta_1} x_1 p_1 - \frac{\beta_2}{\beta_1} \phi_1 p_1 = y_h$$

$$x_1 p_1 + \frac{\beta_2}{\beta_1} x_1 p_1 = y_h + \frac{\beta_2}{\beta_1} \phi_1 p_1 - \phi_2 p_2$$

$$x_1 p_1 \left(1 + \frac{\beta_2}{\beta_1}\right) = y_h + \frac{\beta_2}{\beta_1} \phi_1 p_1 - \phi_2 p_2$$

$$x_1 p_1 \left(\frac{\beta_1 + \beta_2}{\beta_1}\right) = y_h + \frac{\beta_2}{\beta_1} \phi_1 p_1 - \phi_2 p_2$$

Luego se sabe $\sum_{i=1}^n \beta_i = 1$, entonces $\sum_{i=1}^2 \beta_i = 1$.

$$x_1 p_1 \left(\frac{1}{\beta_1}\right) = y_h + \frac{\beta_2}{\beta_1} \phi_1 p_1 - \phi_2 p_2$$

$$x_1 = y_h \left(\frac{\beta_1}{p_1}\right) + \frac{\beta_2}{\beta_1} \phi_1 p_1 \left(\frac{\beta_1}{p_1}\right) - \phi_2 p_2 \left(\frac{\beta_1}{p_1}\right)$$

$$x_1 = y_h \left(\frac{\beta_1}{p_1}\right) + \frac{(1 - \beta_1)}{\beta_1} \left(\frac{\beta_1}{p_1}\right) \phi_1 p_1 - \phi_2 p_2 \left(\frac{\beta_1}{p_1}\right)$$

$$x_1 = y_h \left(\frac{\beta_1}{p_1}\right) + \frac{\beta_1 \phi_1 p_1}{\beta_1 p_1} - \frac{\beta_1^2 \phi_1 p_1}{\beta_1 p_1} - \phi_2 p_2 \left(\frac{\beta_1}{p_1}\right)$$

Cancelando términos iguales en los determinantes y numeradores, resulta:

$$x_1 = \phi_1 + \left(\frac{\beta_1}{p_1}\right) (y_1 - \phi_1 p_1 - \phi_2 p_2) \quad \Rightarrow \text{Demanda marshalliana } x_1$$

$$x_2 = \phi_2 + \left(\frac{\beta_2}{p_2}\right) (y_2 - \phi_2 p_2 - \phi_1 p_1) \quad \Rightarrow \text{Demanda marshalliana } x_2$$

Y escribiendo las funciones en forma de gasto:

$$x_1 p_1 = p_1 \phi_1 + \beta_1 (y_1 - \phi_1 p_1 - \phi_2 p_2)$$

$$x_2 p_2 = p_2 \phi_2 + \beta_2 (y_2 - \phi_2 p_2 - \phi_1 p_1)$$

De esta forma, se demuestra que el gasto en cada bien ($x_i p_i$) es lineal en precios e ingreso.

Generalización para n bienes

La expresión formalizada para n bienes sería:

$$x_i p_i = p_i \phi_i + \beta_i \left(y_h - \sum_{i=1}^n p_i \phi_i \right)$$

Donde ϕ_i se interpretaría como los niveles de consumo de subsistencia de tal forma que $\sum_{i=1}^n p_i \phi_i$ es el nivel de gasto mínimo de subsistencia.

La generalización también se puede definir como proporción del gasto en cada bien i , siendo su expresión, $w_i = \frac{p_i x_i}{y_h}$, es decir:

$$w_i = \frac{p_i \phi_i}{y_h} + \beta_i \left(1 - \frac{1}{y_h} \sum_{i=1}^n p_i \phi_i \right)$$

Por tanto, el sistema lineal de gastos demuestra ser una generalización de la función de utilidad Cobb-Douglas como se había comentado anteriormente, a la vez que permite describir a unos consumidores comprando cantidades de subsistencia de cada bien i , dividiendo el gasto entre estos bienes en proporciones fijas que toman los valores expresados por los coeficientes $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_i, \dots, \beta_n$. De allí que $\sum_{i=1}^n \beta_i = 1$.

Las elasticidades gasto y precio se calculan con las siguientes fórmulas:

Elasticidad gasto de la demanda del bien i (Marshalliana):

$$\eta_{M_i} = \frac{\phi_i}{x_i} (1 - \beta_i) - 1$$

Elasticidad precio cruzada (Marshalliana)

$$\eta_{M_{i,j}} = -\beta_i \left(\frac{p_j \phi_j}{p_i x_i} \right)$$

Elasticidad precio propio (Hicksiana)

$$\eta_{H_i} = (1 - \beta_i) \left(\frac{p_i \Phi_i}{p_i x_i} - 1 \right)$$

Elasticidad precio cruzada (Hicksiana)

$$\eta_{H_{i,j}} = \frac{(p_j x_j - p_j \Phi_j)}{p_i x_i}$$

16.2 Composición socio-demográfica, estimación econométrica y problemas estadísticos del sistema lineal de gastos¹⁰⁴

16.2.1 Composición y tamaño de los hogares

Se ha puesto poca atención a la incorporación de los efectos socio-demográficos en la formulación de modelos del comportamiento del gasto. Tal información no es difícil de conseguir para modelar patrones de consumo, esta se encuentra disponible con gran facilidad en las bases de datos de los centros de estadística oficial (ej.: el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) para Colombia).

Para la ecuación del LES vista anteriormente, a continuación se presenta una modificación que intenta proporcionar una estructura integrada que, junto con los efectos de ingreso y los patrones de consumo, incluya los factores socio-demográficos. Para un mejor manejo, la siguiente generalización es limitada a la composición de los hogares. Sin embargo, es claro que este tratamiento puede ser extendido si incluimos más características socio-demográficas de los hogares. Básicamente lo que el modelo postula es que estas características afectan los patrones de consumo por medio de la variación de los niveles de consumo de subsistencia Φ_i , de cada bien de la cesta de consumo.

Formulación

Es posible hacer Φ_i una función explícita del tamaño y la composición de los hogares. Por simplicidad, Φ_i es postulado como una combinación lineal que representa la ponderación de nivel de consumo de subsistencia, de acuerdo al tipo de personas, ya sea por el sexo y/o por la edad:

$$\Phi_{ih} = c_{i1}z_{1h} + c_{i2}z_{2h} + \dots + c_{im}z_{mh} = \sum_{g=1}^m c_{ig}z_{gh}$$

Donde c_{ig} es la contribución de una persona de tipo g al nivel de consumo de subsistencia para el bien i y z_{gh} es el número de personas de tipo g en el hogar h . El efecto de la agregación de las personas en una clase dada es estrictamente acumulativo. Esta formulación desestima las economías o des-economías de escala en el consumo. Sin embargo en un estudio de Muellbauer (1974) se propuso la misma forma lineal para la incorporación de la composición de los hogares del LES, además de proponer Φ_i como una combinación lineal de logaritmos de los z_g .

¹⁰⁴ Esta sección está basada en el texto de Howe (1974).

Limitaciones

La modificación permite solamente cambios en los niveles de consumo de subsistencia debido a la composición de los hogares.

La generalización completa requiere conjuntamente que la proporción del ingreso destinada al consumo del bien i (β_i) y los ϕ_i , sean funciones de la composición de los hogares. Si $\beta_{ih} = \sum_{g=1}^m \alpha_{ig} z_{gh}$, esta generalización complica la formulación porque el LES requiere que $\sum \beta_i = 1$.

Es decir, el denominador $\sum_{i=1}^n \sum_{g=1}^m \alpha_{ig} z_{gh}$ aparecería en la expresión final para la función de demanda, debido a que no hay un factor de escala único con el que se pudiera aplicar la proporción del ingreso destinada al consumo del bien i a través de todas las observaciones. Por otra parte, se tiene que la función de los parámetros α_{ig} introduce adicionalmente la no linealidad en estos, de manera que la tarea de estimación a realizar se convierte en algo muy engorroso.

16.2.2 Estimación de Ecuación del Gasto

El sistema de demanda es estimado en forma de función de gasto. Es asumido que todos los hogares afrontan conjuntos de precios idénticos. La función de gasto se define como:

$$e_{ih} = p_i x_{ih} = p_i \phi_{ih} + \beta_i \left(y_h - \sum_{j=1}^I p_j \phi_{jh} \right) = p_i \phi_{ih} - \beta_i \sum_{i=1}^n p_i \phi_{ih} + \beta_i y_h$$

Donde el subíndice h en ϕ_i indica que el nivel de consumo de subsistencia varía a través de los hogares. Por tanto, su ecuación estocástica sería:

$$e_{ih} = p_i x_{ih} = p_i \phi_{ih} - \beta_i \sum_{i=1}^n p_i \phi_{ih} + \beta_i y_h + \varepsilon_{ih}$$

Donde el término estocástico ε_{ih} es postulado como un error en la ecuación. Introduciendo la composición de los hogares, la ecuación del gasto sería:

$$e_{ih} = p_i x_{ih} = p_i \sum_{g=1}^m c_{ig} z_{gh} - \beta_i \sum_{i=1}^n \sum_{g=1}^m p_i c_{ig} z_{gh} + \beta_i y_h$$

Definiendo $\gamma_{ig} = p_i c_{ig}$, entonces:

$$e_{ih} = p_i x_{ih} = \sum_{g=1}^m \gamma_{ig} z_{gh} - \beta_i \sum_{i=1}^n \sum_{g=1}^m \gamma_{ig} z_{gh} + \beta_i y_h$$

Donde γ_{ig} es ahora el valor (en precios muestrales) de la contribución de una persona de tipo g al valor de subsistencia (en precios muestrales) del bien i .

16.2.3 Ecuación general del gasto en forma estocástica

La ecuación típica para el sistema lineal de gasto (LES) con variación en la composición de los hogares es escrita de manera estocástica como:

$$e_{ih} = \sum_{g=1}^m \gamma_{ig} z_{gh} - \beta_i \sum_{i=1}^n \sum_{g=1}^m \gamma_{ig} z_{gh} + \beta_i y_h + \varepsilon_{ih}$$

Para un único bien y una única observación. El término estocástico ε_{ih} es postulado como un error en la ecuación.

16.2.4 Notación

Puede ser formulada por una matriz del sistema completo sobre la muestra completa. Para ello, la notación a utilizar es la siguiente:

Índices:

- Categoría de gasto: $i = 1, 2, \dots, n$.
- Diferente categoría de gasto: $j = 1, 2, \dots, n$.
- Tipo de persona: $g = 1, 2, \dots, m$.
- Hogar: $h = 1, 2, \dots, N$.

Misceláneos:

- I : Matriz identidad de dimensión n .
- τ : Vector columna $n \times 1$ de 1's.
- f_i : Vector columna $n \times 1$ de ceros con 1 en la primera fila.

VARIABLES:

- $e_{ih} = p_i x_{ih}$: Gasto en la categoría (o en el bien) i por el hogar h .
- $y_h = \tau' e_h$: Gasto total del hogar h .
- z_{gh} : Número de personas del tipo g en el hogar h .
- $e_h = \begin{bmatrix} e_{1h} \\ \vdots \\ e_{nh} \end{bmatrix}$: Vector columna $n \times 1$ de gasto del hogar h .
- $z_h = [z_{1h} \quad \dots \quad z_{mh}]$: Vector fila $1 \times m$ de tipos de personas del hogar h .

- $\varepsilon_h = \begin{bmatrix} \varepsilon_{1h} \\ \vdots \\ \varepsilon_{nh} \end{bmatrix}$: Vector columna $n \times 1$ de errores aleatorios del hogar h .

VARIABLES PILA POR HOGAR:

- $e_i = \begin{bmatrix} e_{1i} \\ \vdots \\ e_{Ni} \end{bmatrix}$: Vector $N \times 1$ del gasto en la categoría (o en el bien) i para todos los N hogares.
- $Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ \vdots \\ Y_N \end{bmatrix}$: Vector columna $N \times 1$ del gasto total para todos los N hogares.
- $Z = \begin{bmatrix} z_1 \\ \vdots \\ z_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z_{11} & \dots & z_{1m} \\ \dots & \dots & \dots \\ z_{N1} & \dots & z_{Nm} \end{bmatrix}$: Matriz $N \times m$ de tipos de personas para todos los N hogares.
- $\varepsilon_i = \begin{bmatrix} \varepsilon_{1i} \\ \vdots \\ \varepsilon_{Ni} \end{bmatrix}$: Vector columna $N \times 1$ de errores estocásticos para el gasto en la categoría (o en el bien) i para todos los N hogares.

VARIABLES MATRIZ POR HOGAR Y ECUACIÓN:

- $E = [e_1 e_2 \dots e_n]$: Matriz $N \times n$ de observaciones en n categorías de gasto a lo largo de la muestra completa de N hogares.
- $\varepsilon = [\varepsilon_1 \varepsilon_2 \dots \varepsilon_n]$: Matriz $N \times n$ de errores estocásticos para n categorías de gasto a lo largo de la muestra completa de N hogares.

PARÁMETROS:

- γ_{ig} : Valor (en precios muestrales) de la contribución de una persona de tipo g al valor de subsistencia de la categoría (o el bien) i .
- β_i : Proporción del ingreso destinado al consumo en la categoría (o el bien) i .
- $\gamma_i = [\gamma_{i1} \gamma_{i2} \dots \gamma_{im}]$: Vector fila $1 \times m$ de contribuciones de cada uno de los m tipos de personas al valor de subsistencia de la categoría (o el bien) i .

- $\Gamma = \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \dots & \gamma_{1g} & \dots & \gamma_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \gamma_{ig} & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \gamma_{n1} & \dots & \dots & \dots & \gamma_{nm} \end{bmatrix}$: Matriz $n \times m$ de contribuciones de cada uno de los m tipos de personas al valor de subsistencia de todas las categorías (o bienes) del gasto.

- $\beta = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_n \end{bmatrix}$: Vector columna $n \times 1$ de las proporciones del ingreso destinado al consumo en todos los bienes (o categorías).

16.2.5 Formulación

El sistema completo de ecuaciones de demanda para un solo hogar se puede expresar como:

$$e_h = (I - \beta\tau')\Gamma z_h' + \beta y_h + \varepsilon_h$$

Por lo que, el sistema completo sobre la muestra completa se escribe:

$$E' = (I - \beta\tau')\Gamma Z' + \beta Y' + \varepsilon'$$

Mientras que la forma de matriz del sistema, se representa de manera compacta, un apilamiento vertical por medio de ecuaciones es útil en la discusión de la naturaleza "aparentemente no relacionada" de las ecuaciones del LES. Por otra parte, expresiones para una única ecuación a lo largo de la muestra completa pueden ser elegidas con el operador f_i' , una fila $n \times 1$ de ceros con 1 en la primera columna. Pre-multiplicando todos los términos por f_i' , y luego transponiendo se obtiene:

$$e_i = Z\Gamma'(f_i - \beta_i\tau) + Y\beta_i + \varepsilon_i$$

La forma reducida es útil en la discusión de la estimación. La forma reducida de la ecuación típica del LES está escrita como:

$$e_{ih} = \sum_g \psi_{ig} z_{gh} + \beta_i y_h + \varepsilon_{ih}$$

Donde, en comparación con ψ_{ig} está implícitamente definido como:

$$\psi_{ig} = \gamma_{ig} - \beta_i \sum_i \gamma_{ig}$$

La expresión en términos de una única ecuación a lo largo de la muestra completa se convierte en:

$$e_i = Z\psi_i + Y\beta_i + \varepsilon_i$$

$$e_i = [Z \quad Y] \begin{bmatrix} \psi_i \\ \beta_i \end{bmatrix} + \varepsilon_i$$

Donde mediante una comparación:

$$\psi_i = \Gamma'(f_i - \beta_i \tau)$$

Es un vector columna $m \times 1$ en forma reducida de los coeficientes ψ_{ig} . Luego, todo el sistema sobre la muestra completa se puede escribir apilando ecuaciones únicas para la muestra total, de manera que:

$$\begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} [Z \ Y] & \dots & \dots & 0 \\ \vdots & [Z \ Y] & \dots & \vdots \\ \vdots & \dots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & \dots & [Z \ Y] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \psi_1 \\ \beta_1 \\ \psi_2 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \psi_n \\ \beta_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

16.2.6 Sesgo

El LES se escribe como si y_h fuera exógena. En realidad, el gasto total es una variable endógena del sistema, ya que $y_h = \tau' e_h$. Como se tiene que $\text{plim } N^{-1}(Y' \varepsilon_i) \neq 0$, resulta que las estimaciones de todos los parámetros son sesgadas e inconsistentes. Este es el conocido sesgo de ecuaciones simultáneas inherentes a la estimación de todos los sistemas de los gastos con el gasto total como variable explicativa. Prais y Houthakker (1955) sostuvieron que el sesgo no es grave siempre y cuando la categoría de gastos sea pequeña en relación al gasto total. Posteriormente, Summers (1959) analizó el sesgo en detalle y demostró que el sesgo no es simplemente una función de la importancia relativa de la partida de gastos. Al ver el LES como un subsistema del ELES, Powell (1973) obtuvo una expresión para el sesgo en grandes muestras de las proporciones del ingreso destinado al consumo estimados en términos de la propensión marginal al consumo y la varianza del ingreso permanente.

Es interesante ilustrar por qué el gasto total no puede ser manejado endógenamente como debe ser. Se incorpora específicamente la definición del gasto total $Y = E\tau$. Luego, reemplazando Y' con $\tau' E'$, y factorizando $(I - \beta\tau')$, se obtiene:

$$(I - \beta\tau')E' = (I - \beta\tau')\Gamma Z' + \varepsilon'$$

Por lo que la matriz $(I - \beta\tau')$ es singular y no puede ser invertida para obtener una forma reducida del sistema, resultando que la endogeneidad de los gastos totales y las propiedades de identificación del sistema están relacionados entre sí.

16.2.7 Eficiencia

La matriz de varianzas y covarianzas del sistema es no diagonal y singular. La restricción presupuestaria en cada hogar $\tau' e_h = y_h$, requiere que la suma de términos de error sea cero a través de cada hogar $\tau' e_h = 0$. Por lo tanto, la covarianza de término de error para las diferentes ecuaciones en el mismo hogar es distinta de cero, $E(\varepsilon_{ih} \varepsilon_{jh}) \neq 0$, existiendo una dependencia lineal entre las covarianzas. Los términos de error de los hogares se postulan independientes. Entonces:

$$\text{Cov}(\varepsilon) = E(\varepsilon\varepsilon') = \sum \theta I$$

Donde Σ es singular. El sistema de ecuaciones representa un sistema de regresiones aparentemente no relacionadas con la complicación de una matriz de covarianzas singular (Zellner, 1961; 1962). Esta es la misma situación que el LES en series de tiempo con una excepción crucial: los regresores de las ecuaciones son idénticos. Por lo tanto, la ecuación en mínimos cuadrados ordinarios (MCO) es equivalente a la ecuación en mínimos cuadrados generalizados (MCG) (Phoebus, 1970).

La especificación de las clases de edad idénticas para cada categoría de gastos es restrictiva. Es poco probable que la composición por edad sea apropiada para los gastos de alimentos o educación. Este argumento se extiende a la exclusión o inclusión de variables de cierto orden socio-demográfico en una ecuación particular del gasto. La situación de los regresores idénticos, bajo la cual MCO es eficaz, es claramente un caso especial. Para el caso general de las distintas variables socio-demográficas en cada ecuación de gasto, MCG sería necesario para una eficiente estimación. Aquí, una ecuación podría ser omitida para obtener una matriz de covarianzas no singular.

Las relaciones $\sum \hat{\beta}_i = 1$ y $\sum \hat{\psi}_{ig} = 0$, $g = 1, \dots, m$, podrían ser utilizadas para estimar la n -ésima proporción del ingreso destinado al consumo y el n -ésimo coeficiente de la forma reducida¹⁰⁵.

16.2.8 Identificación

Para Howe (1974), el sistema de forma reducida está sub-identificado para el grado m . De manera que se debe tener en cuenta la relación entre los coeficientes ψ_i , y los parámetros β_i y Γ :

$$\psi_i = \Gamma' \begin{bmatrix} -\beta_i \\ -\beta_i \\ \vdots \\ 1 - \beta_i \\ \vdots \\ -\beta_i \end{bmatrix}$$

Definiendo la matriz $n \times m$ de coeficientes D .

$$D = \begin{bmatrix} \psi'_1 \\ \psi'_2 \\ \vdots \\ \psi'_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 - \beta_1 & -\beta_1 & \dots & -\beta_1 \\ -\beta_2 & 1 - \beta_2 & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ -\beta_n & \dots & \dots & \ddots \end{bmatrix} \Gamma$$

$$D = (I - \beta\tau')\Gamma$$

¹⁰⁵ Para la prueba de esta propiedad remitirse a Powell (1969).

Entonces, si $(I - \beta\tau')$ fuera de rango completo, los parámetros pueden ser identificados invirtiendo la transformación de Γ a D (pero $(I - \beta\tau')$ es singular, como resultado de $\sum \beta_i = 1$), donde en la matriz D hay $(n \times m)$ γ parámetros para ser identificados y sólo $(n - 1) \times m$ coeficientes independientes de forma reducida ψ .

El problema de la sub-identificación en el LES puede ser abordado mediante la aplicación de información externa sobre ciertos γ_{ig} . Este método será seguido por la incorporación de información externa o requerimientos nutricionales para las personas de las clases de edad diferentes. Una variante de esta primera aproximación sería la de postular que los gastos de subsistencia total, $\sum_i \sum_g \gamma_{ig} z_{ih}$ son un múltiplo de los gastos de alimentos de subsistencia. Por último, otra solución factible sería que distintas variables socio-demográficas podrían ser utilizadas en las diferentes ecuaciones de gasto.

Información Nutricional

La información externa en cualquier $m\gamma_{ig}$ sería suficiente para identificar el restante γ_{ig} . El sistema lineal se reduce a $(n - 1) \times m$ dimensiones por lo que el resultado pre-multiplicado por Γ ya no es singular. Para empezar, se supone que las estimaciones de la subsistencia alimentaria son representaciones válidas de los parámetros del LES γ_{1g} , donde $g = 1, \dots, m$.

Luego, a partir de ese supuesto se elimina la primera fila tanto de la matriz de coeficientes D como de la matriz de los parámetros Γ , y luego se suprime la primera fila y la primera columna de $(I - \beta\tau')$, así como el primer elemento del vector β . El super-índice ϖ denota las modificaciones hechas a las matrices y a los vectores $\Gamma, D, (I - \beta\tau')$ y β . La relación se puede reescribir como:

$$(I - \beta\tau')^{\varpi} \Gamma^{\varpi} = D^{\varpi} + \beta^{\varpi} \gamma_1$$

Donde γ_1 es el vector fila de estimaciones independientes de γ para la alimentación. La transformación inversa es:

$$\Gamma^{\varpi} = ((I - \beta\tau')^{\varpi})^{-1} (D^{\varpi} + \beta^{\varpi} \gamma_1)$$

Que puede ser escrita para identificar el resto de γ_{ig} .

La línea de pobreza (o gastos de subsistencia total)

La interpretación de los $\sum_g \sum_i \gamma_{ig} z_{gh}$ como los gastos de subsistencia total puede ser explorada para proporcionar un régimen de estimación alternativa para el LES. Al fijar la suma de los gastos de subsistencia individual, la información sobre el gasto total de subsistencia o la línea de pobreza, identifica el sistema.

Si la línea de pobreza de cada hogar $(y_h - \sum_g \sum_h \gamma_{ig} z_{gh})$ puede ser determinada de forma independiente, el gasto super-numerario podría ser construido para cada hogar. Por tanto, el LES podría ser estimado en forma estructural por una serie de regresiones MCO con la variable construida.

Origen

La noción de línea de pobreza como un múltiplo del costo de satisfacer los requerimientos nutricionales se utilizó por primera vez por Mollie Orshansky. En un intento de contar el número de personas que viven en la pobreza en los Estados Unidos, Orshansky observó que "no existe una norma generalmente aceptada de los elementos adecuados que son esenciales para la vida, con excepción de los alimentos" (Orshansky, 1965). A continuación, ella procedió a utilizar planes de alimentación de bajo costo del Departamento de Agricultura de EE.UU. como el gasto mínimo necesario para mantener una nutrición adecuada. Los planes de los alimentos se ajustaron a la composición por edad y sexo del hogar. Con base en que la participación promedio de los alimentos en el presupuesto era de una tercera parte, Orshansky multiplicó el costo de los planes de alimentación por tres para estimar la línea de pobreza (Orshansky, 1965).

Formulación

Se deja que el costo de las dietas mínimas para cada tipo de persona sea designado M_{1g} , donde $g = 1, \dots, m$. El M_{1g} coincide con los parámetros de subsistencia γ_{1g} del LES. Sin embargo, las estimaciones no están restringidas de manera que los γ_{1g} valores resultantes de la regresión por MCO de la ecuación de gasto en alimentos coinciden con los M_{1g} . El costo de alimentos de subsistencia para todo hogar puede ser representado por $\sum_{g=1}^m M_{1g} z_{gh}$. Luego, la línea de pobreza de un hogar individual se puede especificar como un múltiplo K del costo de los alimentos de subsistencia, donde K se denomina "múltiplos de la pobreza". El gasto super-numerario es igual al gasto total neto de la línea de pobreza.

$$S_h = y_h - \sum_{i=1}^n \sum_{g=1}^m \gamma_{ig} z_{gh} = y_h - K \sum_{g=1}^m M_{1g} z_{gh}$$

S_h se compone de los gastos totales, la composición de los hogares, el costo mínimo de la dieta, y el factor normativo K . Reescribiendo la ecuación típica del LES utilizando la definición del gasto super-numerario de la ecuación, se obtiene que:

$$e_{ih} = \sum_{g=1}^m \gamma_{ig} z_{gh} + \beta_i S_h + \varepsilon_{ih}$$

La regresión lineal dará de manera directa $\hat{\gamma}_{ig}$ como los coeficientes en la composición del hogar; $\hat{\beta}_i$ se obtiene como el coeficiente del gasto super-numerario. Este uso de la información para preparar variables construidas es similar al propuesto por Klein para la agrupación de series de tiempo e información de secciones transversales (Klein, 1974). Allí, el objetivo es afinar los parámetros estimados. El propósito aquí es el de incorporar el conocimiento a priori para identificar los parámetros. En el presente caso, tanto M_{1g} y K se supone que son determinísticos. En un análisis más refinado, la varianza de la estimación de parámetros extraños podría tenerse en cuenta al calcular las varianzas de las estimaciones restantes¹⁰⁶.

¹⁰⁶ Para mayor detalle ver Durbin (1953).

Interpretación

El factor K tiene una interpretación directa, considerando la siguiente exposición normativa: un hogar se encuentra en situación de pobreza si en este se debe gastar más de $1/K$ de su presupuesto en la adquisición de alimentos que contienen las cantidades mínimas de nutrientes necesarios para tener un buen funcionamiento del organismo humano, y para evitar problemas de salud y enfermedades crónicas que se derivan de la desnutrición. Heurísticamente, K puede estar relacionado con el patrón de gastos predominante de la población. Por lo tanto, es razonable en este caso decir que si un hogar destina la mitad de su gasto a la alimentación, pero este gasto no es suficiente para una alimentación adecuada, el hogar es pobre. En términos del LES, las cantidades “pobres” estarían en o por debajo del origen expresado en la función de utilidad Cobb-Douglas.

Cero restricciones con las variables socio-demográficas

Si fuera posible determinar a priori que ciertas variables socio-demográficas no tienen ningún efecto sobre los gastos de subsistencia para una categoría de determinados gastos, esas variables podrían ser omitidas de la estimación de la ecuación en forma reducida. Las matrices D y Γ podrían estar estructuradas de tal manera que los no-cero γ_{ig} pueden ser identificados.

El caso que se resuelve a continuación, es el que postula $\gamma_{1g} = 0$, $g = 1, \dots, m$, para la primera ecuación. Entonces, la ecuación se convierte en:

$$D = (I - \beta_i) \begin{bmatrix} 0 & 0 & \dots & 0 & \vdots & \gamma_{1,m+1} & \dots & \gamma_{1,m+\ell} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \vdots & \dots & \dots & \dots \\ \gamma_{21} & \dots & \gamma_{2m} & & & & & \\ \vdots & \ddots & \vdots & & & & & \\ \gamma_{n1} & \dots & \gamma_{nm} & & & & 0 & \end{bmatrix}$$

Y todos los no-ceros γ_{ig} pueden ser identificados. Al aplicar la ecuación, los últimos ℓ elementos de la primera fila de Γ se identifican como:

$$\gamma_{1g} = \frac{\psi_{1g}}{1 - \beta_1} \quad g = m + 1, \dots, m + \ell$$

La identificación de los elementos restantes de Γ utilizados anteriormente para la información nutricional, al definir D_{12} y Γ_{12} como las $(n - 1) \times m$ submatrices de lado inferior derecho de D y Γ , respectivamente.

Entonces,

$$\Gamma_{21} = ((I - \beta_i)^{\square})^{-1} D_{21}$$

Ya que aquí γ_1 es postulado a priori como un vector de ceros.

Cualquiera de las restricciones cero a priori en los valores de los parámetros que deja una ecuación con regresores únicos y las demás $(n - 1)$ ecuaciones con los regresores idénticos, permitiría la identificación. Si este procedimiento de regresores no idénticos estuvieran siendo seguidos, sería necesario estimar el sistema en forma reducida por MCG en lugar de la simple ecuación MCO con el fin de tener en cuenta la matriz de covarianzas no diagonal de ε_{ih} . Como se verá más adelante con las estimaciones del ELES, no hay ecuaciones de gasto en el cual y_{ig} para todos los grupos por edades sean cero.

Otra manera de mirar el problema de identificación es tratado por Ramírez (1989), donde se indica que uno de los inconvenientes más importantes en la identificación del modelo, es el debido a su rigidez en un sistema con n bienes, en donde habrá en principio n elasticidades ingreso, n elasticidades precio propias y $n(n - 1)/2$ elasticidades precio cruzadas, para un total de $n(n + 3)/2$ parámetros, sin tener en cuenta términos constantes, ni otros posibles parámetros; sin embargo, el sistema lineal de gasto permite estimar solamente $2n$ parámetros, de modo que este sería un serio problema de identificación.

Aunque es factible calcular algebraicamente todas las elasticidades, no es posible saber si esa información está dada por la forma funcional escogida o por los datos empíricos; parece ser que el problema afecta más a las elasticidades precio cruzadas que están sesgadas hacia cero que a las elasticidades precio propias o a las elasticidades ingreso, en particular la forma funcional implica que cada bien es sustituto de todos los otros bienes, impidiendo algún tipo de complementariedad, cosa que puede no ser importante cuando se trata de estimar funciones de demanda en grandes agregados, pero que puede ser grave a medida que la desagregación se acerque a bienes específicos.

Así, Ramírez (1989) afirma que ante esa situación, se han hecho una gran cantidad de investigaciones para resolver ese problema y obtener formas funcionales relativamente fáciles de estimar y de manejar, que permitan una estimación de los parámetros económicos de interés, por lo menos las elasticidades ingreso y todas las precio, propias y cruzadas.

Estos nuevos sistemas de ecuaciones de demanda reciben el nombre de formas funcionales flexibles, teniendo por ejemplo el sistema de Rotterdam, la forma trascendental logarítmica, el sistema casi-ideal de ecuaciones de demanda, la forma de Leontief generalizada, entre otras.

16.3 Sistema lineal de gastos extendido

Este modelo ELES¹⁰⁷ (por sus siglas en ingles) reconoce un hogar que enfrenta la maximización intertemporal:

$$\text{Maximizar } x \text{ en } \int_0^{\infty} e^{-\delta t} U(x(t)) dt \text{ sujeto a } \dot{y}(t) = \rho y(t) + y^o(t) - px(t)$$

Con $y(0) = \bar{y}$ dado.

¹⁰⁷ Basado en Cortés y Pérez (2010).

Donde δ es la tasa de crecimiento de descuento inter-temporal, y es el ingreso no laboral, y° es el ingreso laboral exógeno, y ρ es la tasa de reproducción del ingreso no laboral.

La función de utilidad es idéntica a la del Sistema Lineal de Gastos:

$$U(x) = \sum_{i=1}^n \beta_i \ln(x_i - \Phi_i)$$

El gasto en cada uno de los bienes es:

$$x_i p_i = p_i \Phi_i + \beta_i^s \left(\Omega - \sum_{i=1}^n p_i \Phi_i \right)$$

Donde $\beta_i^s = \beta_i \frac{\rho}{\delta}$, $\Omega = \rho \bar{Y} + \int_0^\infty e^{-\delta t} y^\circ(t)$.

El parámetro Φ_i como en el LES hace referencia a los niveles de gasto de subsistencia de cada bien. Pero a diferencia de este modelo, el ELES tiene un componente de ahorro definido como $(y^\circ - y)$, con $y = \mu y^\circ + (1 - \mu) \sum_{i=1}^n p_i \Phi_i$. Donde μ es la propensión marginal a consumir. Luego:

$$\text{Ahorro} = y^\circ - \mu y^\circ - (1 - \mu) \sum_{i=1}^n p_i \Phi_i$$

$$\text{Ahorro} = (1 - \mu) y^\circ - (1 - \mu) \sum_{i=1}^n p_i \Phi_i$$

Y finalmente factorizando $(1 - \mu)$, se obtiene:

$$\text{Ahorro} = (1 - \mu) \left(y^\circ - \sum_{i=1}^n p_i \Phi_i \right)$$

16.4 Estimación econométrica y problemas estadísticos del sistema lineal de gastos extendido

A partir de lo expresado en Howe (1974), a diferencia de sistema lineal de gasto (LES), en el sistema lineal de gasto extendido (ELES) las estimaciones en corte transversal son insesgadas y exactamente identificadas para el ingreso actual.

La ecuación típica del sistema lineal de gasto extendido (ELES) de un bien único y una única observación puede ser escrito de manera estocástica como:

$$e_{ih} = \sum_{g=1}^m \gamma_{ig} z_{gh} - \mu \beta_i \sum_{i=1}^n \sum_{g=1}^m \gamma_{ig} z_{gh} + \mu \beta_i y_h^o + \varepsilon_{ih}$$

Ahora, $\beta_i^* = \mu \beta_i$, donde β_i^* es la proporción del ingreso destinado al consumo en la categoría (o bien) i para el ELES, μ es la propensión marginal a consumir y β_i es un parámetro¹⁰⁸ que tendría la misma definición que β_i^* con $\sum_{k=1}^n \beta_k = 1$. Además y_h^o se define como el ingreso laboral exógeno (o ingreso actual), z_{gh} es el número de personas de tipo g en el hogar h , γ_{ig} es el valor (en precios muestrales) de la contribución de una persona de tipo g al valor de subsistencia (en precios muestrales) del bien i y el término estocástico ε_{ih} es postulado como un error. Por lo que la ecuación sería:

$$e_{ih} = \sum_{g=1}^m \gamma_{ig} z_{gh} - \beta_i^* \sum_{i=1}^n \sum_{g=1}^m \gamma_{ig} z_{gh} + \beta_i^* y_h^o + \varepsilon_{ih}$$

Donde con algunos cambios en la notación, la formulación del sistema elaborado anteriormente para el LES se puede aplicar directamente a la ELES.

16.4.1 Notación

Además de las notaciones vistas para el LES, se incluyen otras como:

VARIABLES:

y_h^o : Ingreso actual del hogar h .

VARIABLES PILA POR HOGAR:

$Y^o = \begin{bmatrix} y_1^o \\ \vdots \\ y_N^o \end{bmatrix}$: Vector columna $N \times 1$ del ingreso actual (o ingreso laboral exógeno) para todos los N hogares.

PARÁMETROS:

μ : propensión marginal al consumo.

16.4.2 Formulación

Se puede extender al ELES. El sistema completo de ecuaciones de demanda para un solo hogar se puede expresar como:

$$e_h = (I - \beta^* \tau') \Gamma z_h' + \beta^* y_h^o + \varepsilon_h$$

¹⁰⁸ En este caso sería la proporción del ingreso destinado al consumo en la categoría i para el LES.

El sistema completo sobre la muestra completa es:

$$E' = (I - \beta^* \tau') \Gamma Z' + \beta^* Y^{*'} + \varepsilon'$$

Y una única ecuación sobre la muestra completa es:

$$e_i = Z \Gamma' (f_i - \beta_i^* \tau) + Y^o \beta_i^* + \varepsilon_i$$

La forma reducida de la ecuación típica se escribe de la siguiente manera:

$$e_{ih} = \sum_g \Psi_{ig} z_{gh} + \beta_i^* y_h^o + \varepsilon_{ih}$$

Donde, en comparación con Ψ_{ig} está implícitamente definido como:

$$\Psi_{ig} = \gamma_{ig} - \beta_i^* \sum_i \gamma_{ig}$$

La forma reducida de una única ecuación sobre el sistema completo es entonces:

$$e_i = Z \Psi_i + Y^o \beta_i^* + \varepsilon_i$$

Donde mediante una comparación resulta:

$$\Psi_i = \Gamma' (f_i - \beta_i^* \tau)$$

Que es el homólogo o contraparte de ψ_i en el LES. El sistema entero a lo largo de la muestra completa puede ser obtenido apilando del mismo modo.

16.4.3 Sesgo

El ingreso, tanto el actual como el nominal, son independientes del término del error ε_{ih} . Puesto que $\text{plim } N^{-1}(Y^{*'} \varepsilon_i) = \mathbf{0}$, los estimadores de todos los coeficientes en forma reducida son insesgados.

16.4.4 Eficiencia

La matriz de varianzas y covarianzas para el ELES es no diagonal, pero al no tener dependencia lineal entre los términos de error ya que $\tau' \varepsilon_h \neq \mathbf{0}$, entonces, a diferencia del LES, en el ELES la matriz es no singular. Los regresores idénticos son todavía específicos y la estimación por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) es de ese modo eficiente.

16.4.5 Identificación

Los coeficientes del ELES en forma reducida pueden ser transformados, de manera única, volviendo al sistema de parámetros (50b); sin embargo, para este caso, ya no habría la necesidad de incluir la información externa al sistema.

Definiendo la matriz $n \times m$ de coeficientes Ψ_{ig} análogamente a D , se tiene que:

$$\Psi = \begin{bmatrix} \Psi'_1 \\ \Psi'_2 \\ \vdots \\ \Psi'_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 - \beta_1^* & -\beta_1^* & \dots & -\beta_1^* \\ -\beta_2^* & 1 - \beta_2^* & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ -\beta_n^* & \dots & \dots & \ddots \end{bmatrix} \Gamma$$

$$\Psi = (I - \beta^* \tau') \Gamma$$

Aquí, el $(I - \beta^* \tau') \Gamma$ es no singular debido a la presencia de la propensión marginal al consumo (μ). Las filas de la matriz no suman al vector cero. Por otra parte, los parámetros de la matriz Γ se obtienen de la siguiente manera:

$$\Gamma = (I - \beta^* \tau')^{-1} \Psi$$

Por simplicidad en la notación, escribimos $H = (I - \beta^* \tau')$. Entonces la ecuación anterior se puede escribir como:

$$\Gamma = H^{-1} \Psi$$

El inverso de H puede ser expresado analíticamente como:

$$H^{-1} = I + \frac{\beta^* \tau'}{1 + \tau' \beta^*}$$

De manera que Γ puede ser escrito explícitamente en términos de los coeficientes en forma reducida β^* y Ψ .

$$\Gamma = \frac{\Psi + \beta^* \tau'}{1 - \tau' \beta^*}$$

El parámetro μ es obtenido de los coeficientes en forma reducida β_i^* por:

$$\tau \beta^{*'} = \sum \beta_i^* = \sum \mu \beta_i = \mu \sum \beta_i = \mu$$

Finalmente, los parámetros β_i son obtenidos de los coeficientes β_i^* por:

$$\frac{\beta_i^*}{\mu} = \frac{\mu\beta_i}{\mu} = \beta_i \quad \forall i = 1, 2, \dots, n.$$

Esto último demuestra la relación que hay entre el sistema lineal de gasto y sistema lineal de gastos extendido, concerniente a la proporción del ingreso destinado al consumo en la categoría i bajo los dos sistemas.

16.5 Aplicaciones empíricas de los modelos “les” y “eles” en la economía colombiana

16.5.1 El consumo de los hogares en 23 capitales de departamentos colombianos.

Para las estimaciones realizadas en el boletín de estadística del DANE N° 540, los autores se basaron en los datos de la encuesta de ingresos y gastos de 1994 a las ciudades capitales de varios departamentos, 23 ciudades para precisar, divididas en 3 grupos, 1) las 4 más grandes (también incluidas en el siguiente grupo), 2) las 13 ciudades metropolitanas y, 3) las 10 “restantes”; de ellas se tomaron los gastos corrientes y no corrientes, del primero se tomaron 11 grupos de producto de consumo: alimentos, bebidas, vestuario, gastos de mantenimiento en vivienda, muebles y accesorios, salud, transporte y comunicación, recreación, educación, misceláneos y gastos financiero; y 3 grupos de gastos no corrientes: compra equipo de transporte personal, compra vivienda, y ahorro.

Resultados del LES derivado del ELES

Para las 23 ciudades, las menores elasticidades las tuvieron alimentos, bebidas y tabaco; transportes, recreación y pagos financieros presentaron elasticidades mayores a 1. Hubo comportamientos similares entre los grupos de las 4 grandes ciudades y las 13 ciudades metropolitanas, mientras que en las 10 restantes existieron diferencias como la de que la elasticidad ingreso de la vivienda era menor que el promedio total, a la vez que muebles y educación fue más alta.

Para resolver el problema de identificación generado por el LES, estos autores tomaron como solución estimar la forma reducida del ELES, incluyendo la ecuación de ahorro, y suponiendo que el gasto de subsistencia en ahorro era igual a cero, luego hallaron la forma estructural de ese sistema y a partir de ahí encontraron la forma estructural del LES (los autores del siguiente artículo a explicar (Cortés y Pérez, 2010), realizan el mismo procedimiento).

Como se dijo anteriormente, θ_i se puede interpretar como el gasto de subsistencia en el grupo i , por tanto su suma se entendería como el gasto mínimo necesario en todos los bienes, en palabras más simples, una línea de pobreza. La suma de los θ_i para las 23 ciudades fue de \$385.108, para un hogar promedio de 4.4 personas, lo que daría una línea de pobreza per cápita de \$87.524 mensuales, lo que no distó mucho de la línea estimada por otros métodos en esos años que fue de \$84.794,20. De igual manera los θ_i de alimentos dieron \$128.337,90, es decir \$29.168 per-cápita, lo que daría la línea de indigencia, cifra muy cercana a los \$31.375,20 que se tenía estimado en trabajos anteriores (Ramírez et al, 1998). Como se puede observar, este tipo de procedimientos pueden generar información de gran ayuda para las políticas públicas, en especial para las estimaciones de pobreza y las ejecuciones de presupuesto financiero por parte del Gobierno para la política social de los menos favorecidos.

16.6 El Consumo De Los Hogares Colombianos, 2006-2007: Estimación De Sistemas De Demanda.

Tomando los datos de la encuesta de ingresos y gastos del 2006-2007, los autores calcularon el LES, el ELES y el Sistema Cuasi-Ideal de Demanda (AIDS) para 7 grupos de bienes: alimentos, educación, recreación y cultura, servicios de la vivienda, salud, transporte y comunicación, vestuario, servicios personales y otros pagos. También calcularon elasticidades de gasto, ingreso y precio para los diferentes grupos de bienes, encontrando que la elasticidad gasto de los alimentos se ha mantenido estable a través del tiempo alrededor de 0.77, y que el vestuario ha dejado de ser un bien de lujo para volverse un bien de elasticidad gasto unitaria, mientras la salud y la educación seguían siendo bienes de lujo, pese a que sus elasticidades gasto estaban cayendo a través del tiempo.

Resultados del LES

Los coeficientes β_i fueron significativos y positivos, como era esperado. Las cantidades de subsistencia más altas se dieron para el grupo de alimentos. Los grupos de bienes cuya participación se incremento más sobre el gasto total, fueron los servicios de vivienda y los alimentos.

Todas las elasticidades obtuvieron el signo esperado. Los alimentos (0.913) y los servicios de la vivienda (0.963), al igual que la salud (0.950), resultaron ser bienes necesarios, ya que su elasticidad gasto fue menor que 1. El vestuario (1.002), los servicios personales y otros bienes (1.005), la cultura y la educación (1.133) y el transporte (1.081) resultaron ser bienes de lujo. La educación tuvo la mayor elasticidad gasto. Para la salud, el vestuario y los otros bienes, se obtuvo la hipótesis de elasticidad unitaria.

Resultados del ELES

Para este sistema, el gasto de subsistencia en servicios personales y otros pagos fue negativo, esto puede interpretarse como ausencia de un nivel mínimo de gasto necesario en esos rubros. Los demás coeficientes fueron significativos y tuvieron los signos esperados. El gasto de subsistencia en alimentos estimado fue de \$259.753 al mes para un hogar.

El siguiente gasto de subsistencia más alto fue el de servicios de la vivienda (\$203.797), lo que es consistente con las estimaciones del LES. Los gastos de subsistencia más bajos resultaron ser los de salud (\$14.556) y educación (\$13.039).

Los autores de este documento, respaldándose en el artículo de Ramírez et al (1998), calcularon la línea de pobreza e indigencia, obteniendo que la línea de pobreza per cápita promedio mensual para hogares urbanos en el 2008 fue de \$292.973.

De manera que para un hogar de 4.5 personas y con una inflación de 5.69% en el 2007, esta línea equivaldría a \$1.243.362 en el 2008.

La propensión marginal al consumo se estimó en 0.605. Las elasticidades calculadas a partir del sistema lineal de gastos extendido fueron mucho más bajas que las obtenidas a partir del sistema lineal de gasto.

Los bienes con elasticidad gasto más baja fueron los alimentos (0.506) y el vestuario (0.691), lo que contrasta con las estimaciones obtenidas por el LES que clasificaron al vestuario como un bien de lujo. Los grupos más elásticos respecto al gasto resultaron ser la cultura y la educación (1.356) y otros bienes (1.645). Las elasticidades precio que se obtuvieron fueron muy bajas y restrictivas debido a la ausencia de variación en precios (Cortés y Pérez, 2010).

16.7 Importancia de los trabajos de estimación anteriores

Como se puede observar, siempre y cuando se sea consciente de las restricciones y limitaciones en la aplicación de estos sistemas de demanda, los resultados y los diferentes parámetros calculados permiten generar información con base en datos panel, de gran relevancia para la ejecución, programación y planeación de políticas públicas, a la vez que pueden ser contrastables con otro tipo de estimaciones para el análisis de la evaluación en políticas de nutrición, educación, vivienda, etc. Además de ello, estos documentos permiten ser referentes comparativos para nuevas estimaciones y así, poder evaluar los cambios de las necesidades y deseos en los consumidores colombianos a través del tiempo.

16.7.1 Resultados e interpretación de la aplicación de los modelos les y eles para las regiones colombianas utilizando la encuesta de calidad de vida 2008.

A continuación se presentan las interpretaciones de los resultados obtenidos al aplicar el sistema lineal de gastos (LES) y su versión extendida (ELES) a nueve regiones colombianas¹⁰⁹, para ello se utilizaron los datos de la Encuesta de Calidad de Vida (ECV) realizada en el 2008. En lo que respecta a la agregación de grupos, se conformaron 13 conjuntos de gasto¹¹⁰: alimentos, bebidas, vestuario, servicios de vivienda, enseres, salud, transporte, cultura, educación, servicios personales, otros pagos e impuestos. A lo anterior se le llamó gasto corriente. El gasto total se definió como la suma del gasto corriente y el gasto no corriente (bienes durables).

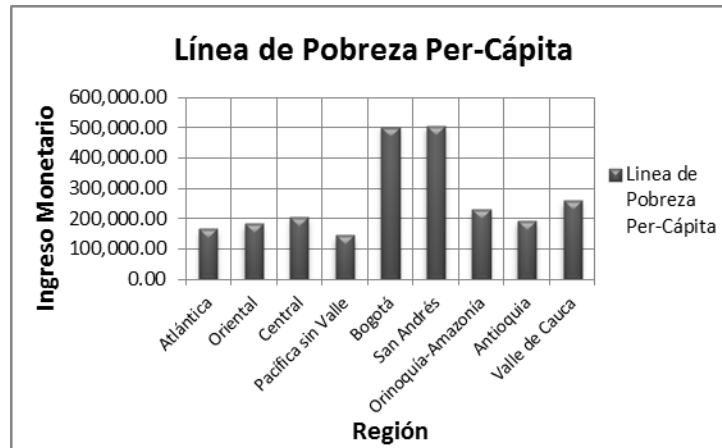
Para estimar los modelos se utilizaron las ecuaciones en forma reducida, suponiendo que el gasto mínimo de subsistencia es cero para el ahorro (en el presente estudio se considero el gasto en bienes durables como “ahorro”), ya que así se soluciona el problema de identificación que se tiene con el sistema lineal de gasto (LES) respecto a los gastos de subsistencia.

Observando las Tablas 16.3 y 16.4 del anexo, se puede interpretar que a mayor desarrollo institucional e industrial, menor participación del gasto en alimentos, esto se refleja principalmente en Bogotá y Valle del Cauca que al ser urbes desarrolladas, las personas que viven allí tienen un ingreso mayor, gastando una menor proporción de este en alimentos a comparación de otras zonas (evidenciándose la ley de Engel), mientras que en regiones como San Andrés y Pacífica sin Valle, más de la tercera parte del gasto está dirigido al componente de alimentos. En todas las regiones la mayor proporción de gasto se realiza en alimentos, seguido de servicios de vivienda, y el menor gasto se realiza en enseres, seguido de bebidas. Analizando la línea de pobreza per-cápita¹¹¹ presentada en la tabla A, la ciudad Capital y San Andrés, son las regiones con la más alta línea de pobreza por persona, teniendo valores de \$503.407,42 y \$505.890,22 respectivamente.

¹⁰⁹ Atlántica, Oriental, Central, Pacífica sin Valle, Bogotá, San Andrés, Orinoquia - Amazonia, Antioquia, Valle.

¹¹⁰ Ver anexo (Tabla 1) para mayor especificación en la conformación de cada grupo.

¹¹¹ Entendida como el ingreso monetario mínimo necesario para que una persona pueda adquirir un adecuado estándar de vida.

Gráfica 16.1 Línea de Pobreza Per-Cápita por Región

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16-A Línea de Pobreza Per-Cápita

Región	Atlántica	Oriental	Central	Pacífica sin valle	Bogotá	San andrés	Orinoquía-amazonía	Antioquia	Valle de cauca
Línea de pobreza per-cápita	165.691,22	183.815,22	203.846,66	146.251,60	503.407,42	505.890,22	230.471,21	194.758,50	259.056,68

Fuente: Elaboración propia

16.8 Resultados -LES

Al estudiar las elasticidades gasto, todas son positivas debido a la forma funcional del sistema lineal de gastos, ya que no se permiten bienes inferiores. La alimentación se considera en las 9 regiones como un bien necesario, al igual que servicios de vivienda.

Para todas las regiones el grupo de gasto en educación se comporta como un bien necesario, excepto en las regiones Atlántica, Antioquia y Valle del Cauca que tiene un comportamiento de bien de lujo y en Bogotá de bien de elasticidad unitaria (ver Tabla 16.5 en anexo para más detalles).

Por otro lado, se encuentra el grupo de gastos de bienes-servicios personales considerados como necesarios en la mayoría de regiones, excepto en Orinoquía-Amazonía (de elasticidad unitaria). El grupo de gasto en salud, recreación y servicios culturales, otros pagos, impuestos y deducciones obligatorias, presenta un comportamiento de bien de lujo para todas las 9 regiones de estudio. Para los grupos de gasto faltantes, en la mayoría de regiones, todos son bienes de lujo, excepto en determinados casos como transporte y telecomunicaciones en Bogotá (bien de elasticidad unitario) y San Andrés (bien necesario); vestuario y calzado en San Andrés, Valle del Cauca (bien necesario) y Antioquia (bien de elasticidad unitario); bebidas y tabaco en Bogotá, San Andrés, Orinoquía-Amazonía, Antioquia, Valle de Cauca (bien necesario); y enseres-utensilios para el hogar en Atlántico y Antioquia (bien necesario). La elasticidad gasto más alta, observando el agregado de regiones, corresponde al grupo de gasto en otros pagos, y la menor elasticidad hace referencia a alimentos, seguido de servicios personales y servicios de vivienda.

Se puede afirmar que estudiando las elasticidades gasto en Bogotá, Valle del Cauca, Antioquia y Atlántico, son las que presentan menor valor, debido a que el nivel de vida y el contexto socio-económico en que se mueven estas áreas metropolitanas tiene como consecuencia que algunos bienes y servicios sean consumidos más “necesariamente” que en otras zonas del país. La menor elasticidad precio propio hicksiana se encuentra en el grupo de gastos de alimentos, y la mayor en el grupo de otros pagos, afirmando la interpretación hecha anteriormente basada en los resultados de las elasticidades gasto. La mayor elasticidad precio cruzada marshalliana se encuentra entre cualquier grupo de gasto contra alimentos y cualquier grupo de gasto contra servicios de vivienda, por lo que se puede observar la importancia que los hogares le brindan a los gastos en alimentos y a los servicios de vivienda (ya que si aumenta su presupuesto, destinan su mayoría a estos gastos), por encima de otros como salud y educación. Las elasticidades precio cruzada hicksianas arrojan resultados que confirman el razonamiento anterior.

16.9 Resultados -ELES

A diferencia de las elasticidades halladas con LES, en Bogotá y Valle del Cauca el grupo de gasto en enseres y utensilios para el hogar se convierte en un bien necesario y para Orinoquía-Amazonía en un bien de elasticidad unitaria. La región Atlántica y San Andrés tienen ahora la salud como bien necesario, mientras que en Orinoquía-Amazonía y Bogotá ahora es de elasticidad unitaria. Por otra parte, Bogotá y la región Atlántica tienen que con la estimación ELES el transporte y las comunicaciones son bienes necesarios para la primera y de elasticidad unitaria para la segunda.

La educación se convierte en bien necesario para Valle del Cauca y Bogotá. Se observa que ahora el grupo de gasto en bienes y servicios personales se comporta como un bien necesario para todas las regiones. Impuestos y deducciones obligatorias se convierte en un bien de elasticidad unitaria para San Andrés, así como para bebidas y tabaco en la región Atlántico. Finalmente en la región Antioqueña, vestuario y calzado se convierten en bienes necesarios (ver Tabla 16.6 en anexo para más detalles). La elasticidad gasto más alta, observando el agregado de regiones, corresponde al grupo de gasto en bienes durables, y la menor elasticidad (de manera similar al LES) hace referencia a alimentos, seguido de servicios personales y servicios de vivienda. Se confirma lo dicho en la interpretación del modelo LES, respecto a que Bogotá, Valle del Cauca, Antioquia y Atlántico debido a su nivel de vida más alto y al contexto socio-económico en que se mueven estas áreas industriales, la mayoría de sus elasticidades en los diferentes grupos de gasto es inferior al resto de regiones, significando un mayor número de bienes y servicios necesarios para obtener una subsistencia mínima en una área metropolitana. La menor elasticidad precio propio hicksiana se encuentra en el grupo de gastos de alimentos, y las mayores en el grupo de otros pagos y de bienes durables.

Demostrándose así el poco incentivo de la gente a ahorrar, prefiriendo realizar con prioridad otros gastos, debido a su escaso ingreso, afectando de esa manera la estructura económica y la acumulación de capital de largo plazo en el país. La mayor elasticidad precio cruzada marshalliana se encuentra entre cualquier grupo de gasto contra servicios de vivienda, donde se puede observar la importancia y prioridad que los hogares le brindan a los gastos de servicios públicos y al pago de arriendo. Las elasticidades precio cruzada hicksianas arrojan resultados que confirman este último razonamiento.

16.10 Conclusión

El consumo privado de los hogares como uno de los componentes de la demanda agregada (junto con inversión, gasto público y exportaciones netas) tiene primordial importancia como generador de incentivos al sector productivo, influyendo así en la determinación de los niveles de producción, los precios y el margen de beneficios (Ramírez et al, 1998).

Por tanto, es necesario analizar los componentes que se desarrollan dentro de la lógica del consumidor utilizando metodologías como los sistemas de ecuaciones de demanda que ayudan a entender la estructura del consumo de los hogares de una manera pertinente. La composición de la demanda de los hogares varía con los precios y el ingreso, estando supeditada a los ciclos económicos y a las políticas de inversión privada y pública que aumentan o disminuyen la tasa de ocupación y por ende el ingreso laboral de los trabajadores. Esto trae cambios en la composición del producto, y es necesario prever esos cambios para el manejo de políticas redistributivas y el análisis de bienestar para la toma de decisiones validas en la política macroeconómica (desde la integralidad de sus tres bases: fiscal, monetaria y cambiaria) del país. Por ello, en este trabajo se aplicaron dos sistemas de ecuaciones de demanda, el sistema lineal de gastos y el sistema lineal de gastos extendido, para analizar la composición de gasto en los hogares colombianos. En el presente documento se analizó el consumo de 9 regiones colombianas, basados en los modelos LES y ELES, estimando mediante el software SAS y con los datos de la Encuesta de Calidad de Vida 2008, los gastos de subsistencia, elasticidades gasto, elasticidades cruzadas marshallianas y elasticidades cruzadas hicksianas. Entre los resultados más relevantes del estudio, se muestra que Bogotá y San Andrés tienen la línea de pobreza per-cápita más alta de Colombia (\$503,407.42 y \$505,890.21, respectivamente) con la diferencia de que la proporción de gastos en alimentos es más del 40% (según LES y ELES) para la Isla y un poco más del 20% para la ciudad capitalina. Se demuestra que a menor participación del gasto en alimentos se presenta un mayor desarrollo regional, ya que las prioridades de consumo aumentan, teniendo como ejemplo a Valle del Cauca y Bogotá.

También se encuentra, que al estudiar las elasticidades gasto, en Bogotá, Valle del Cauca, Antioquia y Atlántico son las que presentan valores más pequeños, debido a que el nivel de vida y el contexto socio-económico en que se mueven estas áreas metropolitanas las obliga a tener gastos necesarios que en otras regiones no tendrían mayor importancia.

Todas las elasticidades calculadas tienen el signo esperado, demostrándose que los grupos de gasto de diferentes bienes y servicios se comportan de manera adecuada.

Por último se demuestra que los grupos de gasto más primordiales para los hogares colombianos son los de alimentación y servicios de vivienda, por encima de educación, servicios personales y salud.

Anexos

Tabla 16.1 Conformación de grupos de gasto

Gastos corrientes			
Nº	Sigla	Grupo de gasto	Conformado por:
1	GAS_ALIM	Alimentos	Comprende todos los alimentos comprados por el hogar incluyendo las comidas fuera de casa.
2	GAS_BEBID	Bebidas y tabaco	Cigarrillos, tabaco y bebidas alcohólicas.
3	GAS_VEST	Vestuario y calzado	Prendas de vestir, accesorios personales, calzado.
4	GAS_VIV	Servicios de la vivienda	Incluye arriendos, imputación del arriendo para los propietarios, ocupantes de hecho y usufructuarios, pago de servicios públicos, artículos para el aseo del hogar, combustibles y gastos de administración o celaduría.
5	GAS_ENSERES	Enseres y utensilios para el hogar	Colchones, cobijas, manteles, ropa de cama, ollas, vajillas, cubiertos y otros utensilios domésticos.
6	GAS_SALUD	Salud	Medicamentos, consultas médicas, servicios hospitalarios, aparatos ortopédicos, lentes y similares, exámenes de diagnóstico, seguros médicos, medicina prepagada y planes complementarios de salud.
7	GAS_TRANS	Transporte y comunicaciones	Pasajes, bicicletas, gasto en celulares, radio teléfonos, gasolina para vehículo, reparación y mantenimiento del vehículo.
8	GAS_CULTURA	Recreación y servicios culturales	Incluye diversiones (cines, discotecas, ferias), periódicos y revistas, libros y discos, juguetes y pagos por vacaciones, compra de mascotas, hoteles y cuadros u obras de arte.
9	GAS_EDUC	Educación	Incluye pago de pensiones y matrículas, transporte escolar, alimentación, compra de textos y útiles escolares, uniformes, transporte escolar.
10	GAS_SERPER	Bienes y servicios personales	Loterías, funerales, regalos, anillos, relojes y otras joyas, artículos para aseo personal, fósforos y encendedores, lustrado de zapatos, lavado de ropa, peluquería y manicura.
11	GAS_OTRPAG	Otros pagos	Pago de tarjetas de crédito, pago de otros préstamos diferentes de vivienda, seguros de vida, vehículo, incendio, robo, etc., y transferencia de dinero a otros hogares.
12	GAS_IMPU	Impuestos y deducciones obligatorias	Impuesto de renta, impuesto predial, impuesto de vehículos incluyendo SOAT, pago obligatorio a EPS y aportes a fondo de pensiones.
Gastos no corrientes			
13	GAS_DURABLE	Gastos no corrientes (inversión y bienes durables)	Compra de vivienda o cuota inicial, reparaciones y mejoras de la vivienda, amortización de la vivienda, compra de vehículo, compra de bienes raíces diferentes de la vivienda, muebles para el hogar (sala, comedor, camas, etc.), compra de electrodomésticos y gastos domésticos (Nevera, estufa, lavadora, brilladora, TV, computadores personales, calentadores eléctricos o a gas, etc.).

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16.2 Gasto de subsistencia

GASTOS DE SUBSISTENCIA/REGIÓN	Atlántica	Oriental	Central	Pacífica sin Valle	Bogotá	San Andrés	Orinoquía-Amazónica	Antioquia	Valle de Cauca
GAS_ALIM	330,327.800021	292,318.062885	321,408.957831	257,489.071738	490,056.014278	778,247.443811	357,338.796786	323,499.926893	374,898.608129
GAS_BEBID	10,920.284079	8,127.051910	10,573.279086	7,761.503988	14,703.800410	30,417.540585	6,062.520696	15,424.646390	9,930.390398
GAS_VEST	14,436.434721	14,425.304850	20,558.940370	12,076.411797	34,131.059597	33,203.609484	22,805.139209	18,433.718325	19,502.029296
GAS_VIV	162,728.935215	190,858.006738	188,547.565081	150,017.112366	496,461.365967	414,967.081985	237,548.454424	194,462.256924	257,845.746324
GAS_ENSERES	2,319.464107	1,355.546524	1,069.990852	1,487.859761	3,316.806226	2,375.403522	2,780.860487	1,702.304512	1,510.448054
GAS_SALUD	38,971.444548	23,670.362693	29,855.029172	31,639.838865	75,378.029084	56,193.261917	30,132.404137	36,295.198457	41,385.385775
GAS_TRANS	66,281.887824	57,959.051992	63,059.111611	29,119.717627	203,339.299457	162,732.568486	59,131.996103	51,129.332308	83,513.623862
GAS_CULTURA	6,240.642116	4,883.160152	11,470.362924	398.840267	29,560.612352	20,393.362233	8,325.548913	9,587.116564	13,062.722143
GAS_EDUC	33,561.273298	37,819.467295	28,549.605017	26,030.081827	136,653.196243	56,471.602898	37,730.257336	19,209.524523	37,230.716065
GAS_SERPER	32,573.378771	29,039.189040	31,847.396719	25,895.651298	61,731.520769	61,642.778225	34,805.893325	29,734.672138	41,332.465796
GAS_OTRPAG	-5,630.434319	-19,009.424389	8,949.312797	6,495.705859	48,817.148478	59,956.765455	1,449.761498	-3,330.028040	-4,755.630270
GAS_IMPU	15,596.712750	23,679.910993	21,420.894499	11,781.325403	109,720.149469	65,651.349476	22,981.814633	18,953.876453	36,194.156005
Línea de Pobreza	708,327.823132	665,125.690683	737,310.445959	560,193.120795	1,703,869.002331	1,742,252.768075	821,093.447546	715,102.545447	911,650.661578
Línea de pobreza por persona	165,691.222718	183,815.216074	203,846.663354	146,251.604146	503,407.420965	505,890.215994	230,471.211582	194,758.497313	259,056.679616
Coefficiente de Engel	0.466349	0.439493	0.435921	0.459643	0.287614	0.446690	0.435199	0.452383	0.411231
Propensión Marginal a Consumir	0.799153	0.842749	0.761068	0.868436	0.784806	0.683485	0.813654	0.840051	0.797956
Personas por Hogar	4.274987	3.618447	3.616986	3.830338	3.384672	3.443935	3.562673	3.671740	3.519117

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16.3 Participaciones en el gasto corriente
Sistema lineal de gastos

REGIÓN / GRUPO DE GASTO	Atlántica	Oriental	Central	Pacífica sin Valle	Bogotá	San Andrés	Orinoquía-Amazonía	Antioquia	Valle de Cauca
GAS ALIM	0,36202	0,34758	0,34243	0,39130	0,23818	0,44366	0,38070	0,32984	0,30599
GAS BEBID	0,01547	0,01275	0,01664	0,01914	0,00874	0,01648	0,01345	0,01750	0,00866
GAS VEST	0,02075	0,02653	0,03216	0,03113	0,02347	0,01758	0,03526	0,02701	0,02111
GAS VIV	0,25043	0,26170	0,24841	0,24614	0,28244	0,22439	0,26390	0,26964	0,27180
GAS ENSERES	0,00279	0,00245	0,00301	0,00290	0,00208	0,00238	0,00379	0,00278	0,00184
GAS SALUD	0,05179	0,05338	0,05246	0,05595	0,04795	0,03306	0,03653	0,05376	0,05429
GAS TRANS	0,10632	0,10412	0,10705	0,08734	0,12181	0,08827	0,08770	0,10611	0,11559
GAS CULTURA	0,01703	0,01420	0,02209	0,01858	0,02269	0,01177	0,01486	0,02142	0,02175
GAS EDUC	0,05350	0,05719	0,04726	0,04651	0,07842	0,02917	0,04484	0,04459	0,05477
GAS SERPER	0,03902	0,03638	0,03900	0,03786	0,02975	0,03330	0,04519	0,03279	0,03447
GAS OTRPAG	0,04474	0,04010	0,04509	0,03093	0,06428	0,05758	0,04160	0,04398	0,06153
GAS IMPU	0,03614	0,04361	0,04441	0,03223	0,08019	0,04236	0,03217	0,05058	0,04819

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16.4 Tipo de bien a partir del análisis elasticidad gasto

REGIÓN / GRUPO GASTO	Atlántica	Oriental	Central	Pacífica sin Valle	Bogotá	San Andrés	Orinoquía-Amazonía	Antioquia	Valle de Cauca
Alimentos	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario
Bebidas y tabaco	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Necesario	Necesario	Lujo	Necesario	Necesario
Vestuario y calzado	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Necesario	Lujo	Elasticidad Unitaria	Necesario
Servicios de la vivienda	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario
Enseres y utensilios	Necesario	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Necesario	Lujo
Salud	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo
Transporte y comunicaciones	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Elasticidad Unitaria	Necesario	Lujo	Lujo
Recreación y servicios cult.	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo
Educación	Lujo	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Elasticidad Unitaria	Necesario	Lujo	Lujo
Bienes y servicios pers.	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Elasticidad Unitaria	Necesario
Otros pagos	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo
Impuestos y deducciones	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo

Sistema lineal de gastos¹¹²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16.5 Tipo de bien a partir del análisis elasticidad gasto
Sistema lineal de gastos extendido

REGIÓN / GRUPO GASTO	Atlántica	Oriental	Central	Pacífica sin Valle	Bogotá	San Andrés	Orinoquía-Amazonía	Antioquia	Valle de Cauca
Alimentos	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario
Bebidas y tabaco	Elasticidad Unitaria	Lujo	Lujo	Lujo	Necesario	Necesario	Lujo	Necesario	Necesario
Vestuario y calzado	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Necesario	Lujo	Necesario	Necesario
Servicios de la vivienda	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario
Enseres y utensilios	Necesario	Lujo	Lujo	Lujo	Necesario	Lujo	Elasticidad Unitaria	Necesario	Necesario
Salud	Necesario	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Elasticidad Unitaria	Necesario	Elasticidad Unitaria	Lujo
Transporte y comunicaciones	Elasticidad Unitaria	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Necesario	Necesario	Lujo	Lujo
Recreación y servicios cult.	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo
Educación	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Lujo	Necesario
Bienes y servicios pers.	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario
Otros pagos	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo
Impuestos y deducciones	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Elasticidad Unitaria	Lujo	Lujo
Bienes Durables	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo	Lujo

Fuente: Elaboración propia.

¹¹² Se tomó como criterio de selección y aproximación lo siguiente: Si la elasticidad es mayor a 1,03, se considera como un bien de lujo, si la elasticidad es menor a 0,97 es un bien necesario, y si la elasticidad está entre 0,97 y 1,03 se entiende como un bien de elasticidad unitaria.

Referencias

- Anido, J., Sistema Lineal Del Gasto: Especificación para la Ciudad de Mérida -1986-, Mérida, Universidad de los Andes de Mérida, 1998. 131 p.
- Bell, C. y Cochrane, W., The Economics of Consumption, New York, Mc Graw Hill, 1956. 496 p.
- Cortés, D. y Pérez, J., (2010), “El Consumo De Los Hogares Colombianos, 2006-2007: Estimación De Sistemas De Demanda”, Universidad del Rosario, Serie Documentos de Trabajo, N° 86. 27 p.
- Howe, H., Estimation of the linear and quadratic expenditure systems: A cross-section case for Colombia, Ph.D. Dissertation, University of Pennsylvania, 1974. 328 p.
- Klein, L., A Textbook of Econometrics, 2ª ed., Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1974. 436 p.
- Klein, L. y Rubin, H., (1947-48), “A constant utility index of the cost of living”, Review of Economic Studies, Vol. 15, N° 2. p 54-57.
- Mora, J., Introducción a la Teoría del Consumidor. De la preferencia a la estimación, Serie Textos Universitarios de la Universidad ICESI, N° 38, 2002. 216 p.
- Muellbauer, J., (1974), “Household Composition, Engel Curves and Welfare Comparisons Between Households: A Duality Approach”, European Economic Review, Vol. 5, Issue 1. p 103-122.
- Orshansky, M., (1965), “Counting the Poor: Another Look at the Poverty Profile”. Social Security Bulletin, Vol. 28, Issue 1. p 3-32.
- Phoebus, J., Econometrics: Statistical Foundations and Applications, New York, Harper and Row, 1970. 592 p.
- Powell, A., (1973), “Estimation of Lluch's Extended Linear Expenditure System from Cross-Sectional Data”, Australian Journal of Statistics, Vol. 15, Issue 2. p 111-117.
- Prais, S. y Houthakker, H., The Analysis of Family Budgets, Cambridge, Cambridge University Press, 1955. 202 p.
- Ramírez, M., (1989), “Estimación y Utilización de Sistemas Completos de Ecuaciones de Demanda”, Desarrollo y Sociedad, N° 24. p 13-48.
- Ramírez, M.; Muñoz, M. y Rivas, G., (1998), “El Consumo de los Hogares en 23 Capitales de Departamentos Colombianos”, Boletín de Estadística DANE, N° 540. p 217-288.
- Stone, R., (1954), “Linear expenditure systems and demand analysis: an application to the pattern of British demand”, Economic Journal, N° 64. p 511-527.
- Summers, R., (1959), “A Note on the Least Squares Bias in Household Expenditure Analysis”, Econometrica, Vol. 27, Issue 1. p 121-126.
- Zellner, A., (1961), “Econometric Estimation with Temporally Dependent Disturbance Terms”, International Economic Review, Vol. 2. p 164-178.
- Zellner, A., (1962), “An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regressions and Tests for Aggregation Bias”, Journal of the American Statistical Association, Vol. 57. p 348-368.

Capítulo 17

Los determinantes de la confianza del consumidor de vecinos distantes

Raúl Montalvo, Clemente Hernández y Miguel Gil

R.Montalvo, C.Hernández & M.Gil
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guadalajara. Escuela de Posgrados. Av. General
Ramón Corona Núm. 2514, Zapopan Jalisco, 45201, México
rmontalvo@itesm.mx

M.Ramos, F.Miranda (eds.) *Optimización-Estocástica-Recursiva-Coherente-Sistémica y sus variantes (probabilidad, econometría y estadística aplicada)*, Temas Selectos de Optimización-©ECORFAN-Santiago de Compostela, España, 2012.

Abstract

This study tries to find a relationship between consumer sentiment (confidence), inflation levels and the country's economic perception. Given that Consumption is one of the most important elements in the economy of a country, we analyze the cases of Mexico and the United States, in order to verify the results in the two countries and thus to identify the factors determining the consumer confidence in each country. The research proposes long term models, so that the reader can identify the effect of the variables over time.

17 Introducción

Este estudio comprueba que la confianza del consumidor tiene una relación estrecha con la inflación, con la percepción de la economía; teniendo una relación inversamente proporcional con la inflación y directamente proporcional con la percepción de la economía.

El consumo se ha convertido en uno de los elementos más importantes que favorecen o perjudican al crecimiento del Producto Interno Bruto de un país (Lee & Mason, 2006). Debido a lo anterior se ha convertido en un tema de interés para todos los países y siempre se busca encontrar maneras de incentivarlo para que se logre desarrollar la economía nacional de buena manera.

Durante muchos años se han realizado estudios que tratan de relacionar muchas variables con el mismo consumo, por ejemplo, el ingreso per cápita (Witt, 2001), las inversiones (Gallego & Soto, 2001) y hasta la tasa de interés (Lange, 1938). Sin embargo este análisis se enfoca en la relación que existe entre la confianza que tienen las personas por consumir y finalmente el consumo que llega a existir dentro de una sociedad. Dicho tema ya ha sido explorado por diversos autores en diversos temas de la economía (Ludvigson , 2004) (Bram & Ludvigson , 1998) (Lemmon & Portniaguina, 2006).

Por lo tanto, partiendo de que existe una relación en la que los consumidores tienden a consumir más si es que tienen mayor confianza, y aunado a que el consumo es uno de los principales elementos que afectan la economía de una sociedad, este artículo se enfoca en encontrar cuáles son las variables que determinan la confianza del consumidor en dos sociedades distintas, que a la vez comparten elementos culturales y económicos muy importantes, México y Estados Unidos.

México es seleccionado por ser un país en desarrollo, pero que tiende a implementar políticas y tradiciones económicas similares a las de su vecino Estados Unidos (Moreno-Brid & Ros Bosch, 2010). Por el otro lado, a pesar de ser países no muy diferentes se encuentran diferencias importantes, sobre todo en la cultura del consumo (Goodman & Cohen, 2004), lo que será imperativo en el desarrollo de este análisis.

La siguiente sección del presente artículo recupera algunas investigaciones realizadas en el tema hasta el momento. Es en este marco donde se cimienta el estudio. La tercera sección explica la metodología estadística que se utiliza. Esta metodología es el núcleo del análisis empírico del trabajo. La cuarta parte de este análisis se enfoca en revisar las variables que pudieran estar relacionadas con el desarrollo de la confianza en el consumidor, por lo que se espera realizar un análisis en conjunto tanto para México como para los Estados Unidos.

En la quinta sección se buscará plantear dos modelos econométricos de regresión lineal (Gujarati & Porter, 2010) (Gujarati D. , 2005) que comprueben o rechacen las hipótesis planteadas en este estudio. Posterior al planteamiento de los modelos econométricos se espera, en la sexta parte del estudio, un pequeño análisis comparativo para finalmente concluir en la séptima sección.

17.1 Revisión teórica

La Confianza del Consumidor ha sido estudiada, por diversos académicos, como una variable explicativa y casi nunca como la variable dependiente. Minshkin (1978) encontró que existe una relación entre el gasto para inversión de un hogar y la confianza del consumidor. Matsusaka y Sbordone (1995) descubrieron que existe una estrecha relación entre la Confianza del Consumidor el crecimiento del Producto Interno Bruto.

Estudios cada vez más profundos han tratado de encontrar de manera más específica el poder explicativo y de predicción que tiene la confianza del consumidor con algunas variables claves de la economía. Bram y Ludvigson (1998) encuentran las fortalezas y debilidades que tiene cada uno de los índices de confianza publicados en los Estados Unidos.

Al mismo tiempo se han hecho artículos que buscan encontrar similitudes o diferencias para los comportamientos de causa y estocásticos relacionados con la confianza del consumidor. Pain y Weale (2001) realizaron estudios para determinar el poder de predicción de la confianza del consumidor en Estados Unidos y el Reino Unido; y encontraron que los efectos estadísticos son diferentes en ambos países.

Finalmente se han realizado algunos estudios que tratan de explicar qué variables afectan a la confianza del consumidor. Berry y Davey (2004) concluyen con que la confianza del consumidor en el Reino Unido es principalmente explicada por el ingreso, la riqueza y las tasas de interés, más sin embargo, también se ve afectada por movimientos estocásticos de su propia naturaleza. Por el contrario, Fuhrer (1993) encuentra que las variables que explican el índice publicado por la Universidad de Michigan son el desempleo, la inflación y las tasas de interés.

Partiendo del presente marco teórico el actual trabajo partirá de que la variable confianza del consumidor se tome como una variable dependiente, y de ahí se intentarán encontrar variables que expliquen su comportamiento. Las variables explicativas se eligieron partiendo de lo encontrado por Fuhrer (1993) y por Barry y Daver (2004).

17.2 Metodología

El presente estudio utiliza las metodologías que se han usado anteriormente en otros artículos académicos referentes al tema, en específico las pruebas estadísticas usadas por Heim (2010), Newey-West para las correcciones de heterocedasticidad, pruebas en primeras diferencias para multicolinealidad, autocorrelación y cuando las variables no son estacionarias.

El modelo de regresión utilizado será OSL (Gujarati & Porter, 2010) debido a que los regresores iniciales no exhiben violaciones a ninguno de los supuestos estadísticos planteados en el presente estudio.

17.3 Variables significativas para el desarrollo del modelo

Dentro del marco teórico y empírico que es precedente dentro del desarrollo del actual trabajo se han considerado un sinnúmero de variables dependientes que se ven afectadas por la variable confianza del consumidor como variable independiente, tal como se describe en la introducción de este trabajo. Sin embargo, lo importante de este estudio es que la confianza del consumidor será esta vez la variable dependiente y se tratará de encontrar una relación con otras variables.

Cabe mencionar que para el uso de todas las variables se utilizó su versión original y durante periodos mensuales que van desde Enero del 2003 y hasta Abril del 2010.¹¹³

17.3.1 Las variables explicadas

Primero, para identificar cualquier concepto trascendental es importante explicar la variable dependiente confianza del consumidor, y las dos variables independientes para los países de Estados Unidos y México:

Es importante notar que por naturaleza esta variable es difícil de manejarse en series de tiempo, ya que utiliza tanto mediciones actuales como predicciones futuras.

Además de esto es necesario entender que todos los resultados que se observan son cualitativos.

Index of Consumer Sentiment (ICS)

El Index of Consumer Sentiment (ICS) de la Universidad de Michigan es uno de los más respetables en este rubro y se ha estado usando desde hace mucho tiempo, siendo 1996 la base para el índice en la actualidad.

Esta encuesta es sustentada por 5 índices parciales que tratan de sopesar 3 diferentes situaciones: 2 se enfocan en la situación económica actual y esperada del hogar entrevistado, otros 2 buscan explicar la situación actual.

Por lo que esta encuesta trata de dar una perspectiva de presente y futuro de la economía personal y del país, finalmente también se cuestiona si la persona está dispuesta hacer una compra de un bien durable en un futuro cercano. (The University of Michigan, 2011)

$$ICE = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5}{6.7558} + 2.0 \quad (17.1)$$

La ecuación 17.1 es la que finalmente se utiliza para poder elaborar el índice de confianza de Estados Unidos (The University of Michigan, 2011).

¹¹³ Además de esto, todos los cálculos econométricos se llevan a cabo en el programa Eviews y se hacen mediante el Método de Mínimos Cuadrados Ordinarios.

Índice de Confianza del Consumidor (ICC)

El Índice de Confianza del Consumidor se elabora gracias a la Encuesta Nacional sobre la Confianza del Consumidor (ENCO) que elaboran el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el Banco de México (INEGI, 2011).

Se hacen 5 preguntas que se enfocan en los mismos 5 puntos que la encuesta del ICS. El apéndice 1 contiene las 5 preguntas que se le hacen en la ENCO a los hogares entrevistados (INEGI, 2011). De la misma manera que en el ICS, este índice es meramente cualitativo y se basa en las expectativas que tiene la población.

17.3.2 Las variable explicativas

Ahora bien, lo interesante es que es muy difícil encontrar variables específicas que puedan interpretar alguna relación con la variable Confianza del Consumidor. Debido a esto se hizo primero un modelo con gran cantidad de variables relacionadas como lo son la Inflación, la Inversión Fija Bruta, el Índice de Construcción de Viviendas, el Índice de Desocupación, el Índice Global de Actividad Económica, entre otros (INEGI, 2011).

Luego de un primer acercamiento¹¹⁴ se llegó a la conclusión de que las variables imperativas para el desarrollo del modelo y de la hipótesis serían la Inflación y algún índice que reflejara las expectativas de la economía en el país.

Inflación

En el análisis del crecimiento económico histórico de los países, muchos autores discuten el valor del crecimiento económico real, es decir eliminando la inflación, pues creen que la inflación disminuye el bienestar de las familias dentro de una sociedad (López-Calva & Lustig, 2010).

Barro en el primer capítulo de su libro *Economic Growth*, señala que el crecimiento de una economía está relacionado en forma indirectamente proporcional a los niveles de inflación experimentados en esa economía (Barro & Sala-i-Martin, 2004).

Por lo mismo este modelo tratará de revisar como una disminución en el poder adquisitivo de los consumidores, provoca que estos pierdan confianza a consumir.

El Índice de Precios al Consumidor (CPI por sus siglas en inglés) que se usa para esta investigación es preparado por la Oficina de Estadísticas Laborales de Estados Unidos y es una de las herramientas más importantes para cuantificar la inflación en Estados Unidos (Bureau of Labor Statistics, 2011).

Este indicador está catalogado por Bloomberg como uno de los indicadores con mayor significancia para el conocimiento del mercado y los precios al consumidor de Estados Unidos (Bloomberg, 2011)

¹¹⁴ Antes de esto se siguió la metodología que usa Barro, se planteó un análisis de regresión (apéndice 3) y un cuadro de correlación (apéndice 4) entre las variables mencionadas (Barro & Sala-i-Martin, 2004).

La variable que se utiliza para medir la inflación en México es el Índice Nacional de Precios al Consumidor que es elaborado por el Banco de México para medir el desembolso que hacen los consumidores para comprar un bien de la canasta de productos que está establecida para esta variable (Banco de México, 2011).

El INPC es muy confiable y se utiliza en diversos aspectos de la economía mexicana, lo que lo convierte en el indicador clave cuando se quiere conocer la inflación de México durante cierto periodo de tiempo.

Percepción de la economía

Un elemento que afecta la confianza de los consumidores es un concepto de percepción.

Este sentimiento se ve afectado por factores externos como lo son las expectativas de crecimiento económico, la estabilidad política, la estabilidad macroeconómica, el acceso al efectivo o al crédito (Goodman & Cohen, 2004).

Debido a que estos elementos son difíciles de cuantificar se establece que para el desarrollo de este trabajo se utilicen índices que traten de cuantificar el ambiente económico del país, en diversas industrias y en el corto plazo.

El índice que se usa para conocer las perspectivas económicas actuales y del futuro en Estados Unidos es el Conference Board US Leading Index (CBLI), preparado por la organización The Conference Board, dicho indicador es la combinación de otros 10 indicadores que reflejan la actividad económica en el país (The Conference Board, 2011).

Se incluyen temas como las horas de trabajo en manufactura, las horas de trabajo en servicios, consumo de bienes manufacturados, desempeño en las ventas, construcción de hogares, construcción de edificios, entre otros aspectos de la economía (Bloomberg, 2011).

La variable que se usará para entender la tendencia económica es el Indicador Global de Actividad Económica (IGAE) el cual es preparado por el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) de México y es presentado cada mes (INEGI, 2011).

Este indicador trata de cuantificar la actividad económica de algunos sectores económicos del país para tratar de dar una perspectiva de cómo está la economía en el corto plazo.

Dependiendo del nivel económico que presenta el indicador es cómo se pudiera llegar a comportar la economía del país.

Esta es una variable que contempla muchos aspectos de la economía de un país; desde los empleos, la producción, la inversión, las tasas de interés, entre muchas otras (INEGI, 2011).

Variables de Control

Otros elementos que influyen la confianza de los consumidores son el ingreso nominal y el desempleo.

Ambas variables determinan la capacidad adquisitiva de los consumidores sea que su ingreso sea vía utilidades o salarios o sueldos.

Lo interesante de estas variables, será determinar el factor tiempo en el impacto que tienen sobre la variable dependiente, ya que se espera que sea diferente para cada país, debido a las diferencias en cultura y tradiciones de los consumidores.

17.4 Planteamiento del modelo econométrico

Finalmente después de haber analizado las variables que son significativas para el planteamiento del modelo y estar seguros de su relevancia teórica para el modelo, se pueden plantear las hipótesis y los modelos funcionales.

$$q = f(\tau, u, k) \quad (17.2)$$

La ecuación 17.2 resalta el modelo funcional a estimarse empíricamente.

La variable q , es la confianza del consumidor y está en función de la variable τ inflación y de la variable u percepción de la economía y un vector de variables de control k , a saber ingreso nominal (Y) y desempleo (u).

Este modelo se halla en la ecuación 17.3:

$$\log(q) = \alpha_1 + \alpha_2 \log(\tau_t) + \alpha_3 \log(u_t) + \alpha_4 \log(Y_t) + \alpha_5 \log(u_t) \mu - 1 \quad (17.3)$$

Dónde $\hat{\alpha}_2 < 0$ y $\hat{\alpha}_3 > 0$

La ecuación 17.3 muestra ecuación de regresión que se busca estimar, en donde se establece también que el signo a priori del regresor de la variable inflación debe ser negativo, mientras que para la variable percepción de la economía debe de ser positivo. Partiendo de las bases anteriores, se plantea un modelo para el caso mexicano, el cual después de haber sido corregido para que no tenga violaciones al método de Mínimos Cuadrados Ordinarios queda como se muestra en la Tabla 17.1.

Tabla 17.1 Resultados de la regresión del modelo de largo plazo para Estados Unidos y México.

Variable	Valor		R-cuadrada 0.907686
C	4.840762 (2.785101)	***	
Ln IPC	-4.916373 (-4.075588)	***	
Ln Índice Percepción	2.844850 (6.403554)	***	
Ln Ingreso Nom.	1.612447 (1.492658)		
Ln Desempleo	-0.100823 (-1.233086)		
AR(1)	0.516998 (5.191895)	***	

Fuente: Elaboración propia con datos de The Conference Board, Universidad de Michigan, Bureau of Labor Statistics, INEGI and Banco de México

Es interesante revisar la Tabla 17.1, en el que se muestra el alto nivel de significancia estadística que tienen las variables de inflación y percepción, aunque no se puede decir que para los Estados Unidos y México la variable ingreso nominal ni el desempleo son importantes en el comportamiento de la confianza del consumidor. Para el modelo individual de cada país se usarán las variables previstas en la sección 2 de este documento.

17.4.1 Modelo a largo plazo para Estados Unidos

Para saber si las variables tienen diferencias por países es necesario volver a plantear la muestra restringida al caso de Estados Unidos. La Tabla 17.2 muestra los resultados obtenidos.

Tabla 17.2 Resultados de la regresión del modelo de largo plazo para Estados Unidos.

Variable	Valor		R-cuadrada 0.928986
C	4.840762 (2.785101)	***	
Ln IPC	-1.106421 (-6.655405)	***	
Ln Índice Percepción	1.960793 (4.790278)	***	
Ln Ingreso Nom.	-0.807350 (-5.577288)	***	
Ln Desempleo	0.066590 (1.345063)		
AR(1)	0.824076 (17.34623)	***	

Fuente: Elaboración propia con datos de The Conference Board, Universidad de Michigan, Bureau of Labor Statistics, INEGI and Banco de México

***Significancia menor al 1 por ciento.

**Significancia menor al 5 por ciento.

*Significancia menor al 10 por ciento.

Es interesante revisar la Tabla 17.2, en el que se muestra el alto nivel de significancia estadística que tiene la variable inflación como el indicador de la economía son importantes en el comportamiento de la confianza del consumidor. (Barro & Sala-i-Martin, 2004) (Goodman & Cohen, 2004). Esta vez sí se puede decir que para los Estados Unidos el ingreso es relevante en la confianza del consumidor. Se puede decir con que un aumento de un uno por ciento del IPC provocará una disminución de 1.10 por ciento en el ICE, mientras que un aumento de uno por ciento en el CBLI, provocará un aumento de 1.96 por ciento en el ICE.

17.4.2 Modelo a largo plazo para México

Ahora se hacen los mismos planteamientos pero para las variables que corresponden a México, también se revisa que no tenga violaciones y que sea estadística y económicamente correcto. La tabla 17.3 muestra los resultados.

Tabla 17.3 Resultados de la regresión del modelo de largo plazo para México.

Variable	Valor		
C	8.762613 (2.675567)	***	R-cuadrada 0.946026
Ln IPC	-1.078373 (-1.936880)	*	
Ln Índice Percepción	0.554724 (1.855506)	*	
Ln Ingreso Nom.	-0.318256 (-1.429105)		
Ln Desempleo	0.049639 (1.610004)		
AR(1)	0.954103 (27.42366)	***	

Fuente: Elaboración propia con datos de The Conference Board, Universidad de Michigan, Bureau of Labor Statistics, INEGI and Banco de México

***Significancia menor al 1 por ciento.

**Significancia menor al 5 por ciento.

*Significancia menor al 10 por ciento.

Lo interesante al revisar la Tabla 17.3, es que se observa que el regresor para la variable IGAE es significativo a un nivel de confianza del 10% (Gujarati & Porter, 2010).

En efecto, haciendo una validación teórica con todo lo planteado anterior en el modelo se puede decir que aunque no es significativa, la importancia de la variable IGAE para la variable Confianza del Consumidor es importante (Goodman & Cohen, 2004) (Barro & Sala-i-Martin, 2004).¹¹⁵

Dado lo anterior se puede concluir con que ante un cambio positivo de una unidad porcentual en el INPC, el ICC tenderá en promedio a bajar 1.078 puntos porcentuales.

17.5 Interpretación y comparación de los resultados

Después de haber estimado los modelos se comprueba la hipótesis que plantea el estudio ya que establece que la Confianza del Consumidor está explicada en términos de la inflación del país y por diversos factores externos, económicos principalmente, que se ven reflejados en el índice económico.

Al mismo tiempo se cumple el objetivo del trabajo, el cual es establecer parámetros que definen la variable confianza del consumidor en el largo plazo en México y en Estados Unidos.

Al analizar los resultados para México y para Estados Unidos, se encuentran importantes peculiaridades que hay que resaltar.

¹¹⁵ De haber sido significativo, un cambio porcentual positivo en el IGAE, provocará un aumento de 0.421771 unidades porcentuales de la variable ICC.

México al ser un país con mayor desigualdad económica y social no logra reflejar los resultados de manera tan clara como en el caso de Estados Unidos (López-Calva & Lustig, 2010).

Observando los resultados de las regresiones, México siempre tuvo menos significancia estadística que Estados Unidos, esto significa que probablemente existan algunas otras variables que llegan a influir al comportamiento de la variable, aunque con mucho menor impacto.

El efecto en el corto y largo plazo es imperativo en este estudio, ya que los indicadores macroeconómicos reflejan un estatus que está ocurriendo en la industria pero ante el cual el consumidor no reacciona, sino hasta varios periodos en el futuro (Goodman & Cohen, 2004).

Esto es lo que explica porque en México las variables están en equilibrio al corto plazo y que en dicho modelo no sea significativa la inflación.

En cambio, el impacto en Estados Unidos es mucho más rápido debido a la cultura de los consumidores y dado que hay menor desigualdad social y económica (Moreno-Brid & Ros Bosch, 2010).

Además, los consumidores americanos tienden a hacer más inversiones, lo que provoca que estén más al pendiente de los factores económicos y que éstos tenga un impacto más rápido. Esto es lo que explica porque sí hay significancia en el corto plazo por ambas variables y desequilibrio en el corto plazo.

17.6 Conclusiones

El estudio comprueba la relación que existe entre la confianza del consumidor y las variables inflación, percepción de la economía, y... en el largo plazo.

La relación con la inflación es negativa y con la percepción de la economía la relación es positiva tanto en el largo como en el corto plazo.

Por un lado, México es un país que en el largo plazo se encuentra en base de qué tan afectado está el poder adquisitivo.

Por otro lado, en Estados Unidos, el periodo de afectación es mucho más rápido, sin embargo, aún en el largo plazo, la confianza del consumidor, se ve afectada de manera muy importante por estas dos variables.

Apéndice 17.1

Preguntas que se hacen para cuantificar el ICC.

1. Comparada con la situación económica que los miembros de este hogar tenían hace 12 meses ¿cómo cree que es su situación económica en este momento?
2. Cómo considera usted que será la situación económica de los miembros de este hogar dentro de 12 meses, respecto a la actual?

3. Cómo considera usted la situación económica del país hoy en día comparada con la de hace 12 meses?
4. ¿Cómo considera usted que será la situación económica del país dentro de 12 meses respecto, a la situación actual?
5. Comparando su situación económica actual con la de hace un año ¿cómo considera en el momento actual, las posibilidades de que usted o alguno de los integrantes de este hogar, realice compras tales como: muebles, televisor, lavadora, otros aparatos electrodomésticos, etcétera?

Referencias

Banco de México, (2011), Preguntas Frecuentes (INPC), Recuperado el 2 de Julio de 2011, de <http://www.banxico.org.mx/polmoneinflacion/didactico/preguntasFrecuentes/PreguntasFrecuentesINPC.html>

Barro, R, & Sala-i-Martin, X, (2004), Economic Growth, Londres: The MIT Press.

Berry, S, & Davey, M, (2004), How should we think about consumer confidence? Bank of England. Quarterly Bulletin, 282-290.

Bloomberg, (1 de Julio de 2011), Conference Board US Leading Index Ten Economic Indicators, Recuperado el 1 de Julio de 2011.

Bloomberg, (1 de Julio de 2011), Consumer Price Index, Recuperado el 1 de Julio de 2011.

Bram, J, & Ludvigson, S, (Junio de 1998), Does Consumer Confidence Forecast Household Expenditure? A Sentiment Index Horse Race, Recuperado el 2 de Junio de 2011, de Economic Policy Reviews: http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1023933

Bureau of Labor Statistics, (1 de Julio de 2011), United States Department of Labor, Recuperado el 1 de Julio de 2011, de <http://www.bls.gov/cpi/>

Fuhrer, J, (1993), What Role Does Consumer Sentiment Play in the U.S. Macroeconomy? New England Economic Review, 32-44.

Gallego, F, & Soto, R, (Diciembre de 2001), Evolución del consumo y compras de bienes durables en Chile, 1981-1999, Recuperado el 20 de Junio de 2011, de Universidad de Chile, Facultad de Economía y Negocios: <http://www.captura.uchile.cl/jspui/handle/2250/12551>

Goodman, D, & Cohen, M, (2004), Consumer Culture, Santa Barbara: ABC-Clio.

Gujarati, D, (2005), Econometría, Ciudad de México: Mc Graw Hill.

Gujarati, D, & Porter, D, (2010), Econometría, Ciudad de México: Mc Graw Hill.

Heim, J, (2010), The Impact of Consumer Confidence on Consumption and Investment Spending, The Journal of Applied Business and Economics, 11.2.

INEGI, (1 de Julio de 2011), Indicador Global de Actividad Económica, Recuperado el 1 de Julio de 2011, de <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Boletines/Boletin/metabol11.asp?s=inegi&c=296>

INEGI, (2 de Julio de 2011), Índice de Confianza del Consumidor, Recuperado el 2 de Julio de 2011, de <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Boletines/Boletin/metabol17.asp?s=inegi&c=414>

Lange, O, (Febrero de 1938). The Rate of Interest and the Optimum Propensity to Consume. Recuperado el 10 de Junio de 2011, de *Economica*: <http://www.jstor.org/pss/2548833>

Lee, R, & Mason, A, (2006, Septiembre), What is the Demographic Dividend? Recuperado Junio 25, 2011, de A Quarterly Magazine of the IMF: http://www.relooney.info/00_New_916.pdf

Lemmon, M, & Portniaguina, E, (Invierno de 2006), Consumer Confidence and Asset Prices: Some Empirical Evidence, Recuperado el 1 de Junio de 2011, de The Review of Financial Studies: <http://rfs.oxfordjournals.org/content/19/4/1499.short>

López-Calva, L, & Lustig, N, (2010), Declining Inequality in Latin America, Washington: Brookings Institution Press.

Ludvigson, S, (Primavera de 2004), Consumer Confidence and Consumer Spending, Recuperado el 4 de Junio de 2011, de Journal of Economic Perspectives: <http://www.jstor.org/pss/3216889>

Matusaka, J G, & Sbordone, A, (1995), Consumer Confidence and Economic Fluctuations. *Economic Enquiry*, 33:2.

Mishkin, F, S, (1978), Consumer Sentiment and Spending on Durable Goods, Brookings Papers on Economic Activity, 217 - 32.

Moreno-Brid, J, & Ros Bosch, J, (2010), Desarrollo y Crecimiento en la Economía Mexicana, Una perspectiva histórica, Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.

Pain, N, & Weale, M, (2001), The information content of consumer surveys, National Institute Economic Review, 44-47.

The Conference Board, (1 de Julio de 2011), Global Business Cycle Indicators, Recuperado el 1 de Julio de 2011, de <http://www.conference-board.org/data/bcicountry.cfm?cid=1>

The University of Michigan, (2011), Index Calculations, Recuperado el 1 de Julio de 2011, de <http://www.sca.isr.umich.edu/documents.php?c=i>

Witt, U, (2001), Learning to consume – A theory of wants and the growth of demand, Recuperado el 21 de Junio de 2011, de Journal of Evolutionary Economics: <http://www.springerlink.com/content/7wd6pf0dmjlm7c/>

Capítulo 18

Aplicación del modelo de frontera estocástica de producción para analizar la eficiencia técnica de la industria eléctrica en México

Alexander Galicia & Miguel Flores

A.Galicia & M.Flores

Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESE-IPN, Plan de Agua Prieta 66, Unidad Profesional Lázaro Cárdenas, Col. Plutarco Elías Calles, Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11350, México, Distrito Federal.

alex_finster@hotmail.com

M.Ramos, F.Miranda (eds.) *Optimización-Estocástica-Recursiva-Coherente-Sistémica y sus variantes (probabilidad, econometría y estadística aplicada)*, Temas Selectos de Optimización-©ECORFAN-Santiago de Compostela, España, 2012.

Abstract

This paper analyzes the technical efficiency of the electricity industry in Mexico for ten types of power generation in the period 2000-2009. We study the allocation of inputs for the production of electricity and are divided according to the type of generation in relation to the input used to estimate a stochastic frontier model of production and determine the relevance for each type of generation.

To make the estimate a panel data structure with 300 samples, representing three explanatory variables for the ten types of electricity generation. The results indicate that the electricity production plants, representing different production frontiers determined by production capacity and production inputs using means that are heterogeneous components, so an energy policy for the electricity industry must take into account this heterogeneity.

18 Introducción

La energía eléctrica es un insumo indispensable en toda actividad económica, por lo tanto su estudio es fundamental en la economía por ser un sector estratégico que influye en el crecimiento económico del país. La producción de electricidad depende de la tecnología y los insumos que se utilizan en la producción, por lo que para cada insumo existe una tecnología específica, que presenta ventajas, desventajas y una gama de posibilidades de producción, con esta información los operadores de un sistema de potencia seleccionan el conjunto de medios de producción que permite satisfacer la demanda de electricidad al menor costo posible, una pregunta que se debe contestar desde el punto de vista económico es si la producción es eficiente a partir de las restricciones en la disponibilidad y el costo de los insumos tal es el caso del agua.

Por otro lado, el análisis de la producción de energía eléctrica toma en cuenta la participación total de los factores que se utilizan, las restricciones técnicas y económicas para determinar la eficiencia de la producción, que se utiliza para discutir la política energética y el efecto de las medidas de regulación. Existen varias técnicas para determinar la eficiencia pero en este trabajo solo se utiliza el método de la frontera eficiente.

Cuando se analizan las decisiones de producción a partir de la teoría económica se encontraron dos condiciones que violan el concepto de producción eficiente; la primera corresponde al caso en el que se presenta un desequilibrio entre los costos marginales y los ingresos marginales, el cual es independiente del número de factores que se tome en cuenta en la evaluación; condición que permite afirmar que la asignación de recursos para la producción es ineficiente; la segunda condición corresponde al caso en el que dentro del proceso de producción no es posible obtener la mayor producción, dado un conjunto de insumos y se asume que existe una ineficiencia técnica. Cuando se realiza un estudio de eficiencia técnica en donde se aplican bienes y recursos, se asume que la eficiencia se obtiene al medir el grado con el que los individuos aplican de manera óptima los recursos escasos que se utilizan en el proceso de producción. Las técnicas económicas que se conocen para medir la eficiencia técnica y de asignación, integran elementos que explican el grado de eficiencia del proceso, independientemente del nivel de sofisticación matemática que utilizan. Sin embargo, en la ciencia económica no existe un método preciso que determine el grado de eficiencia por lo que se ha recurrido a los métodos de aproximación estocástica para establecer la eficiencia de la producción.

Por otra parte, la introducción conceptual de un crecimiento constante en lugar de un estado estacionario en los modelos económicos de evaluación de la eficiencia, permite establecer la mejor práctica productiva explicada por un conjunto de factores que establecen las diferencias en las tasas de crecimiento y productividad.

En la literatura sobre el tema se encuentran dos posturas para la formulación y evaluación de la eficiencia de la producción, por un lado se han desarrollado modelos de equilibrio y por otro modelos de optimización que buscan determinar el nivel de eficiencia en la producción, en el caso de las técnicas de programación lineal para la evaluación de la eficiencia se encontró que existe similitud entre la asignación de recursos de cada tipo de generación.

El propósito de este trabajo, es evaluar la eficiencia técnica de la industria eléctrica a partir de la frontera estocástica de producción, y establecer la participación de los diferentes grupos de tipos de generación en la determinación de la eficiencia del sector y contrastar las principales técnicas para determinar la frontera estocástica de producción.

El marco teórico que soporta el trabajo corresponde a la teoría de la frontera estocástica de producción introducida por Farrell (1957), en su trabajo establece el concepto de eficiencia de la producción y su desempeño; también muestra cómo se define la relación entre costos y beneficios orientada a la búsqueda de la mejor manera de realizar una función o tarea, siempre con el objetivo de promover el uso racional de los recursos. Por otro lado, en el trabajo de Aigner, Lovell y Schmidt (1977), se incorpora una metodología para medir la eficiencia mediante la frontera estocástica de producción, que corresponde a una mejora a la propuesta de Meeusen y Van den Broeck (1977), todos inspirados en el trabajo de Farrell (1957).

Battese y Coelli (1988,1992), a partir de la definición teórica de la función de producción estocástica que expresa la cantidad máxima de producción que es posible obtener a partir de un conjunto de insumos y una tecnología específica, utilizan la evidencia empírica al aplicar técnicas econométricas a modelos de frontera estocástica.

Los resultados que se presentan en esta investigación, siguen la línea de pensamiento de Farrell y se aplica para determinar la eficiencia de la industria eléctrica en México, y para evaluar las prácticas y políticas de operación que se aplican en la producción de electricidad.

El trabajo se encuentra organizado en seis apartados, el primero corresponde a una introducción, en el segundo se hace un esbozo teórico donde se tratan los supuestos y aspectos más relevantes para el estudio de la eficiencia; en el tercero se analiza de la literatura sobre la eficiencia de la producción, y se discuten tres métodos de estudio; se dedica el cuarto apartado a la medición de la eficiencia, especificación teórica y metodológica del modelo de la frontera estocástica de producción, así como los métodos para estimarla; en el quinto apartado, se analiza la eficiencia técnica de la industria estableciendo diez tipos de generación de electricidad y se diseña un panel de datos con información de diez años, se muestra la evidencia empírica y se analizan resultados. Finalmente, en el último apartado se presentan las principales conclusiones.

18.1 Argumentos teóricos referentes al concepto de eficiencia

Desde el punto de vista de la teoría microeconómica el término eficiencia se relaciona con la asignación de recursos, por lo que la eficiencia se logra cuando se proporciona a los consumidores, la combinación óptima de bienes y servicios que satisfacen sus necesidades de la mejor forma posible, al considerar una cantidad de insumos y tecnología limitada.

Por otro lado, se dice que hay eficiencia cuando no existe una reasignación de recursos para mejorar el bienestar de un individuo sin empeorar el de otro; en condiciones de eficiencia de asignación solo es posible aumentar la satisfacción o utilidad de un individuo reduciendo la de otro, tal como lo refiere la ley de Pareto.

A partir de Farrell (1957), quien fue el primer autor en conceptualizar y medir la eficiencia; en su trabajo propone una perspectiva real donde cada unidad productiva se evalúa en relación a un grupo representativo y homogéneo, la idea central ha evolucionado y relaciona dos conceptos importantes, el primero corresponde a la eficiencia técnica y el otro a la eficiencia de asignación.

De acuerdo a Pinzón (2003), la eficiencia económica es la maximización de los beneficios en términos de la asignación dinámica de los bienes escasos para la producción al menor costo posible.

Por otro lado, Paramo (1995), presenta que la eficiencia técnica es la capacidad de transformar factores de la producción como el de trabajo y el capital en bienes y servicios, en donde la tecnología está inmersa en la función de producción que determina el valor máximo o la frontera de producción.

Trabajos posteriores como el de Banker, Charnes y Cooper (1984), dividen el concepto de eficiencia técnica en eficiencia pura y eficiencia de escala, y presentan un modelo de rendimientos variables para determinar el nivel de eficiencia; el cual presenta una mejora con respecto al modelo de Farrell porque incorpora el concepto de rendimientos variables. La eficiencia técnica pura, corresponde a la medida en que cada unidad producida corresponde al máximo producto que se puede obtener a través de un cantidad de insumos disponibles, mientras que la eficiencia de escala representa el aumento en el rendimiento al modificar la dimensión de las unidades de producción, por lo tanto; la eficiencia técnica global corresponde al producto de ambas eficiencias.

La teoría microeconómica indica que la eficiencia de asignación, tiene relevancia cuando no se hace un mal uso de los recursos, es decir no se desperdician recursos en un proceso productivo y adicionalmente se cumple con el principio del óptimo de Pareto (1906). Otros elementos relacionados con concepto de eficiencia de asignación, corresponde a los costos y precios que refieren a un gasto total en términos monetarios y que se utilizan para producir una cantidad determinada de bienes, es decir, la eficiencia de asignación de recursos monetarios que determina el mínimo posible de acuerdo con los precios de los insumos. La eficiencia de asignación se encuentra estrechamente relacionada con el cumplimiento de los objetivos en cada unidad de producción y está relacionada con la gestión operativa, en donde se llevan a cabo las decisiones de producción para alcanzar la frontera de producción, a partir de todas las combinaciones óptimas de recursos y actividades, esto es que no se puede mejorar el objeto de producción o mejorar el nivel de producción sin consumir una mayor cantidad de insumos.

18.2 La eficiencia productiva de la industria eléctrica en México

A la fecha no se encuentran estudios documentados sobre la eficiencia productiva de la industria eléctrica mexicana bajo el enfoque económico de la frontera estocástica de producción, por lo que representa un área poco explorada y que motiva el interés de este trabajo.

En el análisis de la literatura sobre la eficiencia de la producción, se discuten tres métodos de estudio: i) determinístico, ii) el método probabilístico y iii) el método de estimación estocástica.

Los dos primeros métodos requieren para el análisis una muestra representativa para observar el comportamiento de las variables de interés.

Por lo que dada la complejidad del problema y la enorme cantidad de información que se requiere, se decidió hacer un estudio de forma agregada por tipo de generación, para un periodo de diez años que es la base del estudio empírico; y se eligió el tercer método de estudio, el cual requiere de una clasificación de la información para estimar la frontera estocástica de producción; y se basa en una técnica de estimación paramétrica que incorpora un error de especificación que incluye las perturbaciones y que corresponde al nivel de tecnología empleado.

18.3 Medición de la eficiencia

Lovel (1993) menciona que para medir la eficiencia se deben tomar en cuenta los desequilibrios producidos por el uso de los factores, por lo que en el caso de la eficiencia técnica se consideran los factores sobre los que tiene control el productor y en el caso de la eficiencia de asignación, se toman en cuenta los factores que están fuera del control del productor. Con esto se explica la modificación entre precios proyectados y precios observados que corresponden a la subvaluación o sobrevaluación de la producción. Por lo tanto, si se consideran los argumentos de Lovel (1993), la eficiencia se puede medir al aplicar el uso de las técnicas de frontera estocástica de producción, que relacionan la distancia que existe entre una observación y el valor que predice un modelo teórico.

Los modelos de frontera más utilizados son los de producción y de costos; los primeros permiten estimar la eficiencia técnica relacionando la distancia entre la producción observada y la frontera que representa el producto máximo que se puede obtener dado un vector de insumos, el cual representa la cantidad de salida de producto máximo, y se puede expresar matemáticamente de la siguiente forma:

$$Q_i = f(X_i, \beta) - \varepsilon_i \quad (18.1)$$

Donde:

Q_i – Cantidad observada de salida micro i -ésima unidad

X_i – Vector de niveles de entrada para la micro i -ésima unidad

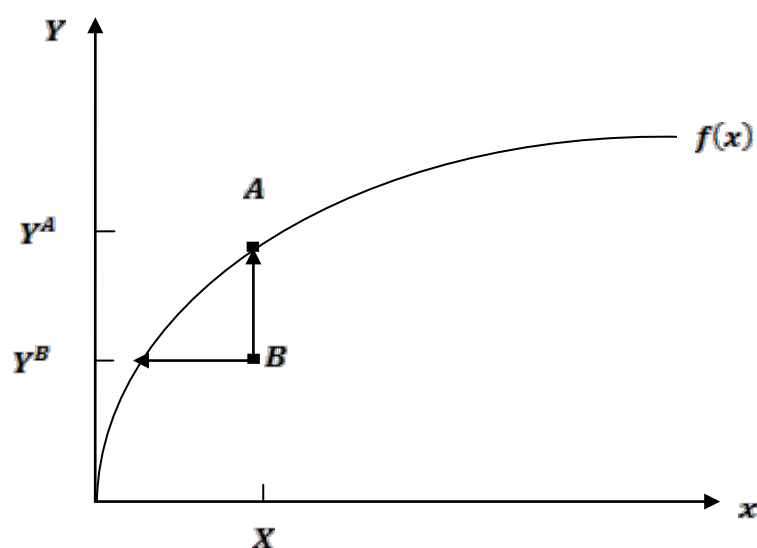
$f(x)$ – Frontera de producción

β – Parámetro del vector

ε_i – Error estocástico para la micro i -ésima unidad

Dada la expresión 1 se desarrolla la figura 18.1, que muestra que las unidades de producción que se localizan en la frontera **A** son eficientes; por otro lado, todas las unidades de producción que se localizan fuera de la frontera son ineficientes como es el caso del punto **B**, en este caso la eficiencia de la producción se puede mejorar al modificar el vector de insumos como lo menciona Lovell y Kumbakar (2000).

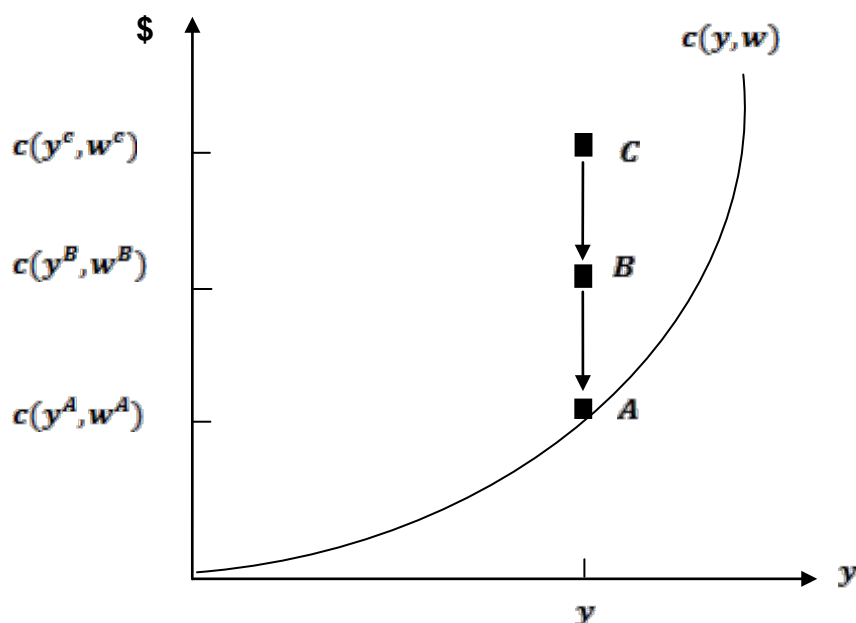
Figura 18.1 Medición de la eficiencia técnica para una frontera de producción



Fuente: Kumbhakar y Lovell (2000).

Cuando el análisis se realiza bajo el enfoque de la frontera de costos; la eficiencia económica se mide como la diferencia entre los costos observados y el costo mínimo, que corresponde a la frontera, como lo muestra la figura 18.2; en este caso la unidad producida que representa el punto **A** es óptimo por que representa el mínimo costo para la unidad de producción con un conjunto de insumos, por lo tanto; un punto alejado de la frontera resulta ineficiente.

Figura 18.2 Medición la eficiencia económica para una frontera de costos



Fuente: Kumbhakar y Lovell (2000).

Por otro lado, es importante retomar la afirmación que hace Green (1993), dentro del análisis de medición de la eficiencia, respecto a que un productor puede operar bajo condiciones de eficiencia técnica, pero puede ser ineficiente bajo el enfoque de costos. La opinión que tiene Barrow (1988) al respecto, es que las funciones de producción pueden medir la eficiencia técnica, dado que las cantidades de insumos están dadas y pueden estar asignadas de forma no óptima. Mientras que las funciones de costos, miden la suma de la ineficiencia técnica y la de asignación.

De acuerdo con Kalirajan y Shand (1999), medir la eficiencia es importante porque: a) indica la eficiencia relativa en distintas unidades productivas; b) cuando se presentan diferencias en las unidades de producción, se podrían identificar los factores causantes de esas diferencias; y c) se pueden definir políticas para mejorar el nivel de eficiencia.

18.4 Forma general del modelo de frontera estocástica de producción

Teóricamente una frontera de producción $f(\mathbf{x})$ se define como la cantidad máxima de producto Q_i , que una determinada firma puede producir dado un conjunto de insumos X_i , determinando el límite superior de posibilidades de producción Q^∞ , dada una mezcla óptima de insumo-producto, que se ubica por arriba o por debajo de la frontera estimada $f(\mathbf{x})'$. La capacidad de que una unidad de producción permita maximizar el producto, dado un conjunto particular de insumos corresponde al concepto de eficiencia técnica.

La forma funcional linealizada de la función de producción Cobb-Douglas es el origen del desarrollo de la frontera de producción estocástica, y uno de los aspectos analizados en este estudio es el término estocástico de perturbación ε . Para la i -ésima unidad productiva, el término aleatorio está compuesto por ruido simétricamente distribuido ($v_i \sim N[0, \sigma_v^2]$) y por un término negativo de ineficiencia (u_i distribuido como seminormal $u_i \sim N^+ [0, \sigma_u^2]$), los cuales son distribuidos entre sí de forma independiente considerando a $\varepsilon = v_i + u_i$.

Una función de producción para la i -ésima unidad productiva, dado un conjunto de insumos X_{it} , se expresa como:

$$Y_{it} = f(X_{it}, \dots, X_{itkit}; \beta) \exp(v_{it} - u_{it}) \quad (18.2)$$

Donde:

Y_{it} – Producto de la i -ésima unidad

β – Parámetro que asocia las entradas de insumos con producto

Por lo tanto, en la estimación de la producción en la frontera eficiente se excluye el parámetro de ineficiencia denotado por u_{it} y se representa por la siguiente expresión:

$$Y_{it} = f(X_{1it}, X_{2it}, \dots, X_{kit}; \beta) \exp(v_{it}) \quad (18.3)$$

La razón de producción para una unidad productora con respecto a su frontera es entonces: $\exp(-u_{it})$, como una medida de la ineficiencia técnica de la i -ésima unidad estudiada y se escribe como:

$$(ET): ET_{it} = \exp(-u_i) \quad (18.4)$$

Al afirmar que el término de error aleatorio ε se encuentra simétricamente distribuido en $Y_{it} = X_{it}\beta_{it} + \varepsilon = X_{it}\beta_{it} + (v_{it} - u_{it})$, se observa que si v es simétrico y u es no negativo, entonces ε es asimétrico y al aplicar el término de esperanza se tiene:

$$E\varepsilon = E(v_{it} - u_{it}) = E_u < 0. \quad (18.5)$$

18.4.1 Programación lineal para estimar la frontera estocástica de producción de la industria eléctrica

Para evaluar la aplicación de la frontera estocástica de producción mediante programación lineal, se utiliza el método de mínimos cuadrados ordinarios considerando los siguientes aspectos:

- Si $u_{it} > 0 \Rightarrow \varepsilon (v_{it} - u_{it})$ es sesgada y existe ineficiencia técnica.

$u_{it} < 0 \Rightarrow \varepsilon(v_{it} - u_{it})$ es simétrica y los datos no reflejan la ineficiencia técnica. Por otro lado, es necesario estimar la especificación de $Y_{it} = X_{it}\beta_{it} + (v_{it} - u_{it})$, para esto, las funciones de densidad de v normal y de u seminormal se escriben como:

$$f(v_{it}) = (2\pi\sigma_v^2)^{-\frac{1}{2}} \exp[-v^2(2\pi\sigma_v^2)^{-1}] \quad (18.6)$$

Y,

$$f(u_{it}) = (2\pi\sigma_u^2)^{-\frac{1}{2}} \exp[-u^2(2\pi\sigma_u^2)^{-1}] \quad (18.7)$$

Si los vectores aleatorios v_{it} y u_{it} se consideran independientes, su densidad conjunta es el producto de sus densidades individuales:

$$f(u_{it}, v_{it}) = (\pi\sigma_v\sigma_u)^{-1} \exp[-v^2(2\pi\sigma_u^2)^{-1} - u^2(2\sigma_u^2)^{-1}] \quad (18.8)$$

Si $\varepsilon = v_{it} - u_{it}$, entonces la densidad conjunta de u_{it} y ε_{it} se escribe como:

$$f(u_{it}, v_{it}) = (\pi\sigma_v\sigma_u)^{-1} \exp[-v^2(2\pi\sigma_u^2)^{-1} - u^2(2\sigma_u^2)^{-1}] \quad (18.9)$$

Una forma de obtener la densidad marginal de ε_{it} como lo plantean Kumbhakar y Lovell (2000), es integrando a u_{it} de $f(u_{it}, \varepsilon_{it})$, mediante la siguiente expresión:

$$f(\varepsilon_{it}) = \int_0^{\infty} f(u_{it}, \varepsilon_{it}) du = 2\sigma^{-1} \phi(\varepsilon\sigma^{-1}) \phi(-\varepsilon\lambda\sigma^{-1}), \quad (18.10)$$

Donde $\sigma = [\sigma_u^2 - \sigma_v^2]^{\frac{1}{2}}$, $\lambda = \frac{\sigma_u}{\sigma_v}$, y $\phi(t)$ y $\phi(t)$, son funciones de densidad y de distribución normal.

Por lo tanto, se puede concluir que el logaritmo natural para obtener estimadores con máxima verosimilitud para una muestra de n unidades productivas, con una constante k es maximizando la siguiente expresión:

$$\ln L = k - n \ln \sigma + \sum \ln \phi(-\varepsilon_{it} \lambda \sigma^{-1}) - (2\sigma^2)^{-1} \sum \varepsilon_{it}^2 \quad (18.11)$$

Encontrado el conjunto de estimadores se realiza la estimación de eficiencia técnica para cada elemento, tomando en cuenta los supuestos mencionados anteriormente y aplicando el método de mínimos cuadrados ordinarios donde: si $\varepsilon_{it} > 0$, u_{it} no es muy grande y se determina que la unidad productora es técnicamente eficiente. Por otro lado, si $\varepsilon_{it} < 0$, entonces u_{it} es muy grande y se considera que la unidad productora es ineficiente.

Finalmente, es necesario separar la información que ε_{it} contiene sobre u_{it} mediante la obtención de la distribución condicional de u_{it} dado ε_{it} , la idea es calcular los parámetros de interés y estimar la eficiencia técnica para cada unidad productora la cual se denota por:

$$ET_{it} = \exp(-\widehat{u}_{it}) \quad (18.12)$$

Para ello, se puede retomar la propuesta hecha por Battese y Coelli (2005), que se escribe como:

$$ET_{it} = E[\exp(u_i) | \varepsilon_i] = \frac{1 - \phi(\sigma_u - \frac{u_i}{\sigma_u})}{1 - \phi(-u_i/\sigma_u)} \quad (18.13)$$

18.4.2 Panel de datos para estimar la producción de electricidad

La metodología que se utiliza en este trabajo para determinar la frontera estocástica de producción, se basa en el planteamiento de una función de máxima verosimilitud que se soluciona con la ayuda de un modelo de datos de panel y por el método de mínimos cuadrados ordinarios, tomando en cuenta efectos fijos y efectos aleatorios; de forma alternativa la solución se logra al utilizar un modelo de programación lineal.

Como lo plantea Mundlak (1961), el uso de datos de panel se adapta fácilmente a las relaciones de producción, lo que se corrobora en este trabajo encontrando que las variables que afectan a la producción están correlacionadas con la utilización de los insumos. La idea de construir un panel de datos es visualizar las características no observadas a simple vista, que pueden estar correlacionadas con el nivel de producción de cada tipo de generación.

Asimismo, se utilizan los hallazgos de los pioneros en el uso de datos de panel para analizar fronteras estocásticas de producción como lo hicieron Pitt y Lee (1981), y mejorados por Schmidt y Sickles (1984), quienes identificaron tres ventajas para este tipo de análisis:

- La independencia entre x_{it} y u_{it} , permite una relajación en la estimación de datos de corte transversal.
- La especificación de la distribución para v_{it} y x_{it} , requiere datos de corte transversal para estimar el nivel de eficiencia de la empresa.
- El nivel de eficiencia de la empresa se estima con mayor precisión en el caso en que $T \rightarrow \infty$ se evite.

18.4.3 Especificación del modelo para la industria eléctrica

Para el estudio se diseñó un panel de datos compuesto por 300 observaciones, que corresponde a las observaciones del periodo para cada tipo de generación, la suma representa la generación total de energía eléctrica en GWh para el país, los datos corresponden a 10 tipos de generación en el periodo 2000-2009.

El análisis de la eficiencia, se logra por un proceso de ajuste de mínimos cuadrados para la función de producción, con el objetivo de evaluar la eficiencia técnica en el proceso de generación de electricidad para cada tipo de producción.

Por lo tanto, la especificación del modelo a estimar se escribe como:

$$Y_{it} = \beta_1 + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \mu_{it} \quad (18.14)$$

Donde:

Y_{it} – Generación total real

β_{it} – Coeficiente de elasticidad

X_{2it} – Factor de planta

X_{3it} – Frontera heurística

i – i -ésima central transversal

t – Tiempo (año).

Se seleccionan 30 variables transversales a las que a cada una se les asocia grupos de centrales generadoras con características similares; el periodo de estudio abarca 10 años de 2000 a 2009. En el modelo se asume que las variables X_{it} son determinísticas y la estructura de probabilidad del término de error μ_{it} , corresponde a una distribución normal $E(\mu_{it}) \sim N(0, \sigma^2)$, por lo que los errores no están correlacionados en la forma temporal y se distribuyen de forma uniforme tal como lo refiere Gujarati (2004).

18.5 Datos y estimación de resultados

El modelo se estimó mediante la construcción de un panel de datos con una estructura de 300 datos que corresponden a 30 observaciones de cada tipo de generación. A partir de la estructura de información seleccionada, se obtiene un panel de datos balanceado para los diez tipos de generación de energía eléctrica, que representan el periodo de 2000 a 2009, la variable dependiente corresponde a la producción total de electricidad y se mide en unidades de energía eléctrica GWh, y está relacionada con el factor de planta y la frontera heurística de producción.

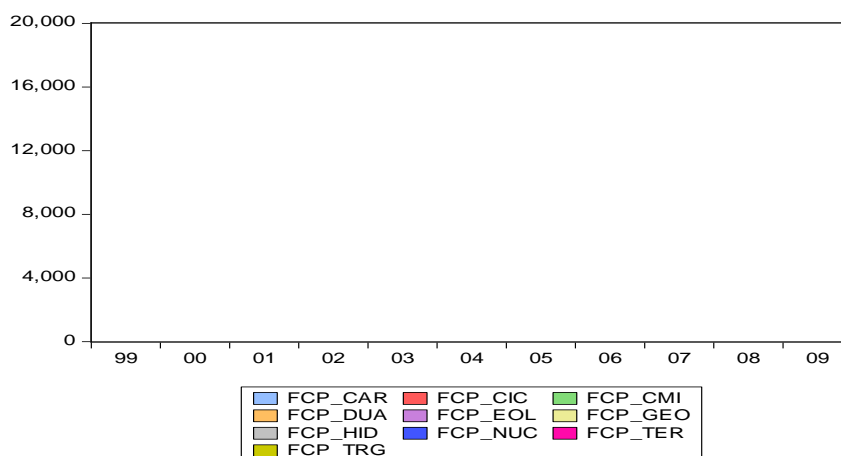
Se aplicó un modelo de regresión lineal simple con dos variables de estudio y se encontró que el valor de los parámetros es significativo y permite explicar entre 99.4% y 99.6% de las variaciones, para cada uno de los tipos de generación que se seleccionaron, el valor del estadístico Durbin Watson fue de 1.7348, que se considera aceptable para indicar la inexistencia de autocorrelación en los errores de la regresión, por lo que se acepta el modelo ya que presenta una especificación correcta y los resultados se presentan en el cuadro 18.1.

Cuadro 18.1 Resultados de la regresión

Variable	β	Factor de planta	de Frontera heurística
Coefficiente	-48.3843	4.8380	0.8853
Error estándar	284.4859	0.1932	0.01884
Estadístico t	-0.1701	25.0452	46.9965
Probabilidad	0.8653	0.0000	0.0000
R²	0.9942		
Durbin Watson	1.7348		

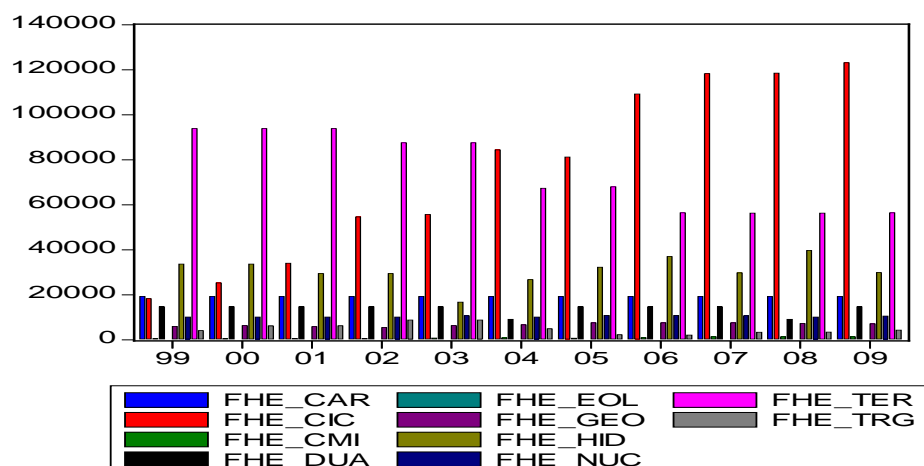
Fuente: Elaboración propia con datos estimados en Eviews.

En la gráfica 18.1, se observan las diferencias obtenidas mediante la estimación econométrica para los diferentes tipos de producción de electricidad, los resultados muestran que la mayor eficiencia técnica corresponde a la producción a partir de ciclo combinado que utiliza la tecnología más moderna, lo sigue la producción termoeléctrica a partir de centrales convencionales y enseguida se encuentra la hidroeléctrica, en este caso se debe comentar la relación que existe con los criterios operativos que buscan el mayor beneficio económico concentrando la producción en unas cuantas horas del día, si no se toman en cuenta estos aspectos se podría decir que se hace un uso ineficiente de la infraestructura pero se debe reflexionar que el agua es un recurso de la naturaleza que es escaso.

Gráfica 18.1 Diferencias en la producción de electricidad con el factor de planta

Fuente: Elaboración propia con resultados estimados en Eviews.

Para el caso del factor heurístico en la gráfica 18.2, se observa que en los resultados de la regresión destacan de igual manera las centrales del tipo ciclo combinado, termoeléctrica y del tipo hidroeléctrica.

Gráfica 18.2 Nivel de producción con factor heurístico

Fuente: Elaboración propia con resultados estimados en Eviews.

18.5.1 Estimación con variables dicotómicas

Se realizó un modelo de regresión con variables dicotómicas en la cual se incluyeron las variables del factor de planta y factor heurístico por tipo de central generadora, obteniendo una correlación significativa de 99.6% y un valor estadístico Durbin Watson de 1.7984, superior al de la regresión lineal simple lo que confirma la adecuada especificación del panel estimado. Los resultados se presentan en el cuadro 18.2.

Cuadro 18.2 Estimación con variables dicotómicas

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
FCP	0.0253	0.1414	0.1789	0.0000
FHE	0.9309	0.0262	35.4798	0.0000
D2	554.9441	933.5115	0.59447	0.0036
D3	415.0890	956.5890	0.4339	0.0003
D4	561.8552	927.9664	0.6055	0.0000
D5	108.6492	919.3475	0.1182	0.0000
D6	1996.3510	1126.0000	-1.7729	0.0493
D7	4023.3160	1213.8080	-3.3146	0.0013
D8	573.9439	854.0451	-0.6721	0.0031
D9	331.6518	951.3284	0.3486	0.0000
D10	1001.6010	2240.9620	0.4470	0.0000

Fuente: Elaboración propia con datos estimados en Eviews.

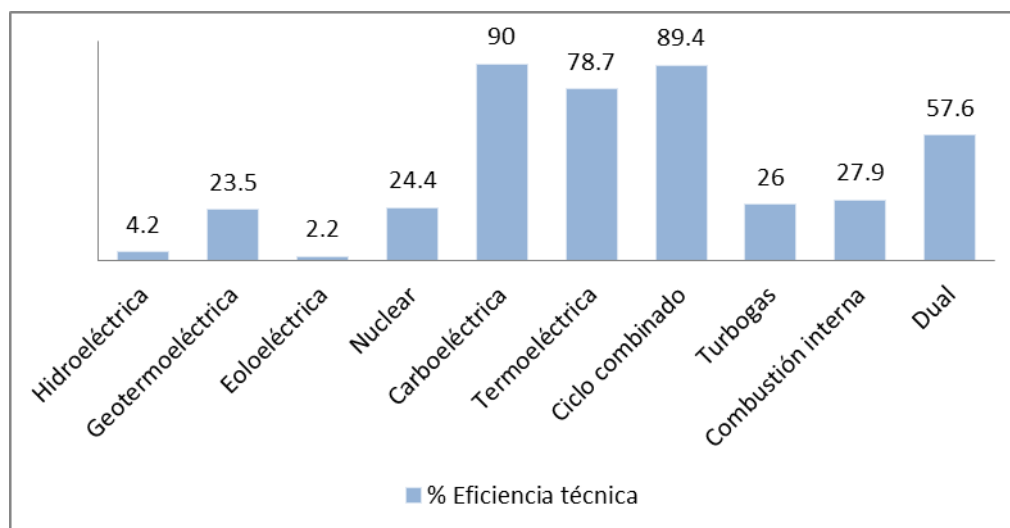
En el cuadro 18.3, se presentan las diferencias obtenidas aplicando variables dicotómicas al panel de datos con efectos fijos, los resultados por tipo de generación muestran que el tipo de generación a base de carbón tiene una eficiencia técnica de 90%, con ciclo combinado de 89.4%, y con termoeléctrica de 78.7% que son las más representativas, el resto de los resultados se presentan en la tabla referida.

Cuadro 18.3 Índice de eficiencia estimada por tipo de central

Tipo de central	Eficiencia técnica por tipo de generación
Hidroeléctrica	4.2 %
Geotermoeléctrica	23.5%
Eoloeléctrica	2.2%
Nuclear	24.4%
Carboeléctrica	90.0%
Termoeléctrica	78.7%
Ciclo combinado	89.4%
Turbogas	26.0%
Combustión interna	27.9%
Dual	57.6%

Fuente: Elaboración propia con datos estimados en Eviews.

Los resultados del análisis de la eficiencia técnica se presentan en la gráfica 18.3, para ilustrar el comportamiento de acuerdo al insumo utilizado en la producción.

Gráfica 18.3 Eficiencia técnica de producción por tipo de generación.

Fuente: Elaboración propia con datos estimados en Eviews.

18.5.2 Análisis de efectos fijos

Las estimaciones realizadas mediante el modelo de datos de panel con efectos fijos, incluyen las tres variables de estudio y muestran que la función explica en un 99.4% a la variable dependiente, y presenta un valor de 1.7580; en el estadístico Durbin Watson, ambos resultados son superiores respecto a los modelos de regresión lineal simple y con variables dicotómicas; adicionalmente, el estadístico de contraste que está dado por la ecuación 18.15, confirma los resultados:

$$F = \frac{(SCR_{Rest} - SCR_{NRest})/q}{(SCR_{NRest})/(\frac{NT}{k})} = \frac{(SCR_{MA} - SCR_{MEF})/q}{(SCR_{MEF})/(\frac{NT}{k})} \quad (18.15)$$

$$F = \frac{(R^2_{MEF} - R^2_{MA})/q}{(1 - R^2_{MEF})/(\frac{NT}{k})} \approx F_{q; NT-K} \quad (18.16)$$

Y se obtiene:

$$F = \frac{((0.994182 - 0.993213)9)}{(1 - 0.994182)/(10 * 11 - 18)} = 1.92460181 > F_{.05; 9; 98} = 8.34 \quad (18.17)$$

Por último, para corroborar el modelo a partir de los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis nula al 5% de significancia, por lo tanto, se confirma la selección del modelo de panel con efectos fijos, los resultados se presentan en el cuadro 18.4.

Cuadro 18.4 Resultados por tipo de central con efectos fijos

Tipo de central	Coefficiente de correlación
Hydroeléctrica	1216.507
Geotermoeléctrica	805.2602
Eoloeléctrica	650.6640
Nuclear	814.8661
Carboeléctrica	387.3460
Termoeléctrica	-1104.505
Ciclo combinado	-3484.624
Turbogas	-72.72748
Combustión interna	573.1070
Dual	214.1064

Fuente: Elaboración propia con datos estimados en Eviews.

Los resultados del modelo se contrastan con Eviews y se presentan en el cuadro 18.5.

Cuadro 18.5 Estimación de las pruebas de efectos

Effects Test	Statistic	d.f.	Prob.
Cross-section F	1.9343	(9,98)	0.0050
Cross-section Chi-square	16.9520	9	0.0495

Fuente: Elaboración propia con datos estimados en Eviews.

18.5.3 Modelo de efectos aleatorios

Se concluye que las estimaciones del panel de datos cuando se aplica un modelo de efectos aleatorios para explicar el comportamiento muestra que los resultados que se obtienen explican a la variable dependiente en un 99.4%, con un estadístico Durbin Watson de 1.7572, que es menor al resultado del análisis con efectos fijos.

Con estos argumentos se asume que el mejor modelo que representa la frontera estocástica de producción y la eficiencia técnica por tipo de generación, es el modelo de efectos fijos. Los resultados de la aplicación de efectos aleatorios se presentan en el cuadro 18.6.

Cuadro 18.6 Estimación por tipo de generación con efectos aleatorios

Tipo de central	Coefficiente de correlación
Hidroeléctrica	77.45996
Geotermoeléctrica	54.91959
Eoloeléctrica	7.128548
Nuclear	73.02477
Carboeléctrica	57.43873
Termoeléctrica	31.00532
Ciclo combinado	-205.4874
Turbogas	-102.1582
Combustión interna	0.433336
Dual	6.235374

Fuente: Elaboración propia con datos estimados en Eviews.

Para contrastar los resultados, se analiza la varianza de los residuos como a continuación se describe:

$$\text{Var}(v_{it}) = \sigma_a^2 + \sigma_e^2 \quad (18.18)$$

Igual a:

$$\hat{\sigma}_e^2 = 246.8829, \quad \hat{\sigma}_a^2 = 2176.144$$

Se estima el

$$\text{Var}(v_{it}) = \sigma^2 = 246.8829^2 + 2176.144^2 \quad (18.19)$$

$$= 60951.16631241 + 4735602.708736 = 4796553.87504841$$

$$= \frac{4735602.708736}{4796553.87504841 + 60951.16631241} = \frac{4735602.708736}{4857505.04136082} = 0.974904$$

La componente idiosincrática supone el 97.49% de la varianza de los residuos, como lo muestra el cuadro 18.7.

18.5.4 Resultado de la prueba de Hausman

Para seleccionar la estructura del modelo que mejor representa el comportamiento que se desea estudiar y lograr la mejor explicación de la variable dependiente se aplicó la prueba de Hausman y los resultados se presentan en el cuadro 18.7.

Cuadro 18.7 Estimación de la prueba de Hausman

Resultados de la prueba	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Efectos aleatorios	8.0229	2	0.0181

Fuente: Elaboración propia con datos estimados en Eviews.

Como complemento, se aplica la prueba de la distribución Chi cuadrado y se obtiene el siguiente valor: $X^2 = 5,9915$, por lo que se rechaza la hipótesis nula ($H_0 \equiv \{E[a_1 | x' S] = 0\}$), ya que $\lambda_H = 8.022870 > X_{0.05}^2 = 5.9915$ (el p-valor de 8.022870 es 0.0181), por lo tanto, el estimador MCO ($\beta_{MCO} = \beta_{EF}$), es asintóticamente más eficiente que el de MCG para el modelo de efectos aleatorios (β_{MCG}); por lo tanto se opta por el modelo de efectos fijos.

18.6 Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran que cuando solamente se utiliza el factor de planta real y el factor heurístico se tiene una relación positiva con respecto a la generación total real, tal como muestran el conjunto de regresiones realizadas.

Cuando se aplica el análisis con variables dicotómicas a la estructura de panel de datos y se realizan las diferencias, los resultados obtenidos muestran que los tipos de generación que se acercan más a la frontera eficiente de producción son: las que producen a partir de carbón con el 90%, las de ciclo combinado con 89.4% y las termoeléctricas con 78.7%, que son las más significativas.

Por otro lado, se encontró que el método de efectos fijos, proporciona los resultados más certeros que resaltan la eficiencia técnica de la industria eléctrica con una máxima frontera de producción eficiente en las centrales del tipo hidroeléctrica, nuclear, geotermoeléctrica, eoloeléctrica y de combustión interna, las cuales contienen una representación significativa en la generación total real de electricidad.

Esto se confirmó con el resultado de la prueba de Hausman que muestra que el estimador de mínimos cuadrados ordinarios es asintóticamente más eficiente que el de efectos aleatorios.

Es importante resaltar que en los resultados de la estimación, la generación con turbogas representa el mayor costo de producción y su aplicación principal es en condiciones de emergencia, y si se toma en cuenta que en el periodo seleccionado las expectativas de producción se ajustaron a la baja induciendo un superávit de producción a partir de combustibles convencionales, se justifica el poco uso que se dio a este tipo de generación.

Una aportación importante del estudio, es que se estableció una frontera heurística que incorpora la problemática eléctrica asociada a la producción, tal es el caso de los límites de transmisión en el efecto de las pérdidas, los problemas dinámicos del sistema y el control de voltaje, por lo que la frontera teórica de producción se ve limitada.

Referencias

Aigner, D. J., Lovell, C. A. K., and Schmidt, P. (1977). "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models". *Journal of Econometrics*, 5, 21-38.

Albert, M.G. (1998). "Regional technical efficiency: a stochastic frontier approach". *Applied Economics Letters* 5: 723-726.

L. Hillman and C. W. Bullard HII. (2008). "Energy". *The Heckscher-Ohlin Theorem and U.S. International Trade*, paper no. 25-7.2008). "Measuring local education authority performance: a frontier approach". *Economic Discussion Paper*. 88/02.

Battese, G. y Coelli, T. (1988). "Prediction of firm-level technical efficiencies with a generalized production function and panel data". *Journal of Econometrics*, 38: 387-399.

Battese, G. y Coelli, T. (1992). "Frontier production functions, technical efficiency and panel data: Whit application to paddy farmers in India". *Journal of Productivity Analysis*, 38 (June): 153-169.

Battese, G. and Coelli, T. (2005). "A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data". *Empirical Economics*, 20: 325-332.

Battese, George E., and Greg S. Corra. (1977). "Estimation of a Production Frontier Model with Application to the Pastoral Zone of Eastern Australia". *Australian Journal of Agricultural Economics* 21, 169-179.

Byron, R. P. (1970). "A Simple Method for Estimating Demand Systems under Separable Utility Assumptions". *Review of Economic Studies*, 37, 261-274.

Coelli, T. y Perelman, S. (2007). "Technical efficiency of European railways: a distance function approach". *Applied Economics*, 32(15): 1967-76.

Comnes, G. A., S. Stoft, N. Greene, and L. J. Hill, (2005). "Performance Based Ratemaking for Electric Utilities: Review of Plans and Analysis of Economic and Resource Planning Issues", Lawrence Berkeley Labs report no. LBL 37577.

D. J. Aigner, C. A. K. Lovell and P. SCHMIDT. (2006). "Formulation and estimation of stochastic frontier production function models". *J. Economet.* 6, 21-37.

D. J. Aigner, T. Amemiga and D. J. Poirier. (1976). "On the estimation of production frontiers: Maximum likelihood estimation of the parameters of a discontinuous density function". *Int. Econ. Rev.* 17, 377-396.

E. R. Berndt and D. O. Wood. (2008). "Technology, Prices and the Derived Demand for Energy, Rev". *Econ. Statist.* 57, 259-68.

Greene, W. (1993). "The econometric approach to efficiency analysis", in Lovell K. and Schmidt S. (Eds.). "The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications". Oxford University Press, Oxford, 68-119.

Greene, William H. (2008). "A Gamma-Distributed Stochastic Frontier Model". *Journal of Econometrics* 46, 141-163.

J. M. Finger. (2009). "Factor Intensity and 'Leon- tief-type' Tests of Factor Proportions Theory". *Econ. Int.*, 22, 405.

Jondrow, J. et al. (2009). "On the estimation of technical inefficiency in the stochastic in the stochastic frontier production function model". *Journal of Econometrics*, 19: 233-238.

Just, Richard E., and R. D. Pope. (1979). "Stochastic Specification of Production Functions and Economic Implications". *J. Econometrics* 7, 67-86.

Kalirajan, K. y Shand, R. (2004). "Frontier production functions and technical efficiency measures". *Journal of Economic surveys*, 13(2): 149- 172.

Kumbhakar, S. C., and C. A. Know Lovell. (2000). "Stochastic Frontier Analysis". New York: Cambridge University Press, 44.

Lovell, K. (2006). "Production frontiers and productive efficiency", in Lovell K. and Schmidt S. (Eds.) "The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications". Oxford University Press, Oxford: 3-67.

Mundlak, Y. (1961): "Empirical Production Function Free of Management Bias", *Journal of Farm Economics*, 43, 44-56.

Pitt, M. and L. Lee (1981): "The Measurement and Sources of Technical Inefficiency in the Indonesian Weaving Industry", *Journal of Development Economics*, 9, 43-64.

Schmidt, P. y Sickles, R. (1984). "Production frontier and panel data". *Journal of Business and Economic Statistics*, 4: 367-374.

Capítulo 19

Gobernanza y supervisión de ciertos “controladores” del riesgo de inversión: El caso de las agencias de calificación de riesgos

Elena Pérez

E. Pérez

Universidad de Santiago de Compostela, Centro de Responsabilidad social, Gobierno Corporativo y Protección del Inversor, Santiago de Compostela, España.

elena.perez@usc.es

M.Ramos, F.Miranda (eds.) *Optimización-Estocástica-Recursiva-Coherente-Sistémica y sus variantes (probabilidad, econometría y estadística aplicada)*, Temas Selectos de Optimización-©ECORFAN-Santiago de Compostela, España, 2012.

Abstract

Credit Rating Agencies have a very relevant role to play in today's financial Systems. Notwithstanding some of their well known mistakes, their activities have been unregulated for decades. Following IOSCO's initiatives and fuelled by the economic crisis, legislatorns in USA and Europe are introducing Statutes to regulate their internal governance and their business models.

19 Introducción

La globalización y la relevancia actual del mercado de inversiones, junto con la diversificación en el tipo de deuda emitida constituyen retos para la inversión cuyos agentes se ven sometidos al riesgo de desconocimiento del producto que sobre el que se invierte. Las Agencias de Calificación de Riesgos Crediticios (ACC) ocupan un lugar muy importnate en la tarea de racionalizar el riesgo de inversión

Pese a su relevancia en el sector financiero, al menos desde 1929 han sido evidentes los fracasos de las ACC. (incapacidad para detectar con cierta antelación los descensos en el valor de activos, en vísperas de grandes colapsos como fue el de 1929, el Penn Central de EEUU en 1974, el asunto Enron, Lehman Brothers, etc). Concretamente, su papel en la crisis actual es muy cuestionado. Las tres grandes: Standard & Poor's, Moody's y Fitch, erraron en la calificación de las hipotecas subprime, y posteriormente sus calificaciones de deuda soberana en Europa parecen estar contribuyendo de forma definitiva al intenso agravamiento intenso de la depresión, particularmente en el sur del continente. Operativa y legislativamente, han pasado de décadas de actuación casi al margen de la regulación, a ser objeto de recomendaciones y reglas vinculantes en la actualidad. Algunas de las modernas disposiciones normativas sobre ACC se centran en el establecimiento de reglas de buen gobierno interno y externo que favorezcan que estas entidades cuenten con una adecuada estructura organizativa y procedimental, directivos y personal capacitado e independiente, así como en imponer obligaciones de transparencia y responsabilidad reforzadas. Por último, la regulación está introduciendo una supervisión estricta y centralizada.

19.1 Funciones y servicios de las agencias de calificación de crédito

Al referirnos a Agencias de rating, o de calificación de riesgos (ACC), lo hacemos a empresas cuya función es elaborar opiniones independientes, objetivas y estandarizadas sobre emisiones o titulaciones de valores o instrumentos financieros, a través de las que establecen la probabilidad estadística de que el emisor cumpla sus obligaciones derivadas de los valores o títulos. El objeto principal de la calificación son los valores de renta fija, de deuda, pero también se emiten en relación con valores de renta variable y sus emisores (Tapia, 2010).

Las ACC proporcionan dos tipos de servicios:

- La evaluación independiente de la capacidad de los emisores para cumplir con sus obligaciones de deuda, proporcionando servicios de "información". Sirve para reducir los costos de información, aumentar el número de prestatarios potenciales, y promover la liquidez de los mercados.
- "Servicios de vigilancia" que influyen en que los emisores adopten medidas correctivas para evitar disminuciones en el valor de sus carteras

Los inversores, los consumidores, los prestatarios, los emisores y las administraciones públicas utilizan las calificaciones crediticias de las Agencias de calificación elementos para adoptar decisiones. Por lo tanto estas entidades influyen de forma sustancial en el funcionamiento de los mercados (Newman, 97).

19.2 Gobernanza y regulación

La gobernanza de las organizaciones, incluidas las ACC, constituye el resultado de la distribución de poder en su interior, y de las influencias, recomendaciones o imposiciones externas a las que se ven sometidas. Es un concepto dinámico o evolutivo cuyos componentes han sido objeto de estudio en el ámbito del Derecho de Sociedades, de la Empresa, de la Organización de Empresas, entre otros, agrupándose en las últimas décadas bajo la terminología de "Gobierno Corporativo" o "Corporate Governance" .

El análisis del Gobierno Corporativo se centra en la estructura de poder de las organizaciones (gobernanza interna, o gobierno corporativo en sentido estricto); y en la supervisión, control e influencias externas que confluyen sobre las organizaciones (gobernanza externa o concepción amplia del gobierno corporativo). Indirectamente, alcanza a otras cuestiones como la transparencia, el interés social o la forma de presentar la información financiera y no financiera ante los potenciales inversores (Pérez Carrillo, 2005). El Gobierno Corporativo responde a la necesidad de aportar soluciones a la separación entre propiedad y poder en el seno de las sociedades mercantiles, tanto por lo que se refiere al distinto papel que ocupan los accionistas y los administradores, como al diverso potencial de poder de mayoritarios, minoritarios y grupos, y a la estructura corporativa adoptada para alcanzar los fines de la empresa; así como a los mecanismos de control sobre estos elementos. Adicionalmente, en los primeros años del siglo XXI se perfila a la luz de las relaciones de la organización con los múltiples interesados en la actividad societaria y sólo puede entenderse en el contexto de la globalización de los mercados, de graves escándalos financieros y de la crisis (Pérez Carrillo, 2009).

19.2.1 Antecedentes y evolución

Los precursores de las actuales ACC eran empresas mercantiles sectoriales que en muchos casos contaban con datos sobre proveedores, clientes, etc., de su sector y los ofrecían a otros mercaderes, y cuyos análisis fueron alcanzando prestigio. Al avanzar el siglo XIX, se evidenció la importancia de contar con intermediarios especializados en la obtención de informaciones sobre crédito de los agentes en el mercado.

En este contexto, ya en 1890 la editora Poors publicó el *Manual Poor's* de análisis de bonos e inversiones, siendo seguida en los primeros años del siglo XX por varias empresas americanas que clasificaban deuda, principalmente la emitida por las compañías de ferrocarril, a los efectos de orientar las inversiones y facilitar la adopción de decisiones por parte de los inversores. Los cálculos que sustentaban sus tareas y las evaluaciones ofrecidas eran complejos.

John Moody, analista de bolsa, en los primeros años del siglo XX defendió aplicar una metodología simple prediciendo que la estandarización, y la profesionalización de la calificación. Sustituyó los datos con un mero signo, y pese a que muchos de sus coetáneos se opusieran, tuvo un gran éxito. En 1909 publicó su primer sistema de evaluación de bonos en un libro titulado *Analysis of Railroad Investments*, y en 1914 constituyó *Moody's Investors Service* que en 1922 contaba ya con un departamento de evaluación de crédito (Macdonald Wakeman, 1989). Rápidamente, otras tomaron posiciones en el sector: *Poor's Publishing Company*, que comenzó a evaluar acciones y obligaciones en 1916, *Standard Statistics Company, Inc.* en 1922 y *Fitch Publishing Company* en 1924. Se presentaban como intermediarios que facilitaban información, al amparo de la libertad constitucional, y sus estimaciones comenzaron a tener relevancia. Sus evaluaciones unían información –valiosa por sí misma–, con criterios expertos de análisis que añadían valor a su actividad (Cantor, Packer, 1994).

Carecían de una estructura interna uniforme, o de un régimen normativo específico. Sin embargo, los rasgos generales del actual sistema de ratings estaban establecidos ya en 1929. La deuda se dividía en categorías basadas en la calidad del crédito del instrumento financiero evaluado. Las máximas puntuaciones se denominaban (en función de cual fuese la agencia calificadora) con la letra A o con el número 1, y las letras B, C, 2 o 3 se reservaban para calificaciones intermedias o inferiores. Ya entonces era posible relacionar los símbolos con cada ACC. Muchos emisores de deuda se oponían a estas evaluaciones, y consideraban la actividad de las nuevas ACC como una intrusión, pero ya en los primeros años del siglo XX el prestigio de los evaluadores creció y los Tribunales comenzaron a reconocerlo explícitamente, por ejemplo a la hora de analizar si determinadas decisiones relativas a la adquisición de activos y deuda había sido justificada (diligente) o negligente¹¹⁶ (Gilpin, 1999).. Así, por la vía de los hechos los emisores no tuvieron otra alternativa que colaborar con estos nuevos intermediarios, facilitándoles información, incluso la no publicada. La crisis de 1929 conllevó la degradación en la evaluación de rating de empresas e instituciones públicas. Aquel crack no había sido previsto por las ACC, pese a lo cual sus rating mantuvieron el prestigio (Partnoy, 1999; Gilpin, 1999), manteniendo una tendencia que permanece en nuestros días. En 1973, a raíz de la quiebra de la estadounidense Penn Central, los inversores comenzaron a demandar de las ACC información más completa y sofisticada; y se introdujeron los primeros controles en un sector que había crecido prácticamente al margen de la regulación. Aún con este nuevo panorama de menor libertad operativa (incipiente regulación), desde mediados de los años 70 hasta la actualidad, las ACC crecieron en tamaño y en ámbito de actividad. Este tipo de entidad, durante décadas disfrutó de un amplísimo margen de cuasi impunidad en relación con sus tareas (Ferran, Cae y Goodhart, 2001).

¹¹⁶ Los Tribunales estadounidenses se apoyaron en los rating como referencia del comportamiento de los directivos de fondos y trust de inversión. Por ejemplo en *re Bartol*, donde se ponía en tela de juicio la actuación de un fiduciario en la adquisición de deuda de una empresa eléctrica, el juez se basó en el manual de *Poor's Manual* de 1890, que había sido consultado por el fiduciario, entendiendo que esa consulta evidenciaba su diligencia. En *re Detre's Estate*, el rating de Moody's sirvió para valorar la adquisición por otro fiduciario de ciertos bonos, calificados como A.

- Desde mitad de los años 70 las calificaciones se han incorporado en abundantes reglas, reglamentos y normativa, en el sentido de que se hace descansar la valoración de productos y servicios en los ratings emitidos. Este fenómeno se conoce como “dependencia regulatoria”
- En torno a la misma época, se produce un cambio muy relevante en relación con cómo estas organizaciones generan ingresos. Si originalmente los rating eran encargados y pagados por los inversores, a partir de estos años, son los emisores quienes abonan los honorarios. Esta situación da lugar a un conflicto de interés inherente a la propia actividad de calificación, tal y como la conocemos en la actualidad.
- Hasta mediados de los años 80, las ACC limitaban sus rating a grandes empresas de EEUU y unos 15 Estados soberanos principalmente del mundo desarrollado; una década después la mitad de la deuda soberana analizada era emitida por países emergentes. Es decir, la influencia económica de estas organizaciones creció considerablemente, y se globalizó.

Con la crisis de las “.com” o empresas tecnológicas cuyas expectativas de crecimiento en las bolsas de valores a las que acceden a finales del s XX fue seguida de quiebras, en el año 2002 se refuerza la regulación de las ACC confiriéndose poderes de supervisión a la SEC (en EEUU). Poco después, escándalos como ENRON ponen de manifiesto la ineffectividad de los controles, como así fue puesto de manifiesto, entre otros por la Comisión de Investigación del Senado de EEUU (US Committee , -oversight of Enron, 2002). En 2004 la International Organisation for Securities Commission- IOSCO publica un Código Voluntario Internacional para dotar de reglas de comportamiento interno homogéneo (buen gobierno) a las ACC, que ha tenido enorme influencia sobre los legisladores de todo el mundo. En 2010 se vuelve a modificar la normativa aplicable en EEUU (Dodds-Frank Act) después de que en 2009 la Unión europea hubiese aprobado su primera normativa general sobre este tipo de organizaciones (Reglamento 1060/2009). En estas legislaciones del siglo XXI, y en sus reformas aún en curso, se han inducido disposiciones sobre Gobierno Corporativo interno y externo –obligatorio- de las ACC.

19.2.2 Recomendaciones en el orden internacional

En un plano internacional global, en septiembre de 2003, la International Organisation for Securities Commission- IOSCO- publicó una declaración que contenía unos “Principios sobre la actividad de las agencias de rating”¹¹⁷.

¹¹⁷ En septiembre de 2003, IOSCO publicó una declaración que contenía unos “Principios sobre la actividad de las agencias de rating” dirigidos a las ACC, a los supervisores y a los mercados, para mejorar la protección de los inversores, incentivar la eficiencia y transparencia de los mercados de valores y reducir el riesgo sistémico. Se articulan en cuatro grandes objetivos que, a su vez, se desglosan en subprincipios más concretos. Estos principios todavía mantienen su actualidad y han sido la base del Código de IOSCO que es ahora la referencia global fundamental. El primero se centra en la calidad e integridad de los ratings, y establece que las ACC deben emitir opiniones que ayuden a reducir las asimetrías de información. El segundo principio, sobre independencia y conflictos de interés, El tercer principio establece que las agencias deben considerar la publicidad y la transparencia como un objetivo fundamental de sus actividades. El cuarto principio se centra en el tema de la información confidencial que manejan las agencias, señalando que las ACC deben mantener confidencial toda la información no pública.

Estos principios todavía mantienen su actualidad y han sido la base del Código de IOSCO de 2004 que, pese a su carácter voluntario, es ahora la referencia global fundamental de la normativa vigente en EEUU que ya hemos mencionado, y de la Europea que resumimos más adelante. El Código de IOSCO incluye medidas específicas sobre los principios anteriores y su implementación en la práctica. Es de aplicación voluntaria, basada en el principio de “cumplir o explicar”, y su objetivo fue establecer un marco de buenas prácticas que clarificase el papel de las ACC ante los emisores e inversores; y que promoviese la calidad e integridad del proceso de calificación. El Código de IOSCO se organiza en tres secciones que desarrollan los principios proponiendo medidas concretas:

- La primera sección detalla aspectos relativos a la calidad e integridad de los ratings,
- La segunda trata sobre la independencia y los conflictos de interés y
- La tercera engloba, bajo el título de la responsabilidad de las agencias frente a los inversores y los emisores, medidas que concretan los principios de publicidad y transparencia y de información confidencial.

Además, introduce una recomendación para que las ACC elaboren un código interno que respete las medidas del Código de IOSCO y que expliquen, en su caso, las posibles desviaciones, como buena práctica en el mercado.

En mayo de 2008, IOSCO publicó una revisión del Código para incorporar algunas recomendaciones adicionales para los ratings de los productos estructurados. A raíz de la crisis financiera, los ministros de economía y los gobernadores de los Bancos Centrales del G-7 pidieron al Foro de Estabilidad Financiera para que analizara la evolución del sector e hiciera propuestas. Esta petición se concretó en la publicación en abril de 2008 de un detallado informe del informe del Foro de Estabilidad Financiera cuyas principales recomendaciones se han visto recogidas en las declaraciones posteriores de los gobiernos de las principales economías mundiales reunidos en el G-20. La declaración final de la cumbre del G-20 que tuvo lugar en Washington en noviembre de 2008, incluyó un claro compromiso de ejercer una fuerte supervisión de las agencias de rating basada en el Código de IOSCO como medio para restaurar la confianza en los mercados y contribuir a la reactivación de la economía mundial. En abril de 2009, esta declaración de voluntades se concretó en mandatos del G-20 mucho más específicos para establecer un sistema de registro y supervisión de las ACC. Este control, que debía basarse en los principios recogidos en el Código de IOSCO tenía que consistir en las distintas jurisdicciones y los supervisores debían mejorar su intercambio de intercambiar información. El G-20 acordó asimismo recomendaciones concretas:

- Que las ACC diferenciaron los ratings de productos estructurados,
- Que proporcionaran información detallada sobre las hipótesis y datos utilizados en la Determinación de la calificación y
- Que proporcionasen, información sobre el comportamiento histórico de sus ratings.

El mandato del G-20 ha generado varias iniciativas en los países miembros que están revisando la situación jurídica de las ACC (Australia, Brasil, Canadá, Japón, Rusia y Sudáfrica). Asimismo, ha influido en las recientes reformas legislativas de en Estados Unidos y de Europa.

19.2.3 Positivización en Estados Unidos

En EEUU, en 1973 la adopción por parte de la SEC de la llamada Regla 15c3-1 supuso un punto de inflexión no sólo en la actividad de las ACC, sino también en su desarrollo pues viene a imponer la “marca” del rating como requisito de fiabilidad en las inversiones. Esta Regla incorpora los ratings emitidos por las que denominada Nationally Recognized Statistical Ratings Organizations (NRSROs) como fundamento de fiabilidad. Desde 1973 en EEUU existe normativa en el marco de la Securities Act de 1933, la Securities Exchange Act de 1934, la Investment Company Act de 1940 modificadas, y otras leyes del sector financiero que atribuyen consecuencias a los ratings de las NRSRO ¹¹⁸Más que suponer un control, refuerzan el recurso a los rating por parte de los emisores de deuda y también por parte de los inversores. En la práctica, han multiplicado el poder de estas entidades (dependencia regulatoria).

El ordenamiento jurídico estadounidense básico actual, en relación con las ACC fue establecido en virtud de la Credit Rating Agency Reform Act de 2006, aunque tiene su origen en los debates de la Sarbanes-Oxley Act de 2002 que, superando el sistema de registro de las NRSRO introduce un sistema de reconocimiento. Cualquier ACC que cumpla con los requisitos legales (tres años de actividad e información a la SEC sobre determinados aspectos de su actividad) puede emitir calificaciones crediticias válidas para los fines dispuestos en la regulación financiera. El mecanismo del reconocimiento refuerza la posición de control de las grandes agencias cuyas calificaciones son ahora una referencia prácticamente incuestionable sobre la solvencia de los emisores de deuda.

Aunque también reconoció a la SEC poderes de supervisión, éstos no han sido ejercidos habitualmente. La Credit Rating Agency Reform Act y su desarrollo por la SEC introdujo ciertas imposiciones de gobernanza interna de las ACC, pero estos debían cumplirse (o no) dentro de los márgenes de su propia autorregulación que era plenamente reconocida ¹¹⁹. A pesar de la mantenida dependencia regulatoria, y de que se sigue reconociendo que están protegidos por el derecho constitucional a la libertad de expresión, los Tribunales estadounidenses comenzaban a verter dudas sobre los excesos de creer “más allá de lo razonable en la fiabilidad de los rating)”¹²⁰El ‘Dodd-Frank Wall Street Reform and Consumer Protection Act’ de 2010 dedica las secciones 931 y siguientes a estas ACC, su régimen regulatorio, transparencia y conflictos de intereses.

¹¹⁸ La terminología NRSRO se define y emplea en muchas normas del sector bancario, por ejemplo 12 U.S.C. § 1831e (1996) (actividades de las asociaciones de ahorro); 12 U.S.C. § 4519 (1996) (autoridad para clasificar las empresas en función de la organización que califique su deuda); 15 U.S.C. § 78c (41) (1996) (definición del término “hipoteca vinculada a valores mobiliarios”). Las Federal Reserve Board Regulations (entre otras) también confían un papel relevante a los análisis de las NRSRO (12 C.F.R. § 704.2, 704 App. A (1992))

¹¹⁹ Credit Rating Agency Reform Act of 2006, U.S.C., s.3850 (2006) [CRA Reform Act]. U.S., Securities and Exchange Commission, Oversight of Credit Rating Agencies Registered as Nationally Recognized Statistical Rating Organizations, Final Rule (2007) 72 Federal Register 116 [Oversight of NRSROs – Final Rule]. Sobre la supervisión por parte de la SEC ver rules 17g-3 to 17g-6.

¹²⁰ Jefferson County School District v. Moody’s, 175 F. (3d) 848 (10th Cir. 1999), Milkovich v. Lorain Journal, 497 U.S. 1 (1990). Quinn v. McGraw-Hill, 168 F. (3d) 331 (7th Cir.1999) Es curioso notar, en este último asunto como el Tribunal, reconociendo que la adquisición de valores se había hecho siguiendo una calificación crediticia (A y degradada CCC) que resultó ser poco precisa, añadió que tal confianza en los ratings superaba lo razonable; y ello a pesar de que la normativa precisamente confiere un “sello de credibilidad” a estas calificaciones.

Varios epígrafes de su Sección 932 imponen obligaciones concretas de gobernanza interna y su Sección 938 alude a la necesidad de simplificar los símbolos de representación.

19.2.4 Normativa de la Unión Europea

En Europa hasta recientemente las ACC solo estaban sujetas al Derecho comunitario a través de Directivas de armonización de mercados y agentes financieros, que les afectaban colateralmente, en particular las Directivas 2003/6/CE; 2006/48/CE (que estableció un mecanismo de reconocimiento de ACC en Europa), y 2006/49/CE¹²¹. Por recomendación del Comité Europeo de Reguladores de Valores (CERV), se optó por un modelo de autorregulación¹²². Con la entrada en vigor de los Acuerdos de Basilea (Basilea II), se introdujeron reglas para que sus calificaciones fueran válidas, si se elaboraban de acuerdo con el método estándar y las ACC que las cumplían esos procesos eran registradas por las autoridades supervisoras de los Estados miembros adquiriendo la condición de External Credit Assessment Institutions (ECAI).

El Parlamento Europeo publicó en febrero de 2004 una Resolución con su postura acerca del papel de las agencias de rating en el mercado financiero. Hacía hincapié en una serie de cuestiones problemáticas y planteaba la conveniencia de incluir un sistema de registro de las agencias en Europa. La Comisión, en una Comunicación sobre las Agencias de Calificación Crediticia (Comisión Europea, 2006) pedía al Comité de Responsables Europeos de Reglamentación de Valores (CERV), creado mediante Decisión 2009/77/CE (Comisión Europea, 2009), que supervisara el cumplimiento del Código IOSCO y le informara anualmente al respecto, añadiendo su intención de no proponer legislación imperativa para las ACC.

Con el advenimiento de la crisis, en julio de 2008 la Comisión Europea cambió de estrategia. Publicó un documento de consulta con ideas iniciales acerca de la necesidad de introducir regulación para las agencias en Europa y en noviembre de 2008 planteó formalmente una propuesta formal de Reglamento europeo. Tras las negociaciones en el Consejo y en el Parlamento Europeo, el Reglamento se publicó en el Diario Oficial de la Unión Europea el 17 de noviembre de 2009. Este Reglamento 1060/2010 entró en vigor el 7 de diciembre de 2009 que fue reformado con el Reglamento 513/2011 el cual refuerza la supervisión sobre las ACC y la trasfiere a un órgano europeo Central, la Autoridad Europea de Valores y Mercados. En la actualidad, se están debatiendo sendas propuestas de reforma de 15.10.2011 (Comisión Europea, 2011:1; 2)

¹²¹ Directiva 2003/6/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de enero de 2003, sobre las operaciones con información privilegiada y la manipulación del mercado(4) DO L 96 de 12.4.2003, p. 16.; la Directiva 2006/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de junio de 2006, sobre la adecuación del capital de las empresas de inversión y las entidades de crédito DO L 177 de 30.6.2006, p. 201; y la Directiva 2006/48/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de junio de 2006, relativa al acceso a la actividad de las entidades de crédito y a su ejercicio DO L 177 de 30.6.2006, p. 1.

¹²² El CERV estableció un marco voluntario, al que se incorporaron las principales agencias globales con actividad en Europa (Moody's, Standard & Poors, DBRS y Fitch Ratings), por el que éstas le informaban anualmente de su grado de cumplimiento del Código de IOSCO explicando, en su caso, los motivos de las desviaciones. El CERV publicó sus informes en enero de 2007 y en mayo de 2008 incluyendo un exhaustivo análisis del grado de cumplimiento de las distintas medidas y centrándose fundamentalmente en las desviaciones detectadas. Además, en respuesta a la petición de la Comisión Europea motivada por las dudas acerca de adecuada actuación de las agencias en el área de los productos estructurados, el CERV incluyó en su informe de 2008 una propuesta sobre cómo avanzar en la supervisión de las ACC.

En España, la Ley 15/2011, de 16 de junio modifica determinadas reglas financieras para la aplicación del Reglamento (CE) nº 1060/2009 adapta la normativa interna, ajustándose al Reglamento de 2009, estando aún pendiente su modificación al de 2011

19.3 Funcionamiento de las ACC

Al definir sus reglamentos internos en materia de gobernanza empresarial, las ACC o los grupos de calificación crediticia deben tener presente la necesidad de garantizar la emisión de calificaciones independientes, objetivas y de calidad adecuada. Las medidas de gobierno corporativo, ya sean voluntarias u obligadas, son importantes para lograr tales objetivos.

En EEUU el Dodds – Frank Act y en Europa el Reglamento (CE) 1060/1999 establecen que las ACC deben incorporar en su funcionamiento, instrumentos de buena gobernanza empresarial que garanticen la emisión de calificaciones independientes, objetivas y de calidad adecuada.

19.3.1 Consejo de administración y consejeros independientes

El Frank Dodd Act de 2010 establece en su sección 932 -3 que las ACC deben establecer, mantener, implementar y documentar estructuras de gobernanza interna efectivas para cumplir sus funciones, concretando en la sección “t” de la misma sección que deben contar con un Consejo de Administración. Las ACC registradas en EEUU deben notificar su estructura a la sección competente de la SEC, junto con datos sobre directivos y altos ejecutivos y una valoración de su eficacia, en una declaración firmada por el Consejero Delegado de la ACC.

En Europa, el órgano de administración de las ACC debe ser igualmente Colegiado, y goza del poder de decisión estatutario y, es responsable colectiva y solidariamente del cumplimiento de sus funciones (sin perjuicio de la existencia de una función de control que recae específicamente sobre algunos consejeros, como veremos).El Reglamento 1060/2009 incorpora como requisito obligatorio que como mínimo un tercio de los miembros del Consejo de Administración o de Supervisión (una ratio algo inferior a la de EEUU) , pero al menos de dos de dichos miembros sean independientes. La presencia de representantes independientes en el consejo, se considera como una forma de proteger los intereses de los accionistas y otras partes interesadas.

En cuanto a la definición de esta circunstancia (independencia) el Dodd Frank Act establece algunos requisitos entre los que destacamos que no puede prestar servicios o recibir pagos de otra ACC, o que están sometidos a un deber de abstención en aquellas cuestiones que se les pueda presentar y en relación con las cuales tenga algún interés personal.En Europa, el Reglamento 1060/2009 remite para esta determinación a la sección III, punto 13, de la Recomendación 2005/162/CE de la Comisión (Comisión Europea, 2005). En virtud de ello, y con carácter obligatorio, los administradores independientes de las ACC serán aquellos que no estén vinculados por relación comercial, familiar o de otro tipo ni con la propia ACC, ni con su accionista mayoritario o otros de sus directivos.

La tradicional función de control que se otorga a los consejeros independientes se ve reforzada por la exigencia en Europa de asignarles una función de cumplimiento (compliance function): son responsables de verificar el cumplimiento de las reglas y de los procedimientos internos de la ACC a la que sirven. En EEUU, la competencia de supervisión recae sobre todo el Consejo de Administración, si bien, es el Consejero delegado el encargado de firmar las declaraciones y notificaciones a la Oficina competente de supervisar las ACC, dentro de la SEC, por lo que se entiende que es directamente responsable de los contenidos remitidos.

19.3.2 Capacitación técnica y vigilancia interna

El Reglamento 1060/2009 establece que una la mayoría de los altos directivos, incluidos todos los miembros independientes, posean suficientes conocimientos técnicos en los ámbitos apropiados relacionados con los servicios financieros.

En el caso concreto de que la ACC realice calificaciones de productos estructurados, se requiere que al menos dos Consejeros, incluyendo uno de los independientes, tenga conocimiento profundo en el mercado de instrumentos estructurados.

Debe establecerse un responsable de “cumplimiento” (un consejero independiente en Europa, y el Consejero Delegado en EEUU) dentro de la estructura de la ACC, y esta informará periódicamente sobre la ejecución de los deberes de los altos directivos y a los miembros independientes del Consejo de Administración o Supervisión. Además, las ACC deben asignar a las tareas de calificación crediticia un número suficiente de empleados dotados de conocimientos y experiencia adecuados, asegurando además que la actividad de emisión de calificaciones y el seguimiento y actualización de las mismas cuente con recursos humanos y financieros suficientes.

19.3.3 Conflictos de intereses de empleados y responsables del rating

Es sabido que los conflictos de intereses constituyen uno de los riesgos más importantes que pesan sobre los administradores y consejeros societarios, así como sobre los empleados que ocupan puestos clave en la estructura de poder interno.

Estos conflictos pueden surgir por causas muy diversas, entre las que suele destacarse la contratación con partes vinculadas, la política de remuneraciones, el aprovechamiento de oportunidades de negocio de la empresa para favorecer el interés personal o de personas cercanas, y otras deslealtades. La normativa europea sobre ACC establece reglas muy estrictas sobre la posesión o negociación de valores de entidades calificadas.

Por un lado, prohíbe a los analistas participar en los ratings cuando hayan tenido cualquier relación (laboral o empresarial) reciente con la entidad calificada. También establece controles para situaciones en las que las retribuciones se ligan a los ratings concretos que emiten, sobre la aceptación de regalos o sobre las situaciones en las que se prevean expectativas de establecer relaciones laborales personales con las empresas calificadas.

Las ACC deben adoptar políticas y procedimientos internos apropiados en relación con los empleados y otras personas que intervengan en el proceso de calificación, a fin de descubrir, eliminar o gestionar y comunicar los conflictos de intereses y velar, en todo momento.

Por la calidad, solidez y rigor del proceso de calificación y de revisión crediticias, y deben incluir mecanismos de control interno y una función de revisión del cumplimiento que recaen en Consejeros independientes y a la que ya nos hemos referido.

En el plano retributivo, el Reglamento 1060/2009 establece que la retribución de los miembros independientes del consejo de administración o de supervisión no puede supeditarse a los resultados de la ACC.

En un sentido similar el Dodd-Frank Act de EEUU establece en su Secc 932 que ni los independientes ni el Consejero delegado (sobre el que recae la principal función de control) no puede ser retribuido conforme o por relación a los resultados de la ACC ; y prescribiendo que sus remuneraciones deben estructurarse explícitamente de modo tal, que se favorezca su independencia.

Para evitar conflictos de intereses, el Reglamento 1060/2009 introduce una serie de medidas novedosas respecto al Código de IOSCO otras legislaciones como:

- La obligación de establecer un sistema de rotación para el lead analyst, los analistas y los miembros del comité de calificación (rating committee) de cuatro, cinco y siete años, respectivamente.
- El periodo de seis meses (cool-off period) desde que el analista realizó la calificación durante no podrá asumir funciones directivas en la entidad calificada.

19.3.4 Requisitos simplificados para determinadas ACC

La regulación europea toma en consideración que existen algunas ACC de reducidas dimensiones que quedarían excluidas del mercado. Con ello se contribuiría a reducir el escaso número de entidades que operan en el sector, lo que tendría efectos negativos sobre la competencia.

Es por ello que las ACC con menos de 50 empleados pueden acogerse a un régimen simplificado, que debe ser objeto de desarrollo. En principio, de conformidad con el Reglamento 1060/2009, los Estados pueden eximirlos de contar con dos miembros independientes en su Consejo de Administración, así como de la función de cumplimiento , y del mecanismo de rotación en lo relativo a los analistas de crédito.

La norma de referencia en EEUU, el Dodd-Frank Act también recoge una excepción similar, en su sec 932, in fine, bajo el epígrafe “exception authority”. A efectos de acogerse al régimen especial, las autoridades competentes deben examinar, el tamaño de cada ACC que lo solicite, y en particular verificar que, pese a una apariencia de tener reducidas dimensiones, en realidad forma parte de un conglomerado.

Además estas excepciones no deben producir fragmentaciones en el mercado interior (en Europa). Pese a las buenas intenciones de los legisladores, dado que la mayoría de las calificaciones se orientan a un mercado globalizado, la capacidad de entidades pequeñas para entrar y desarrollar su actividad, parece reducida.

19.4 Supervisión y control

La regulación europea dio un paso definitivo que incluye a las agencias de rating dentro del ámbito de supervisión al de las autoridades competentes.

El Reglamento de 2009 atribuía la competencia de supervisión a las autoridades competentes del Estado donde la ACC tenía su domicilio social, estableciendo además unos colegios supervisores, sobre los que se establecía unas reglas amplias de composición: formarían parte de ellos todas las autoridades de los países europeos donde la ACC tenga una filial, así como cualquier otra autoridad que considere que los ratings de esa entidad pueden llegar a tener, un impacto significativo en su mercado¹²³

Con el Reglamento 513/2011 las funciones de control y supervisión Desde julio de 2011, la Autoridad Europea de Valores y Mercados (AEVM) ejerce facultades exclusivas de supervisión sobre las ACC registradas en la UE y goza de amplias facultades de investigación, incluyendo la posibilidad de exigirles cualquier documento o dato, citar e interrogar a las personas, para llevar a cabo inspecciones sobre el terreno y para imponer sanciones administrativas, multas y multas coercitivas.

Para determinar la cuantía de la multa correspondiente a una infracción específica, la AEVM sigue un método en dos fases consistente en la determinación de una cuantía de base para la multa que se determina teniendo en cuenta el volumen de negocios anual de la ACC.

En la segunda fase se introducen adaptaciones mediante la aplicación de los coeficientes correspondientes de conformidad con el Reglamento 513/2011.

Las decisiones de la AEVM de imposición de multas y multas coercitivas tienen carácter ejecutivo y su ejecución se rige por las reglas de procedimiento vigentes en el Estado en cuyo territorio se lleve a cabo. Las reglas de procedimiento civil y administrativo.

19.4.1 Reforzadas exigencias de transparencia

Según el Reglamento Europeo de 2009, las ACC deben hacer pública la información sobre los métodos, los modelos y las hipótesis fundamentales que utilicen en sus tareas de calificación crediticia, con un nivel de detalle tal que permita a los usuarios de las calificaciones obtener información adecuada para actuar con la debida diligencia al valorar si confían o no en dichas calificaciones crediticias.

¹²³ La función de los colegios sería debatir y coordinar los temas fundamentales en relación con las ACC, preparando las decisiones finales de las Autoridades supervisoras.

El límite a la transparencia se ubica en la información comercial reservada, que no puede revelarse. Además, las ACC deben garantizar que los métodos, los modelos y las hipótesis fundamentales, matemáticas o de correlación, utilizados para determinar las calificaciones crediticias sean actualizados y revisados en profundidad periódicamente, que se hagan públicos y que se acompañen de descripciones que faciliten su comprensión.

19.4.2 Control sobre los conflictos de intereses inherentes al modelo de negocio de las ACC

El principal conflicto de interés al que se enfrentan las ACC deriva del modelo de negocio predominante en el sector.

El modelo de “pago por el emisor”, que sustituyó al modelo existente hasta los años setenta de “pago por los inversores”, implica que las ACC rozan un estado permanente de conflicto de interés. Su interés por emitir ratings que reflejen con la mayor exactitud posible la calidad crediticia del emisor, se ve contrapuesto a su interés por satisfacer al emisor de quien recibe sus ingresos.

Esta relación económica con el emisor (u originador), y consecuentemente el conflicto, se acentúa en el caso de que la ACC ofrezca adicionalmente servicios de consultoría o asesoramiento (por ejemplo, con recomendaciones concretas acerca de cómo estructurar las operaciones de financiación estructurada), que en ocasiones pueden suponer una parte sustancial de sus ingresos.

Otro riesgo es el rating shopping. Los emisores u originadores al plantear una nueva operación de financiación estructurada, solicitan una calificación orientativa (no formal) de diversas agencias y, finalmente, contratan a aquella agencia que les ofrezca la calificación más elevada.

Las ACC, conscientes de esta práctica, pueden verse incentivadas a ofrecer ratings más altos de los que hubieran emitido en otras circunstancias. Según el Reglamento Europeo de 2009, a fin de evitar estos conflictos, las agencias de calificación crediticia deben centrar su actividad profesional en la emisión de calificaciones crediticias, y no pueden prestar servicios de consultoría o asesoramiento.

Tampoco deben efectuar propuestas o recomendaciones sobre la configuración de instrumentos de financiación estructurada. Sin embargo, si que están habilitadas para prestar servicios auxiliares que no generen conflictos de intereses con la emisión de calificaciones crediticias.

En los supuestos en los que, pese a haberse observado las medidas de prudencia aludidas, surjan conflictos, las ACC deben gestionarlos adecuadamente cuando resulten ineludibles: informar sobre ellos, conservar constancia documental de todos los riesgos significativos que pesen sobre su independencia y la de los empleados y otras personas que intervengan en el proceso de calificación crediticia, así como de las medidas de protección aplicadas para mitigar esos riesgos.

19.5 Conclusiones

El papel de calificación de crédito es importante en la sociedad actual. Los inversores individualmente suelen carecer de conocimientos técnicos suficientes, y de forma colectiva los costes de coordinación serían extremadamente elevados. Con todo, las ACC a lo largo de su historia tenido graves errores estrechamente relacionados con las crisis más profundas de los últimos 100 años.

Los errores sustanciales en la actividad de las ACC tienen un efecto muy negativo en el ahorro de los inversores que han canalizado sus ahorros en productos con calificaciones inicialmente altas.

En sentido inverso, sus calificaciones basadas exclusivamente en datos económicos pueden estar obviando cuestiones como la de la sostenibilidad de la inversión a largo plazo, que no sólo es relevante para el emisor de la deuda, sino también para el inversor.

Se presentan importantes retos para las ACC, cuyo mercado se encuentra en un proceso acelerado de maduración y organización, y poco a poco se van creando agendas en cada país. En el caso español Analistas Internacionales en Sostenibilidad, AIS, ha sido la última en aparecer.

Por otro lado, si los primeros universos cubiertos eran los de grandes empresas europeas y norteamericanas, ahora se extiende la cobertura a la deuda soberana, productos estructurados y desarrollan las metodologías para adaptarlas a Pymes por una parte, y a gobiernos por otra.

La dependencia normativa, y la dependencia del emisor respecto de las calificaciones debería corregirse y completarse con un régimen estricto de regulación de procesos, funcionamiento y métodos de adopción de decisiones; así como de responsabilidad.

La regulación de cuestiones de gobierno corporativo de estas entidades es muy reciente. Las reformas europeas y estadounidenses de los últimos 5 años avanzan en paralelo, sin embargo, su grado de efectividad aún no se ha hecho evidente.

Algunas reglas como la exigencia de capacitación técnica y rotación que se ha ido introduciendo normativamente, resultan excesivamente vagas.

Parece que están siendo interpretada en un sentido puramente económico, pero, la valoración de una inversión tiene perspectivas geográficas, ambientales o sociales que en último término repercuten también sobre la posibilidad de retorno de las inversiones.

Por el contrario, análisis exclusivamente económicos desconocen factores demográficos, sociales, ambientales, etc. relevantes en el cálculo del riesgo. Sería positivo preciso que estas ACC incluyesen entre sus cuadros y analistas, expertos que incorporen conocimientos extra económicos.

La supervisión de las ACC se ha reforzado en fechas muy recientes, tanto en EEUU como en Europa. Siendo positivo que las autoridades públicas controlen una actividad con tanta influencia en la marcha de las economías públicas y privadas, los fracasos conocidos en otros agentes del mercado como bancos y cajas de ahorros hacen recomendable que el tipo de supervisión y control recientemente impuesto a las ACC se aleje de riesgos como el de la excesiva cercanía entre supervisor y supervisado, y, a mi juicio, que estuviese completado por una mayor especialización (que permita tener en cuenta factores extra económicos en la calificación) y un régimen de responsabilidad civil y penal gravoso.

Referencias

Code of Conduct Fundamentals for Credit Rating Agencies (Disponible en <http://www.iosco.org/library/pubdocs/pdf/IOSCOPD180.pdf>)

Comisión Europea (2011:1), Propuesta de Directiva 2009/65/CE, por la que se coordinan las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas sobre determinados organismos de inversión colectiva en valores mobiliarios (OICVM), y la Directiva 2011/61/UE, relativa a los gestores de fondos de inversión alternativos, en lo que atañe a la dependencia excesiva de las calificaciones crediticias (COM(2011) 746 final). 15.11.2011

Comisión Europea (2011:2) Propuesta de un Reglamento de Reforma del Reglamento 1060/2011(COM(2011) 747 final); 15.11.2011

Comisión Europea (2009) Decisión 2009/77/CE de la Comisión (DO L 25 de 29.1.2009)

Comisión Europea (2006) Comunicación sobre las Agencias de Calificación Crediticia (DO C 59 de 11.3.2006, p. 2.)

Comisión Europea (2005) Recomendación 2005/162/CE de la Comisión, de 15 de febrero de 2005, relativa al papel de los administradores no ejecutivos o supervisores y al de los comités de consejos de administración o de supervisión, aplicables a las empresas que cotizan en bolsa.

Gilpin, K (1999) "Justice Dept. Inquiry on Moody's is Over, With No Charges Filed" New York Times, (13 March, 1999)

IOSCO.- Code of Conduct Fundamentals for Credit Rating Agencies (Disponible en <http://www.iosco.org/library/pubdocs/pdf/IOSCOPD180.pdf>.)

Tapia Hermida,A., (2010) Las Agencias de calificación crediticia, Agencias de rating, Cizur Menor
NEWMAN JW (1997) Dun & Bradstreet: For the Promotion and Protection of Trade, en Reputation: studies in the voluntary elicitation of good conduct (Klein, D. ed.,).

Cantor,R., Packer,F., (1994) The Credit Rating Industry, Federal Reserve Board n.y. q. Rev., Summer-Fall

Macdonald Wakeman, L (1984) The Real Function of Bond Rating Agencies, *The Modern Theory Of Corporate Finance* (Michael C. Jensen & Clifford W. Smith, Jr. eds.).

Partnoy F The Siskel and Ebertof financial markets? Two thumbs down for the credit rating agencies *Washington University Law Quarterly*, vol. 77, num 3 1999, pp 619- 714

Pérez Carrillo, E F (2005), *Gobierno Corporativo en la Unión Europea. Evolución conceptual y de método*, *Revista de Derecho Mercantil*, 257, 2005, julio-septiembre, pp1037-1078.

Pérez Carrillo, EF (2009), *Introducción Gobierno Corporativo y Responsabilidad social de las Empresas*, (Pérez Carrillo, Ed) Marcial Pons 2009

SEC (2009) Amendments to Rules for Nationally Recognized Statistical Rating Organizations 17 CFR Parts 240 and 249b [Release No. 34-59342; File No. S7-13-08

U.S., Senate Committee on Governmental Affairs, *Financial Oversight of Enron: The SEC and Private-Sector Watchdogs:Report of the Staff to the Committee on Governmental Affairs* (8 October 2002) at 98 [Oversight of Enron].

Capítulo 20

Permanencia de PyMES: Estrategias de viabilidad y riesgos

María Cervantes & Luis Gallardo

M.Cervantes & L.Gallardo
Universidad de Occidente, Salvador Alvarado 302, Col Centro. Guasave, Sinaloa, México, 81000, Culiacán, Sinaloa,
México.
marieloscervantesrosas@gmail.com

M.Ramos, F.Miranda (eds.) *Optimización-Estocástica-Recursiva-Coherente-Sistémica y sus variantes (probabilidad, econometría y estadística aplicada)*, Temas Selectos de Optimización-©ECORFAN-Santiago de Compostela, España, 2012.

Abstract

This paper seeks to carry out a qualitative and quantitative analysis of current financial performance of SBs in the hotel sector in the Northwest of Mexico, attempting to find the economic advantages that enable them to carry out strategic alliances, obtain financing of low-cost depending on the financial structure and develop strategies for viability and permanence in their environment of competition, with the minimum possible risks.

20 Introducción

En el proceso de la toma de decisiones empresariales, un factor importante es la información económica y financiera, que mediante análisis metódicos sustentan las acciones para superar logros; sin embargo, el entorno y los riesgos a los que un empresario se enfrenta influyen en la definición de estrategias que establecen como meta la creación de valor; esto hace necesario que los avances en la ciencia administrativa se sustenten bajo la investigación científica.

Los conceptos identificados que se exponen para describir el fenómeno social del desarrollo de PyMES, fueron análisis de riesgos, crecimiento económico, mercados financieros, fuentes de financiamiento, coberturas y sucesión en el contexto de las funciones de la alta dirección y de los mismos empresarios, y en ese acotamiento teórico de la frontera del conocimiento se han encontrado dimensiones de estudio referentes a las alianzas estratégicas y al riesgo financiero como elementos detonantes en el desarrollo de PyMES, cada una representada por gurús como Arie de Geus y Michael Porter, de la primera conceptualización y Ghemawat, Roubini, Mobius, y Draghi, entre otros, de la segunda línea.

Planteadas las definiciones previas, y haciendo un análisis de los sectores industriales de la economía, nuestro planteamiento tomará como referencia de estudio el sector hotelero sinaloense, dada su importancia global, nacional y regional, considerando que en Sinaloa, México el turismo representa el 12 % del Producto Interno Bruto, mantiene el 14.1% del personal ocupado, con una oferta hotelera de 20 mil habitaciones, 419 establecimientos y un crecimiento sostenido por los próximos 25 años relacionado con el Centro Integralmente Planeado ubicado en Teacapán al sur del estado.¹²⁴

Este trabajo versa en la definición de estrategias financieras para la optimización de los recursos y la generación de valor agregado en los mercados; ofreciendo a las PyMES mexicanas la posibilidad de acceder a capitales de riesgo como elemento sustancial para incentivar la permanencia.¹²⁵

¹²⁴ Datos obtenidos de la Dirección de Turismo del Estado de Sinaloa.

¹²⁵ La importancia del desarrollo y crecimiento de las PyMES, se relaciona con el riesgo de mortalidad; de acuerdo con estudios realizados por la CEPAL “en los países subdesarrollados entre un 50% y un 75% de las PyMES de nueva creación dejan de existir durante los primeros tres años”.

20.1 Las PyMES en México

En México, las pequeñas y medianas empresas (PyMES) juegan un papel muy importante en la economía. INEGI (2006) dice que existen criterios que permiten identificar a las pequeñas y medianas empresas y que organismos como la Unión Europea y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) reconocen dos grandes vertientes basados en los fines para la estratificación: a). Para fines legales y administrativos: Tomando como base las variables de ventas anuales, personal ocupado e información del balance general. b). Para fines estadísticos: Toma como base solamente el personal ocupado.

Soto y Dolan (2003) señalan que el universo de las PyMES queda delimitado entre las microempresas, que tienen menos de 10 trabajadores; y las grandes empresas, que tienen más de 500 empleado; añadiéndole el monto de las ventas anuales lo cual depende de la tecnología, del desempeño de la economía y de otros factores.

Para clasificar las empresas mexicanas, generalmente se utilizan los criterios de estratificación de empresas publicados el 30 de Abril de 2002 en el Diario Oficial de la Federación:

Clasificación por número de trabajadores

Sector / tamaño	Industria	Comercio	Servicios
Micro empresa	0 - 10	0 - 10	0 - 10
Pequeña empresa	11 – 50	11 - 30	11 - 50
Mediana empresa	51 – 250	31 - 100	51 - 100
Gran empresa	251 en adelante	101 en adelante	101 en adelante

Fuente: Diario Oficial de la Federación 30/04/2002

Sin embargo, las PyMES presentan altas tasas de mortandad. Soto y Dolan (2003) afirman que el principal reto al que se enfrentan las PyMES es sobrevivir. El Empresario que no tiene visión antepone sus limitaciones al proceso de tomar decisiones estratégicas en la búsqueda del crecimiento, la innovación, la diversificación, la incursión en nuevos mercados. Si se hace lo contrario, sólo se vive de pesadilla en pesadilla por el miedo de no lograr sobrevivir.

Rodríguez (1997) afirma que los fracasos de los pequeños y medianas empresarios representan no sólo pérdidas financieras sino también esperanzas truncadas y en algunas ocasiones, perturbaciones graves en la personalidad de los fracasados inversionistas.

Las Normas de Información financiera (2011) mencionan que se considera negocio en marcha una entidad que cuenta con un historial de rentabilidad y facilidades de acceso a fuentes de financiamiento. En algunos otros casos, la administración debe considerar adicionalmente la programación de pagos de deuda y las fuentes potenciales de recursos. Sin embargo, no consideran en la continuidad de las empresas el papel del administrador y su influencia en la permanencia del ente económico.

Surdez, Sandoval y Aguilar (2007) encontraron en sus estudios, que las características del empresario que inciden en la permanencia de las pequeñas empresas industriales son responsabilidad, ambición, iniciativa, trabajo arduo, entre otros.

Soto y Dolan (2003) señala como los principales problemas que han marcado a un gran número de PyMES por ser el principal motivo de sus preocupaciones, los siguientes:

- a. Dirección con visión de corto plazo: Planificación insuficiente, actuación en forma reactiva e improvisaciones atolondradas.
- b. Falta de atención a la calidad: Concentrarse en producir y vender sin prestar atención a la calidad del producto, del servicio y a la gestión óptima de los recursos.
- c. Tecnologías de producción inadecuada: Falta de reinversión para mejoramiento de instalaciones y uso de tecnologías.
- d. Información de gestión insuficiente: No contar con información rápida, veraz y oportuna.
- e. Productividad insuficiente: Debido a la falta de motivación y compromiso de los trabajadores.
- f. Estructuras organizativas inadecuadas: Desajuste de las estructuras organizacionales por falta de revisión oportuna.
- g. Escasos medios de financiamiento: Afectación por las continuas crisis económicas y acceso a financiamiento inadecuado, escaso y caro.
- h. Recursos humanos poco calificados: Falta de capacitación al personal por considerarlo un gasto superfluo.
- i. Poca atención a los mercados internacionales: Falta de comprensión del fenómeno de la internacionalización y de la importancia de que las empresas entren en este proceso.
- j. Estructuras financieras inadecuadas: Requieren diseñar e implementar estructuras financieras adecuadas a los cambios del entorno.

Anzola (2002) afirma que las organizaciones requieren para su crecimiento y desarrollo a largo plazo, un perfil de trabajo que garantice una administración eficiente y quien carezca de él, tiende a desaparecer.

20.2 Estrategias de viabilidad, incrementando la permanencia de PyMES

El lograr los mejores resultados y obtener experiencias enriquecedoras durante el desarrollo del ciclo de vida de los negocios, esta directamente relacionado con el desarrollo de una planeación estratégica (Kaplan y Norton, 1992) y específicamente bajo la perspectiva financiera se establecen estrategias de expansión, sostenibilidad y productividad.

Porter (2001) establece que al enfocarse en la mejora de los indicadores financieros de las unidades de negocio se promueve el buen desempeño en el corto plazo, pero se sacrifica la creación de valor en el largo plazo.

Estos indicadores se pueden relacionar en todas y cada una de las unidades estratégicas de negocio, en decir, toda empresa en general indistintamente de su tamaño tiene como objetivo lograr retorno sobre la inversión, considerando los flujos de efectivo positivos.

La probabilidad de no poder crear una empresa, de no generar los recursos suficientes para la operación de la PyME, de no encontrar en el entorno las oportunidades para crecer o de no alcanzar niveles óptimos de competitividad, es definida por Avilés y Rodríguez (2011) como riesgo estratégico¹²⁶, el cual tiene un efecto directo en el retorno sobre la inversión. En otras palabras, el porcentaje de riesgo que encuentra la PyME en su interacción aislada dentro de la cadena de valor, disminuye más que proporcionalmente el resultado del Rendimiento sobre la Inversión Estratégica e incluso merma paulatina y drásticamente la posibilidad de que la inversión en activos no genere valor, acercando a la PyME a un deceso prematuro.

Considerando el planteamiento anterior, las PyMES pueden encontrar un costo de oportunidad muy elevado al buscar permanecer en el mercado sin considerar los siguientes paradigmas, alejándolas de la maximización de valor:

- a) Las ventajas económicas que se generan por realizar alianzas estratégicas,
- b) El acceso a financiamientos de bajo costo en función de la estructura financiera óptima,
- c) El desarrollo de estrategias de viabilidad y permanencia en su entorno de competencia.

Por ejemplo, con lo que respecta al primer inciso se ha determinado que en las empresas se distinguen grados de integración o aislamiento; la tendencia de la PyME es trabajar de forma aislada, lo que se convierte en un obstáculo o barrera interna, una alternativa recomendable para disminuir esa tendencia es “asociarse con empresas, formar consorcios buscando las sinergias de esfuerzo y la complementación de conocimientos y objetivos” (Martínez, 2009. p. 15).

El segundo inciso, relaciona las fuentes de financiamiento versus la optimización del costo de capital (Miller y Modigliani, 1958), pero esto requiere relacionar el riesgo con indicadores, y estimar la sensibilidad de las PyMES a los cambios; determinando por ejemplo el cálculo de Betas por sector, tamaño o administración. En México, dadas las características del mercado, los indicadores de riesgo solo representan el desempeño de las grandes empresas y los financiamientos de bajo costo para incentivar el crecimiento de las PyMES provienen de en gran proporción de subsidios gubernamentales¹²⁷; a diferencia de la competitividad alcanzada en otros países como el de España donde ya se ha creado un mercado alternativo bursátil para las PyMES, como alternativa de solución al planteamiento del problema que se expone más adelante.

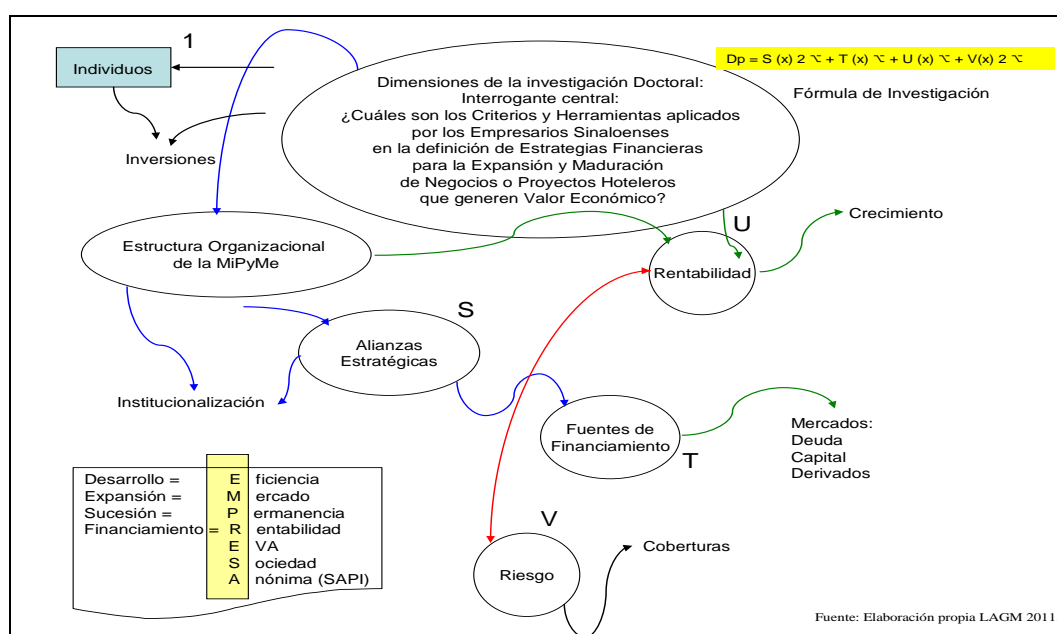
¹²⁶ Avilés E. y Rodríguez M. A., pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del CONACYT y se desempeñan ambos como académicos universitarios.

¹²⁷ Programas para incentivar la apertura y desarrollo de PyMES, promovidos por la Secretaría de Economía.

El último inciso, nos permite integrar y relacionar las estrategias de viabilidad financiera y permanencia; tomando como centro de análisis el sector hotelero, dada su importancia en la economía mexicana: 9 % del PIB nacional, tercer sector generador de divisas y 7.5 millones de empleos¹²⁸, referenciado al punto geográfico de Mazatlán, Sinaloa; ya que hace sinergia con el nuevo Centro Integralmente Planeado de Teacapán, la escalera náutica del mar de Cortés y el acercamiento del pacífico a la región noreste de México con la autopista Mazatlán – Durango; complementado el turismo de playa con el desarrollo comercial e industrial.

Dado lo anterior, e intentando dar respuesta al cuestionamiento que motiva nuestra propuesta, se han relacionado los conceptos de estructura organizacional, rentabilidad, alianzas estratégicas, fuentes de financiamiento y riesgos con una interrogante que nos permite definir el contexto central del paradigma de permanencia y creación de valor de las PyMES. Véase cuadro 1.

Cuadro 20.1 Dimensiones de la investigación



Considerando todo el marco contextual, el problema queda finalmente acotado con las siguientes características:

- Alto grado de aversión al riesgo y a la asociatividad empresarial,
- Bajo porcentaje de permanencia y longevidad de las PYMES mexicanas,
- Mercado financiero imperfecto,
- Insuficientes alternativas de inversión y ahorro de alto rendimiento.

¹²⁸ Datos de la Secretaría de Turismo, México 2005

En otro orden de ideas, sin integración de estrategias financieras que reviertan la tendencia de la temprana mortalidad de PyMES y la cuestionada habilidad del empresario mexicano para conformar grupos empresariales que satisfagan las necesidades de inversión de los individuos, como alternativa complementaria en la creación de valor, seguirá latente la oportunidad de nuevos escenarios para el desarrollo de las PyMES,¹²⁹ como los que se listan a continuación:

1. Nuevos enfoques en la creación y estructuración de unidades estratégicas de negocio
2. Estrategias integrales de contexto global para el desarrollo de PyMES
3. Correlación de los resultados de la investigación con los sectores productivos y
4. Determinación de indicadores de valuación, riesgo e integración asociativa, para la medición de las estrategias recomendadas.

Dichos escenarios se generalizan y delimitan para:

Describir las teorías que plasmen de forma simplificada las ventajas del agrupamiento de empresas y el establecimiento de estrategias, como una alternativa eficaz para minimizar el riesgo económico - financiero y la creación de valor, evitando con ello el cierre inminente de las PYMES hoteleras Mazatlecas.

Así, considerando todo el planteamiento y análisis previo, se plantea una interrogante central que puede guiar a los investigadores y que en base a nuestro criterio y experiencia, es la que describe cualitativamente la inquietud generada por las tendencias de lento desarrollo, inversión contraída, y baja longevidad en las PYMES:

¿Cuáles son los criterios y herramientas aplicados por los empresarios sinaloenses en la definición de estrategias financieras para la expansión y maduración de negocios o proyectos hoteleros que generen valor económico?

Ideas que se relacionan con el cuestionamiento central:

- a) Los empresarios administran negocios considerando todos los riesgos económicos
- b) En algún momento de la vida de la empresa, se requiere estrategias financieras
- c) Los empresarios conocen sus fortalezas económicas y oportunidades financieras
- d) La eficiencia financiera tiene mayor atención que la creación de valor a largo plazo
- e) El objetivo de las unidades de negocio, en el sentido financiero es administrar recursos que faciliten su permanencia y crecimiento

¹²⁹ Resultado de una investigación realizada por la CEPAL.

- f) El valor económico agregado que generan las empresas en su etapa de madurez se subestima en el establecimiento de la estrategia de la sucesión.

Preguntas que ayudan a delimitar las futuras líneas de investigación:

1. ¿Cuáles son los modelos de generación de valor económico en los nuevos ambientes empresariales y financieros, que requieren de estrategias financieras?
2. ¿Qué ofrecen los sistemas empresariales y financieros actuales para minimizar los riesgos económicos y financieros?
3. ¿Cuáles son los grados de aversión de los empresarios en el agrupamiento de recursos económicos e intelectuales?
4. ¿Cuáles son las oportunidades que se generan para las PyMES al establecer alianzas estratégicas?

Teorías sustentantes:

El marco teórico de este artículo se sustenta en teorías organizacionales y teorías económicas las cuales delimitan la conceptualización de la pregunta central, así a continuación se presentan las ideas particulares expuestas por los teóricos y que nos permiten relacionar las líneas de los escenarios futuros de la situación actual del fenómeno analizado.

Teorías Organizacionales:

Teorías de los sistemas. Von Bertalanffy (2003) describe lo siguiente:

La ciencia debe buscar y desarrollar una teoría general de Sistemas que permita construir conjuntamente el mapa multiperspectivista de la realidad, surgiendo el pensamiento sistémico bajo una visión que considera la realidad multidimensional, para sustituir la visión de una realidad unidimensional del pensamiento clásico, sobre el que descansan muchos estudios de investigación. “Las PyMES deben integrarse a las cadenas productivas, y estructurarse de tal forma que reduzcan su aislamiento empresarial, esta idea permite la integración”

Teoría del Comportamiento. March y Simon (1963) definieron esta corriente:

El decisor como un individuo con racionalidad limitada desea evitar la incertidumbre y busca nuevas soluciones sólo cuando se enfrenta a nuevos problemas. “La toma de decisiones y la consideración de los riesgos se han modelizado bajo esta teoría, esto es una oportunidad para el empresario en el desarrollo de habilidad directivas”

Teoría del desarrollo organizacional. McGregor (1981) afirma que:

Si el propósito de la administración es la optimización y el uso racional de los recursos, el sistema preferido para alcanzarla es la Teoría X. “Esto es, los emprendedores, los líderes empresariales tiene que ser decididos para alcanzar los objetivos organizacionales”

Teoría de la contingencia. Burns y Stalker (2001) analizaron:

Una serie de organizaciones y concluyeron que, la adaptación con éxito de una organización a su entorno depende de la habilidad de la alta dirección para interpretar las condiciones y adoptar cursos de acción relevantes. “Las PyMES requieren de estrategias para la creación de valor, para asegurarse un lugar en el futuro”

Teoría de los recursos y capacidades. Barney (1991) afirma que:

Las ventajas competitivas son posibles si los recursos usados para competir son valiosos, raros, imperfectamente movibles y no sustituibles. “Las PyMES al integrar el conocimiento, las estrategias, las personas y la competitividad en el tiempo generan la posibilidad de alcanzar un desarrollo sostenible”

Teoría de la agencia. Salas (1999) ha hecho hincapié que:

Los problemas que plantea la relación entre accionistas que intervienen en la acción colectiva para facilitar la asignación eficiente de riesgos y los directivos que se responsabilizan de las decisiones sobre la utilización de recursos disponibles se encuentra en la literatura sobre gobierno corporativo.

“Las PyMES no por solo el hecho de serlo, y por sus características de su dirección son ajenas a la teoría de la agencia (Gobierno Corporativo), esto hace necesario la definición una junta directiva”

Teoría del caos determinista. Cambell (1994) menciona:

Es importante recordar que el caos ocurre en sistemas que son sensibles a las condiciones iniciales; hasta un sistema mayor puede ser caótico si en algún lugar un estímulo pequeño perturba al sistema.

“El sistema empresarial mexicano, en su mayoría conformado por PyMES, son pequeñas mariposas que pueden provocar éxitos relevantes en su administración”

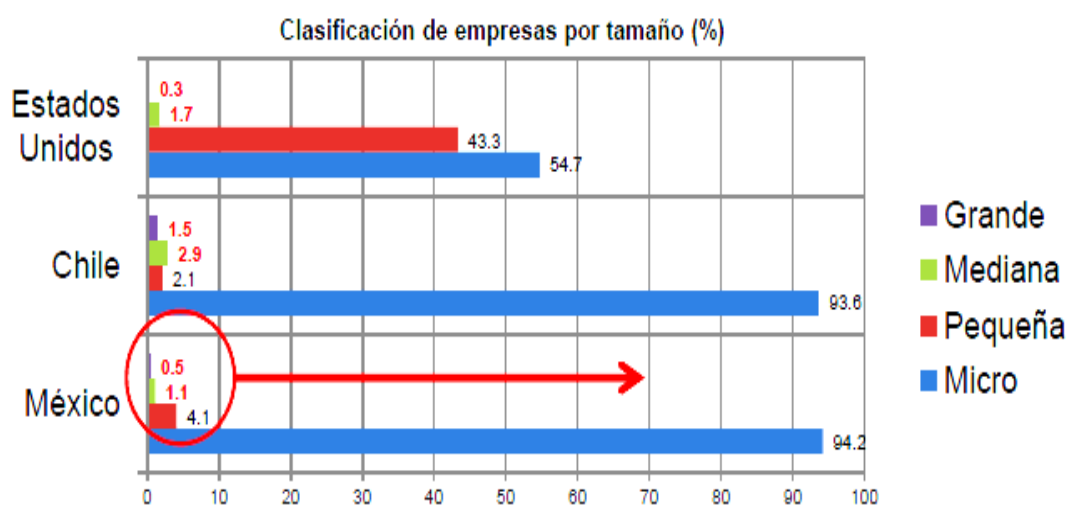
Teorías Económicas:

Estratificación de empresas:

Las economías estratifican a las empresas para que de acuerdo a sus características se puedan estudiar, apoyar, e integrar a las cadenas productivas y con ello buscar la competitividad nacional, con esa idea en el mundo se utilizan factores como el número de empleados, el capital aportado, la inversión en activos, el nivel de ventas y la capacidad de producción; en la República Mexicana se relacionan los conceptos de número de empleados y el nivel de ventas combinados en forma ponderada.

Considerando que las PyMES son la turbina mayor en la generación de empleo y determinante en el PIB, una estrategia de crecimiento económico para reducir la brecha entre las economías es la generación de condiciones favorables para la perdurabilidad con acceso a los mercados de financiamiento de bajo costo, solo que la estratificación que presenta las condiciones para acceder a este tipo de financiamiento excluye a las empresas micro y pequeñas. Véase Figura 20.1

Figura 20.1 PyMES con acceso al mercado de capital



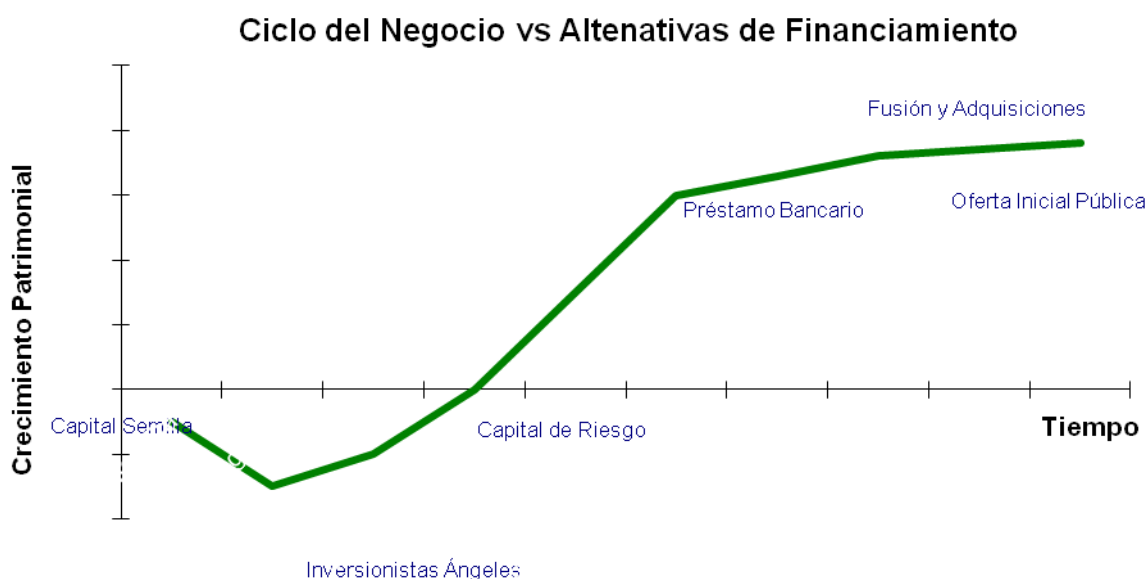
Fuente: Consejo Mexicano para el Desarrollo Económico Social

Pineda (2008) señala que “para el análisis del crecimiento económico de un país es necesario estudiar la evolución de su tasa de ahorro, pues ella explica cuan sólido es el financiamiento de la inversión en la cual se sustenta el crecimiento del Producto Interno Bruto”, esto es que hay una relación directa entre el financiamiento para la formación de capital y el ahorro generado por los sectores productivos.

Así, las economías subdesarrolladas necesitan incrementar la creación y sustentabilidad de las PyMES, si desean tener una mayor ingerencia en las variables económicas que las posicionen como importantes en el contexto mundial.

De hecho en las economías desarrolladas el crecimiento es apuntalado por las firmas corporativas, pero los sectores empresariales están representados principalmente por medianas empresas como se indicó previamente. Por eso, las estrategias financieras son relevantes en la medida que la PyME va alcanzando las diferentes etapas de su ciclo de vida, del tal magnitud que para maximizar el rendimiento, se relaciona el grado de perdurabilidad con las alternativas de financiamiento; esto es, de acuerdo a Amorós, Ateiza y Romaní (2008), las PyMES deben de buscar llegar al punto de maduración en condiciones apropiadas para tener acceso al capital privado, en base a sus expectativas, bajo los esquemas de fusiones, adquisiciones o una Oferta Pública Inicial en el mercado de valores. Véase figura 20.2.

Figura 20.2 Ciclo de vida de los negocios y las alternativas de financiamiento



20.3 Ciclo de vida de los negocios y las estrategias financieras

En México y otros países latinos el porcentaje de que un mayor número de empresas supere el rango del valle de la muerte y lleguen en condiciones óptimas para participar en mercados competitivos que le generen mayor valor agregado, todavía es muy bajo comparado con economías desarrolladas, esto en base a un estudio realizado por la Oficina Internacional del Trabajo en Lima, Perú; que determinó que solo el 21.3 % de las empresas llegan al etapa de maduración, es decir, que superan los 10 años de antigüedad.

Al revisar las investigaciones previas que han estudiado este problema, con sus respectivas aportaciones, quedan identificados factores que limitan el desarrollo de las PYMES si no se establecen estrategias de viabilidad en función de su entorno.

Por lo que el estudio que se plantea en este proyecto de investigación busca encontrar los elementos o factores que mediante la integración empresarial se revierta esa tendencia.

Las ideas conceptuales descritas van enlazando las características de las PYMES con la gestión empresarial considerando al entorno, a la economía, a las oportunidades de creación de nuevas empresas, y a la capacidad emprendedora y asociativa de los empresarios.

Por lo que el desarrollo de la ciencia administrativa tiene que encontrar nuevas vertientes para el análisis de la situación actual; ya que en los últimos años ha estado en función de la competitividad, las alianzas estratégicas, el valor agregado y por supuesto los riesgos económicos y financieros.

Las estrategias financieras se relacionan con las alternativas de financiamiento; cada acción empresarial ya sea de expansión, sostenimiento o productividad requiere de la adquisición de activos para la generación de ingresos, de flujos de efectivo positivos y de capital intelectual conceptos que se tienen que relacionar en creación de valor.

La creación de valor:

Muñoz y Giacomozzi (2011) concluyen que:

La creación de valor económico es un aspecto cada vez más relevante en la gestión de empresas y es un reflejo de la capacidad de la dirección de volcar en un resultado concreto las estrategias de la compañía.

De la variedad de técnicas existentes para establecer el valor económico de la empresa, destacan el método del flujo de caja libre (FCL) y el método del valor económico añadido (VEA). Este último tiene la virtud de mostrar la relación entre el rendimiento de la inversión y el costo de financiamiento de dicha inversión.

En otro orden de ideas, estratégicamente las unidades de negocio deben mantener el potencial de generar flujos de efectivo para maximizar el rendimiento sobre la inversión.

Considerando que el patrimonio o capital de los empresarios o inversionistas se multiplica con participación, recursos intelectuales y económicos; es relevante no alejarnos del centro de nuestro estudio el cual considera que la generación de valor económico debe de ser una meta estratégica empresarial.

Alianzas Estratégicas:

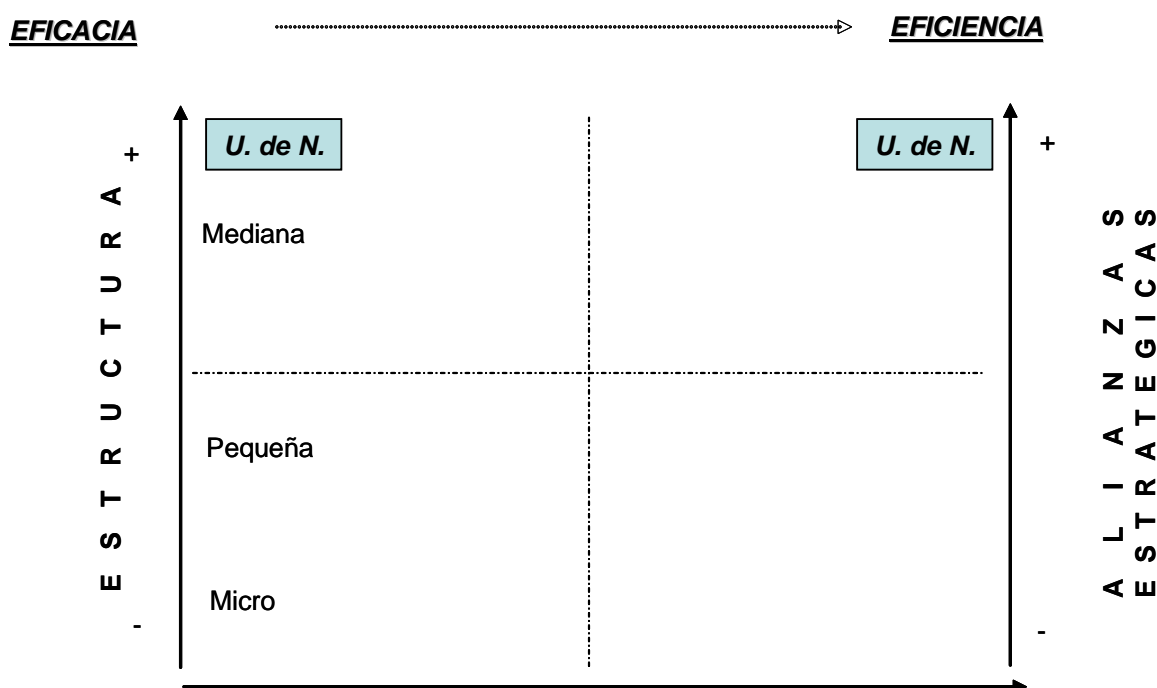
Las alianzas estratégicas se definen a partir de la convergencia de propósitos empresariales en el corto, mediano y largo plazo, donde participan diversas empresas o unidades productivas sin renunciar a la particularidad de su forma jurídica, estructural y funcional.

A partir de los aportes de Cervilla (2007), López-Cerdán (2004) y de Rosales (ob. cit.), se puede caracterizar una importante gama de modalidades, entre las que se encuentran: *joint venture*, *participación accionaria*, *subcontratación (outsourcing o tercerización)*, *consorcio*, *acuerdo de cooperación*, entre otros. (Citado por Rodríguez Rivero, 2011).

Las nuevas PyMES en esta integración se podrán convertir en pequeñas subunidades de las corporaciones, integradas tecnológicamente, dirigidas por un staff de especialistas con habilidades para desempeñarse de forma descentralizada, autónoma y en equipos de proyectos; bajo un entorno orgánico (Heydebrand, 1989; p. 337).

Esto significa que una PyME debe de adecuar su estructura acorde a su tamaño y meta de crecimiento; la optimización de esta estrategia para alcanzar un nivel de eficiencia aceptable y el aumento de probabilidad para llegar a la cúspide de su ciclo de vida se relaciona con la posibilidad de una alianza estratégica. Véase figura 20.3.

Figura 20.3 Estructura y alianzas estratégicas



Fuente: Elaboración propia LAGM 2011

20.4 Paradigmas del desempeño PyME

Así mismo, con la intencionalidad de encontrar nuevos paradigmas que expliquen de mejor forma hasta hoy el desempeño de las PyMES en las economías; el Consejo Mexicano para el Desarrollo Social, propone el rompimiento de las barreras de crecimiento que ya han sido identificadas.

Es decir, las PyMES no crecen por ser Víctimas de Discriminación al acceso a financiamiento, al acceso a la tecnología, al acceso a los recursos humanos y al acceso a los clientes; y por su alta percepción del riesgo, por su falta de solidez financiera, por su falta de capacidades administrativas y por la falta de experiencia y gestión en los mercados internacionales.

Como referencia, en las economías desarrolladas existe un importante porcentaje de acceso por parte de todos los tamaños de empresas al 100% de los instrumentos financieros que ofrecen los sistemas sofisticados de participación empresarial.

En México el acceso de las PYMES a los mercados de capital y riesgo, es insignificante, comparado con el uso de las fuentes autogeneradores de recurso como provisiones de gastos, impuestos diferidos, utilidades retenidas, que por razonamiento financiero merma la posibilidad de tener flujo de efectivo para aprovechar oportunidades.

Es relevante que estemos todavía construyendo los paradigmas en relación al desarrollo de las empresas con modelos de control financiero, como lo mencionan Avilés y Rodríguez (2011) que establecen que “antes de Markowitz, Modigliani, Miller, Sharpe y Samuelson, durante los años cincuenta y sesenta, la teoría financiera era una pequeña colección de anécdotas y reglas contables de datos financieros”.

Concluyendo que en los últimos veinticinco años debido a los avances tecnológicos en las comunicaciones y en la misma teoría financiera se refleja la sofisticación por el éxito de los mercados de derivados. Y citan a Merton (1998) quien relaciona que en Italia, por medio de dicho mercado, se reduce la deuda pública y el déficit de cuenta de corriente a 1.25% del PIB.

Encontrando como consecuencia que las tasas de creación, desarrollo y permanencia de PYMES son mayores en ese país; que por lógica financiera ya probada de cálculos económicos en modelos como los de Miller-Modigliani y Black-Scholes; los costos de acceso al financiamiento se reducen.

Considero que una aportación pertinente al plantear este paradigma sería correlacionar los modelos financieros con lo modelos exitosos de desarrollo de PyMES como se ha hecho en otros países; y los hilos negros conocidos podrían unirse para conformar una nueva forma de definir estrategias de viabilidad empresarial.

Véase el cuadro 20.2 elaborado por la Oficina internacional del trabajo, Lima, 2001.

Cuadro 20.2 Modelos de desarrollo de las PyMES

Modelo	Característica principal
Japonés	Articulación entre la gran, mediana y pequeña empresa
Italiano	Esquemas de cooperación entre las pequeñas empresas
Americano	Desarrollo de franquicias
Canadiense	Apoyo estatal al sector de micro y pequeñas empresas

Sector turístico:

En la construcción del marco teórico al momento de la presentación de este documento y revisiones académicas, consideramos que es prudente hacer mención del sector económico a estudiar, en este caso, es el de la hotelería regional, tomando como referencia el análisis que realizó la Secretaria de Economía, y que sirvió de base para definir la visión de que en el año 2025, México será un país líder en la actividad turística, ya que habrá diversificado sus mercados, productos y destinos y sus empresas turísticas serán más competitivas en los ámbitos nacional e internacional.

A 2010, el sector hotelero genera al país el 7.8% de Divisas, la inversión extranjera directa en los últimos 5 años ha ascendido a un total de \$17 706.25 millones de dólares, llevando a México al lugar número 10 como principal destino turístico en el mundo, aunado a la fortaleza de que el flujo del turismo nacional fue de 61.2 millones de pasajeros, representando un incremento del 7.1% con relación al 2009. Esto ubica al sector turístico en la cuarta posición como actividad económica en la generación de riqueza (PIB).¹³⁰

Lo anterior se convierte relevante ya que el turismo ha evolucionado, fusionándose y/o adaptándose con nuevas alternativas de organización de PyMES, y se ha convertido en un sector a seguir por que en su estructura es la que más empleos puede generar, entre otros beneficios y que hoy por hoy es la cuarta actividad económica más importante del país.

¹³⁰ Datos de diferentes fuentes: Fonatur, SHCP, Banxico, Sistema Integral de Información de Mercados Turísticos.

Así, planteamos a la comunidad investigadora la siguiente hipótesis, con la intención de que generemos una línea de investigación en este contexto y se desarrollen estrategias de viabilidad y minimización de riesgos en la permanencia de las PyMES.

H = La PyME hotelera mexicana tiene un índice de perdurabilidad bajo por una inapropiada definición de estrategias financieras que optimicen la generación de valor económico empresarial, mediante la utilización de herramientas y modelos financieros que contraigan el ciclo de vida de los negocios.

20.5 Conclusiones

La sociedad actualmente esta enfrentando un reto económico financiero mundial, donde se cuestionan las formas de integrar negocios, con una particularidad; las empresas o empresarios limitan su desarrollo por falta de aprovechamiento de oportunidades financieras y por un enfoque individualista de conformar estructuras de negocios.

Sumando la ociosidad de las capacidades tecnológicas actualmente disponibles en el contexto global para generar y administrar información financiera, además de que se distinguen las probabilidades de no permanencia en el largo plazo de las PYMES versus los corporativos privados creados con capital de riesgo.

Complementado con las nuevas tendencias en la distribución de los flujos de ahorros internacionales, como fuente de financiamiento e inversión de capital, se define la relevancia de esta investigación, por que busca plantear y enmarcar como los empresarios hoteleros mexicanos utilizan técnicas de modelación de escenarios financieros estratégicos.

Para optimizar su estructura organizacional y el grado de asociatividad para conformar grupos económicos, considerando riesgos operativos, económicos, estructurales y financieros a los que ahora se enfrenta el empresario mexicano y que no le han permitido maximizar su potencial como empresario líder en la definición de estrategias de expansión, inversión y productividad; con la meta primordial de generar de valor patrimonial, familiar y/o corporativo.

Por lo que, nuestro planteamiento se justifica entre otras ventajas o razones básicas para el empresario mexicano, con la siguiente aportación:

- Formulación de estrategias financieras eficaces para generar valor económico y de manera óptima minimizar el riesgo de un envejecimiento y deceso prematuro en las PYMES; para alcanzar la plenitud y estabilidad empresarial.

Para alcanzar un nivel de eficacia óptimo, llámese competitividad se requiere de una estructura eficiente y adecuada a la participación de mercado de la unidad de negocio; para estar en esta posición se deben establecer alianzas estratégicas, como meta de crecimiento y viabilidad.

Las nuevas organizaciones son pequeñas subunidades de las corporaciones, integradas tecnológicamente, dirigidas por staff de especialistas con habilidades para desempeñarse de forma descentralizada, autónoma y en equipos de proyectos; bajo un entorno orgánico.

Se decida o no, el crecimiento y desarrollo de la MIPYME dependerá de decisiones claras y concretas; sobre todo por que se suma la consideración que un gran porcentaje de las empresas mexicanas, conformadas en grupos económicos o aisladas son administradas en un contexto familiar.

Referencias

Abusabha, R, & Woelfel, M.L. (2003). *Qualitative VS. Quantitative Methods: Two Opposites that Make a Perfect Match*. Journal of the American Dietetic Association. 103(5). 566-575.

Amorós, j., atienza, m., & romaní, g. (2008). *Formal and informal equity funding in chile*. Estudios de economía, 35(2), 179-194.

Anzola, Sérvulo (2002) *Administración de pequeñas empresas*. Mc Graw Hill. México.

Avilés, Ezequiel y M.A. Rodríguez (2011). *Administración del Riesgo Financiero. En marcos teóricos para el estudio de las ciencias económico administrativas*. (p. 23). México, Universidad de Occidente. Juan Pablos Editor.

Barney, 1991; Bertalanffy, 2003; Burns y Stalker, 2001; Cambell, 1994; March y Simon, 1963; McGregor, 1981; Salas, 1999. *Teorías Organizacionales*. Recuperado de <http://www.eumed.net/tesis/>

Campbell, D. T. & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Reseach*. Boston: Houghton Mifflin Company.

Consejo para la Investigación y Desarrollo de las Normas de Información Financiera (2011) *Normas de Información Financiera* Instituto Mexicano de Contadores Públicos

Creswell, J. W. (2003). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Aproaches*. (2nd ed.). Thousand Oaks: Sage Publications.

Heydebrand, W. (1989). *New organizational forms*. *Work and Occupations*. (p. 323-357)

Howe, K. R., & Eisenhardt, M. (1990). *Standards for qualitative (and quantitative) research: A prolegomenon*. *Educational Researcher*, 19(4), 2-9.

Kaplan, R. S. & Norton P. D. (2001). *Transforming the Balanced Scorecard from Performance Measurement to Strategic Management: Part I*. *Accounting Horizons*. Vol. 15 No.1. pp. 87-104.

Martínez Carolina, *Alianzas estratégicas entre PYMES: Herramienta de integración hacia el mercado internacional*, Universidad Abierta Interamericana, Argentina 2009 p15.

Miller, M. H. & Modigliani F. (1958). *The cost of capital, corporate finance and theory of investment*. *The American Economic Review*. Volume XLVIII, Number Three.

Muñoz, c., & giacomozzi, a. (2011). *Determinación del valor económico añadido: un modelo alternativo*. (spanish). *Contabilidad y negocios*, 6(11), 31-48.

Rodríguez, Joaquín (1997) *Cómo administrar pequeñas y mediana empresas*. ECAFSA, México.

Rodríguez P. Marco Antonio (2010). *Métodos de investigación. Diseño de proyectos y desarrollo de tesis en ciencias administrativas, organizacionales y sociales*, Universidad Autónoma de Sinaloa, México.

Rodríguez Rivero, Dionicio – *Estrategias asociativas de apoyo para las pequeñas y medianas empresas (PyMES) productoras del circuito lacteo, municipio Urdaneta, estado Lara, Año 2 Edición Especial Junio-2011 (175-191)*.

Senge, Peter (1998) *La quinta disciplina. El arte y la práctica de la organización abierta al aprendizaje* Ediciones Granica México S.A de C.V.

Simon, Hebert A. (1988) *El Comportamiento Administrativo. Estudio de los procesos decisorios en la organización administrativa* Aguilar Buenos Aires

Soto, Eduardo y Dolan, Simon L. (2003) *Las PyMES ante el reto del siglo XXI. Los nuevos mercados globales*. Thomson Editores. México

Surdez-Pérez E. G., Sandoval-Caraveo M.C., Aguilar-Morales N., *El empresario administrador de empresas pequeñas industriales consolidadas en Villahermosa, Tabasco*. *Hitos de Ciencias Económico Administrativas* 2007; 13 (35): 17-28.

Capítulo 21

¿El vivir bien y el buen vivir, avanzan hacia el bienestar social?

Juan Guzmán, José de Miguel y Pilar Murias

J.Guzmán, J.De Miguel &P.Murias

Universidad de Santiago de Compostela, Departamento de Economía Cuantitativa, Avda. Burgo das Nacións, s/n.15782
Santiago de Compostela, España.

juanluis.guzman@usc.es

M.Ramos, F.Miranda (eds.) *Optimización-Estocástica-Recursiva-Coherente-Sistémica y sus variantes (probabilidad, econometría y estadística aplicada)*, Temas Selectos de Optimización-©ECORFAN-Santiago de Compostela, España, 2012.

Abstract

The current social welfare in the advanced economies, where the market becomes the articulator axis between the production and consumption of goods and services, with your activity of generation and distribution of the wealth, not know give solution to great differences economic-social that exist in the population, generating a deep poverty, especially in regions of lower growth. Like consequence of this, emerge beginnings this century a confrontational approach to the liberal model in the Andean area of South America called “living well” in Bolivia and “good living” in Ecuador. This approach decreases the hegemonic power of market economies, centering its attention in the man, the society, the State, the market and the nature.

21 Introducción

Existe una constante preocupación entre gobernantes, políticos, académicos e instituciones internacionales; en estudiar la manera de interpretar las necesidades del hombre¹³¹ y su satisfacción; que contribuyan a que se sienta bien, viva mejor o goce de bienestar.

La búsqueda de satisfacción de las necesidades, aparece como una constante histórica a pesar del carácter que posea cada sociedad y de la visión acerca del ser humano. Si bien las necesidades son una constante, no hay duda que su naturaleza, es dinámica. Por ello, se entiende que las formas de abordar distintas soluciones a estas necesidades, varíen con el tiempo. Las necesidades, son distintas entre sociedades, aún en la misma sociedad. (Alemán Bracho & García Serrano, 1999, pp. 31–32).

El bienestar social, es un tema que traduce el sentimiento generalizado de académicos y especialmente de quienes legislan, dirigen y administran las políticas públicas de un país y la sociedad en general; quienes requieren con mayor intensidad, obtener información sobre el estado de desarrollo de la población y los cambios que se generan en su estructura social.

El bienestar social, adquiere plena significación en un estado de bienestar. El estado de bienestar, puede ser considerado como un rasgo esencial de las sociedades modernas y democráticas; simboliza la manifestación del progreso de una sociedad más allá de la madurez técnica (Díez Collado, 1994, p. 25).

Diferentes disciplinas de pensamiento, pretendieron vincular el bienestar de las personas, con situaciones inherentes al crecimiento económico; sin embargo, la evolución de los estudios sobre el bienestar, permitieron señalar que el crecimiento, no es el determinante fundamental para explicarlo.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), en 1970, realiza una declaración que decía “El crecimiento no es un fin en sí mismo, sino sobre todo, un medio para crear condiciones de vida mejores”; tras esta declaración, los gobiernos de los países miembros, promovieron un programa destinado a elaborar una serie de nuevos instrumentos; susceptibles de completar los indicadores económicos; adecuándolos para medir el bienestar social en áreas como: salud, educación, vida laboral, tiempo libre, seguridad financiera y seguridad personal (OCDE, 1985).

¹³¹ En el artículo se utilizará este término de forma genérica para hacer referencia al ser humano.

El bienestar social, es un concepto complejo, dinámico, multidimensional, y multidisciplinar; debido a la cantidad de dimensiones, indicadores y variables que se toma en cuenta para describirlo; además, en su estudio destacan distintas disciplinas, que concluyen en conceptos que difieren, unos de otros; aunque existan elementos de semejanza.

En la última década, en Sudamérica, se impuso una corriente indigenista; con el enfoque establecido bajo los lemas del “vivir bien” en Bolivia y el “buen vivir” en Ecuador; emergen como respuesta a los fallos del modelo vigente, que marcó profundas diferencias económico sociales, en los habitantes de estos países.

En virtud de ello, surge un enfoque, que pretende consolidarse en el contexto andino; cuyo argumento conceptual está aún en camino, existiendo varias posiciones relacionadas con él; variando en función de quien la escribe, de la región, la cultura o país de procedencia.

Mediante el empirismo, se tratará de valorar, si los postulados de este nuevo enfoque, contribuyen a mejorar el campo social de esa población; percibiendo avances (o retrocesos) en su bienestar social. Para ello, se revisará el panorama social, aproximaciones conceptuales acerca de las necesidades humanas, bienestar social, enfoques indigenistas; y una rápida métrica del desarrollo humano y la distribución del ingreso.

21.1 Panorama Social

En la Asamblea General de Naciones Unidas (NNUU), en septiembre del 2000, se vio la necesidad apremiante de realizar un esfuerzo conjunto, para revitalizar la cooperación internacional; destinada a países menos desarrollados y especialmente a combatir decisivamente, la pobreza extrema vigente en el planeta.

Además, quedó manifestado, que la falta de desarrollo es un problema que incumbe y preocupa al mundo; no sólo a países de menor desarrollo. De esta manera, quedaron estructurados los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM): erradicar la pobreza extrema y el hambre; lograr la enseñanza primaria universal; promover la igualdad de género y el empoderamiento de la mujer; reducir la mortalidad de niños menores de 5 años; mejorar la salud materna; combatir el VIH/SIDA y otras enfermedades; garantizar la sostenibilidad del medio ambiente; y fomentar la asociación mundial para el desarrollo.

Después de transcurridos más de 10 años, NNUU advierte, que es necesaria una acción mancomunada, destinada a cumplir con los ODM; en vista de que la información descrita en el panorama social mundial del 2011; muestra aún la presencia de pobreza, hambre, enfermedades, mortalidad infantil y carencia de servicios básicos; como agua, luz, alcantarillado; principales elementos negativos para el bienestar de la población; especialmente en regiones en vías de crecimiento como: África y América del Sur; donde niños y mujeres, se constituyen en grupos de mayor vulnerabilidad (NNUU, 2011, pp. 6–64).

También, es posible observar un panorama social en Latinoamérica; mediante el informe elaborado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), que da cuenta de una situación social con profundas “brechas”¹³². La región, mejoró en algunos aspectos; pero es necesaria una acción combinada para el cumplimiento de los ODM. Este panorama, hace referencia a la pobreza, desigualdad, fecundidad y empleo (NNUU & CEPAL, 2012).

¹³² Diferencias que se producen en la sociedad, en torno a los ingresos, seguridad social, educación y otros.

En América Latina, la pobreza e indigencia disminuyeron en el 2010; situándose en niveles más bajos de los últimos 20 años; la tasa global de fecundidad (TGF), durante el periodo 1965-1970, pasó de 5.9 hijos por mujer a 3.9 en el período de 1995-2000. Este impacto de menor fecundidad, se asocia a la mejoría en la salud de la madre y el niño; reducción del aborto como medio anticonceptivo, ampliación de oportunidades en educación y empleo para la mujer.

Respecto al empleo, se generó un crecimiento sostenido en la tasa de ocupación, debido a que varios países, implementaron políticas orientadas a mantener el empleo, proceso que tropezó con un gran obstáculo: la profunda desigualdad que rige al mercado laboral, originado por mercados laborales estructuralmente heterogéneos.

La CEPAL, sugiere que para enfrentar estas desigualdades, sea imperiosa la intervención del Estado; atenuando esa heterogeneidad, regulando e institucionalizando los mercados laborales, propiciando el acceso al bienestar por parte de los trabajadores; mediante la intermediación laboral y reduciendo desigualdades entre hombres y mujeres, en el campo laboral.

En el gasto social, se observó un incremento sostenido desde 1990; entre 1990-1991, le correspondía el 45% del gasto público total. Al empezar el presente siglo, representaba el 58%; y entre 2006-2007, llegó al 63%.

21.2 Las necesidades humanas, aproximaciones conceptuales

Existe una relación muy estrecha, entre el sentimiento de bienestar de las personas y la satisfacción de sus necesidades; en tanto se encuentren satisfechas en mayor grado, gozarán de mayor bienestar; si lo hacen en menor grado, tendrán menor bienestar.

Alguacil Gómez (2000, p. 70), realiza varios cuestionamientos a propósito de las necesidades humanas, como: ¿son de verdad necesidades todo lo que referenciamos como necesidades?, ¿son diferentes las necesidades de ahora respecto a las del pasado y serán distintas a las del futuro?, ¿existen categorías de necesidades?, ¿son unas necesidades más elevadas que otras?, ¿quiénes son los que definen las necesidades (o deben), quienes ejecutan las necesidades (o deben)?, ¿hay distintos medios para lograr la satisfacción de una necesidad? y ¿debería haber unos valores éticos y universales en la satisfacción de las necesidades?. El profesor Alguacil, define a las necesidades como la carencia de algo imprescindible, y su satisfacción, como el proceso mediante el cual desaparece la carencia. Las necesidades, no se construyen socialmente; más bien, se satisfacen socialmente. Se habla de la aparición de nuevas necesidades, cuando en realidad, se trata de la aparición de nuevas condiciones de satisfacerlas. Las necesidades persisten por siempre (Alguacil Gómez, 2000, pp. 69–71).

Según el psicólogo estadounidense Maslow (1991), el ser humano es un animal necesitado; raramente alcanza un estado de completa satisfacción, a excepción de períodos muy breves de tiempo. Indica que, luego de satisfacerse un deseo o necesidad; aparece otro, cuando se satisface éste, aparece el siguiente y así sucesivamente. El querer una cosa, implica haber satisfecho previamente otras necesidades. De esto, se deduce que el ser humano nunca está satisfecho, que las necesidades parecen ordenarse en una especie de jerarquía de predominio. Clasifica a las necesidades en orden jerárquico; en primer lugar, sitúa a las necesidades fisiológicas, que son las más básicas y potentes de todas; luego las necesidades de seguridad y protección; posteriormente las necesidades sociales; las necesidades de estima; y finalmente las necesidades de autorrealización.

Doyal y Gough (1994), en su teoría de las necesidades humanas, indican que las necesidades sociales son producidas históricamente, jerarquizadas socialmente, no reducibles a simples deseos o expectativas. Además, las necesidades son universales; lo que no implica su generalización desde el centro a las periferias, de las sociedades industriales a las subdesarrolladas; sino, que se establezca el conjunto de necesidades para todo el mundo.

Las necesidades humanas, según Max-Neef (1994), se las debe entender como un sistema, donde se interrelacionan e interactúan. Las simultaneidades, complementariedades y compensaciones (trade-offs)¹³³, caracterizan la dinámica en que se satisfacen las necesidades. Las necesidades humanas, no sólo son carencias, también consideran potencialidades humanas individuales y colectivas.

Las necesidades humanas, pueden desagregarse en base a múltiples criterios, Max-Neef, plantea dos categorías: existenciales y axiológicas. Combinando estas categorías, puede obtenerse una clasificación que tome en cuenta; por un lado, las necesidades según las categorías existenciales: ser, tener, hacer y estar; por otro lado, estarán las necesidades según las categorías axiológicas: subsistencia, protección, afecto, entendimiento, participación, ocio, creación, identidad y libertad (Max-Neef, 1994, pp. 40–56).

Johan Galtung, sociólogo noruego, citado por Alguacil Gómez (2000, pp. 75–76), establece que toda necesidad identificable, tiene algún medio de ser satisfecha; cuando los medios no son suficientes, se habla de carencia e insatisfacción; en cambio, si son suficientes, pueden cubrirse las necesidades del mínimo social¹³⁴.

La filósofa húngara, Agnes Heller, define a las necesidades, como una categoría social; los hombres y mujeres tienen necesidades, en tanto *zoon politikon*¹³⁵, en tanto actores y criaturas sociopolíticas. Sus necesidades son siempre individuales.

Las necesidades, se sitúan entre los deseos por un lado y las carencias (necesidades sociopolíticas) por otro. Los deseos, sólo pueden ser personales, idiosincráticos; pueden permanecer inclusive inconscientes, puede no saberse lo que otra persona desea; o no saber exactamente lo que uno desea (Heller, 1996, pp. 83–86).

Sotelsek Salem (2002, pp. 52–53), define a las necesidades, como la discrepancia entre la situación existente y la situación deseada; la distancia entre lo que es y lo que debería ser. Expone que, para la solución de problemas sociales; primeramente, deben identificarse los mismos, realizando un diagnóstico, en base al cual determinar diferentes alternativas para su resolución. Esta detección de problemas, se expresa en términos de necesidades, configurando políticas públicas de orden social para su solución.

Las necesidades básicas insatisfechas, se definen, como el método indirecto¹³⁶ destinado a la caracterización de la pobreza; aprovechando la información de censos demográficos y de vivienda.

¹³³ En castellano: ventajas y desventajas.

¹³⁴ Las denomina necesidades básicas.

¹³⁵ Animal social.

¹³⁶ Medir los recursos del hogar, mediante ingresos o gastos; estimados suficientes para que el hogar tenga un nivel de vida aceptable.

Este método, es muy utilizado por la CEPAL en Latinoamérica (NNUU & CEPAL, 2001, pp. 7–24).

Sen (2001), manifiesta que las necesidades básicas, se formulan en función de la posesión de artículos de consumo, no así como logros de funcionamiento; sugiere que deberían formularse, tomando en cuenta las funcionalidades y posibilidades. La necesidad de artículos de consumo, dirigidas a cualquier logro; puede variar según las distintas características fisiológicas, sociales y culturales. El valor del nivel de vida, reside en la vida, no en la posesión de artículos de consumo.

Amartya Sen, reconocido economista en el campo social, en relación a las necesidades; propone el enfoque de las capacidades.

La capacidad de una persona, está relacionada a las combinaciones alternativas de funcionamientos; esta capacidad, se la entiende, como la libertad para tener una determinada clase de vida.

La capacidad, es un reflejo de la libertad, para alcanzar funcionamientos valiosos; constitutivos del bienestar; representa la libertad de una persona para alcanzar el bienestar. La igualdad, se juzga comparando algunas condiciones específicas de una persona; como ingresos, riqueza, felicidad, libertad, oportunidades, derechos y necesidad de realización; con las mismas condiciones de otra persona. La desigualdad, en distintos espacios, tiende a distanciarse unas de otras, en vista de la heterogeneidad entre personas (Cortina, 2009; Fascioli, 2009; Nussbaum & Sen, 1996; Sen, 1976, 1996, 1997, 1999; Siurana, 2009).

21.3 El Bienestar Social, aproximaciones conceptuales

En relación con la vida humana, en los últimos tiempos, surgieron varias ideas en torno al bienestar humano, enunciadas como: nivel de vida, calidad de vida, satisfacción, bienestar; todas relacionadas con el hombre y sus necesidades. No existió un único tratamiento empírico, para referirse al problema del bienestar humano, éste fue considerado desde múltiples aproximaciones; puestas de manifiesto en lugares o grupos de población concretos (Díez Collado, 1994, pp. 5–6).

Varias teorías, consideraron al Estado, como la unidad del desarrollo de un país, haciendo a un lado al hombre y la naturaleza. Después de finalizada la segunda guerra mundial, las sociedades modernas, concibieron al desarrollo, como sinónimo de progreso social, de bienestar social; con un enfoque de sociedad excesivamente economicista, evolucionista y eurocentrista. El desarrollo económico, suponía que una vez iniciado el despegue económico; su avance, no tendría fin. Por ello, la meta del desarrollo, en los países de occidente; se concibió como ideología, entendiéndose que el crecimiento económico, traería el bienestar colectivo. En ese contexto, se consideraron parámetros estrictamente cuantitativos, como el producto interno bruto (PIB) o la renta per cápita (RPC); que describían aspectos enteramente económicos; pero no reflejaban el éxito del bienestar humano. Durante los años setenta, surgen problemas, como el deterioro del medio ambiente y entorno urbano; la degeneración presentada en las relaciones sociales, la percepción de grandes asimetrías en el ingreso de las personas y su bienestar; permiten advertir insuficiencias de la teoría y metodología de los economistas, para concebir y medir al bienestar social. En virtud a estas deficiencias, emerge un movimiento orientado al estudio del bienestar social, que intenta ampliar el contenido exclusivamente económico, hacia ámbitos que incluyan el campo social.

Este enfoque, debería considerar al desarrollo; relacionado con las necesidades humanas, los valores, la mejora de la vida; orientado hacia la satisfacción social, bienestar social y calidad de vida (Díez Collado, 1994, pp. 7–10).

El bienestar social o bienestar global, es la sensación que una persona percibe; como consecuencia de sus experiencias de satisfacción, proporcionadas en diferentes áreas de la vida social. Esta satisfacción (o insatisfacción) en cada área, se presenta como consecuencia, de la discrepancia sentida por la persona; entre su realidad actual y sus aspiraciones al interior del área; las diferencias, se encuentran caracterizadas por experiencias previas del individuo y por las comparaciones sociales (Díez Collado, 1994, p. 45).

El fruto de un seminario taxonómico multidisciplinar de el Colegio Nacional de Doctores y Licenciados en Ciencias Políticas y Sociología (1987), define al bienestar social, como un valor social, que establece como finalidad, que todos los miembros de la sociedad, deben disponer de los medios precisos, para satisfacer aquellas demandas, comúnmente aceptadas como necesidades.

Pinilla Pallejà (2006, p. 31); médico, psicólogo y economista; en su libro “Más allá del bienestar”, propone una metodología de cambio social; en virtud del posible naufragio del actual estado del bienestar (EB), hacia un modelo que lo denomina, como comunidad de calidad de vida (CCV); el cambio vendría dado, por la introducción de la garantía de renta básica de ciudadanía (RBC).

El EB, puede considerarse como una gran innovación, después de la segunda guerra mundial. Sin embargo, en los últimos tiempos, el modelo llegó a una situación difícil; al pretender lograr el pleno empleo, como instrumento, para garantizar la distribución primaria de la renta y nivel de prosperidad necesaria, para proteger a quienes el mercado de trabajo, no proporciona una renta suficiente. De esta manera, al defender el EB, fundado en el bienestar económico y empleo productivo; se concede un excesivo protagonismo a la economía, como si la producción económica constituyese el fin de la sociedad, cuando más bien, sólo es un medio para la vida humana (Pinilla Pallejà, 2006, pp. 109–119).

Pinilla, propone el concepto de comunidad de calidad de vida, como modelo alternativo al EB, tratando de superar el economicismo en que se basa el EB. La CCV, establece como objetivo la capacidad de los ciudadanos para elegir el tipo de vida, que tengan motivos para valorar; en resumen, la libertad para vivir. En el modelo de CCV, lo primordial no es el bienestar, sino las garantías para la libertad ciudadana efectiva. La libertad para vivir, existe en alguna medida; la producción económica puede aumentar esa libertad; sin embargo, no siempre es así.

El mismo autor, indica que la RBC no significa que se pague una renta a cambio de nada; el que no se exija trabajar, no significa que no se genere algunos deberes para los ciudadanos; es decir, el cumplimiento de la normativa vigente, las leyes. El contrato social, incorpora siempre derechos, pero también obligaciones.

Sostiene además, que se deben considerar los aspectos temporal y espacial en la reforma institucional, para adaptarse a las circunstancias concretas, de cada tiempo y lugar. La propuesta, está enfocada para inicios del siglo XXI, en Europa, más concretamente para el contexto económico y político de España; aunque es previsible adoptarla en otros contextos espaciales.

Pinilla, define a la RBC, como un ingreso modesto pero suficiente, que cubra necesidades básicas de la vida, garantizándola a cada miembro de la sociedad como derecho; sin sujetarse a otra condición, que no sea la de ciudadanía o residencia.

La diferencia de la RBC, con otros sistemas de mantenimiento de rentas, como los subsidios de desempleo o programas de rentas mínimas; radica en que la RBC, se constituye en un derecho universal, donde no se exige trabajar a cambio; por ello es muy sencilla de administrar, no precisa de un examen previo de las condiciones de vida.

La renta básica de ciudadanía, es un término genérico, que según su autor puede aplicarse a cualquier sistema universal de garantía de rentas; esta garantía, puede efectuarse de manera directa a través de pago, mediante cheque o transferencia; o siguiendo un procedimiento de gestión fiscal, denominado impuesto negativo sobre la renta (INR).

Para calcular el INR, primero debe establecerse la diferencia, entre lo que cada persona tiene derecho a recibir por concepto de RBC y los impuestos que debe pagar por la renta ganada; el gobierno, transfiere la diferencia, solamente cuando el resultado de la declaración, es negativo¹³⁷.

El subsidio a los salarios bajos, se podría constituir en un interesante esquema de garantía de rentas; que además estimule el empleo remunerado y se gestione a través de un procedimiento de INR. No obstante, la gestión de un subsidio a los salarios, sin garantía de una RBC incondicional, sería problemática.

Pinilla, señala que en las economías de mercado, el sistema de distribución presenta defectos, uno de los más sobresalientes, es que genera una gran desigualdad; donde algunos terminan teniendo más, de lo que pueden gastar; mientras otros, ni siquiera satisfacen sus necesidades básicas.

Sen (1996, pp. 54–56), en su estudio sobre capacidad y bienestar, manifiesta que el bienestar puede ser definido, en términos de la habilidad que tiene una persona, para hacer actos valiosos o alcanzar estados para ser valiosos. Esta expresión de bienestar, eligió para representar las combinaciones alternativas, que una persona pueda hacer o ser: los distintos funcionamientos que pueda lograr.

El enfoque, se sustenta en una visión de la vida, como combinación de “haceres” y “seres”; donde la calidad de vida, se evalúa en términos de la capacidad para lograr funcionamientos valiosos.

Algunos funcionamientos son muy elementales, como estar alimentado adecuadamente, tener buena salud y un lugar donde descansar. Existen otros, que pueden ser más complejos y seguir siendo muy apreciados; como alcanzar auto dignidad o integrarse socialmente.

Para entender esto mejor, es imprescindible precisar que se entiende por funcionamientos, éstos representan partes del estado de una persona, en particular, las cosas que se logra hacer o ser al vivir.

Sen (1996, p. 62), manifiesta que el logro del bienestar de una persona, puede considerarse como una evaluación del bienestar del estado de su ser.

¹³⁷ De aquí surge el nombre de impuesto negativo.

En el bienestar personal, se evaluarán los elementos constitutivos del ser de la persona, vistos desde su propia perspectiva; esto no implica que no se comprenda la preocupación por los otros, el bienestar por los otros, opera mediante algún rasgo del propio ser de la persona. Hacer el bien, hará que la persona, se sienta contenta o realizada; estos logros, derivan en importantes funcionamientos.

La calidad de vida de una persona, según Sen, citado por (Korsgaard, 1996, pp. 84–85), debe valorarse en términos de sus capacidades. Entendiendo a la capacidad, como el potencial o la habilidad para hacer o ser algo¹³⁸. Sen divide a los funcionamientos en cuatro categorías que se traslapan, llamándolas: 1) Libertad de bienestar; 2) Logro de bienestar; 3) Libertad de agencia; y 4) Logro de agencia.

El bienestar de una persona, puede entenderse considerando la calidad de su vida. La vida, puede considerarse como un conjunto de funcionamientos interrelacionados, reflejados en estados y acciones (Sen, 1999, p. 53).

El bienestar de una persona, depende de la naturaleza de su estado; es decir, los funcionamientos alcanzados.

El planteamiento de Sen, considera al bienestar social, como una función de distribución de cada bien específico de la persona; es decir, los vectores de bienes nominales. Por lo tanto el bienestar social, podrá considerarse como una función de la combinación de vectores de funcionamiento de cada persona.

Sen (1997, pp. 24–31), describe que la importancia en la definición del bienestar, radica no en lo que la persona tiene, sino en lo que con esa posesión consigue realizar. Denomina realizaciones, a las diferentes cosas que pueden hacerse con la posesión de bienes, por ello el conjunto de realizaciones que la persona logra, determina el modo en que ella se encuentra. La calidad de vida que una persona logra llevar, está en función de la capacidad para elegir ese modo de vida.

Las realizaciones, representan según Sen, las distintas partes del modo de estar de una persona. Sus capacidades, reflejan las posibles combinaciones de realizaciones, sobre las que tiene oportunidad de elegir y entre las que elige algunas.

Mientras que en la economía de mercado, se evalúa el bienestar en términos de mercado, Sen lo evalúa en términos de libertad. Para los autores liberales, los mercados son instituciones que se estiman mejores que el Estado; debido a que protegen de mejor manera, los intereses de los ciudadanos, al permitirles la libertad de elegir.

En relación a la capacidad y libertad, Sen establece que el conjunto de capacidades de una persona, se puede definir como el conjunto de vectores de realización a su alcance. Analizando el bienestar de una persona, se puede destacar al conjunto de capacidades, que tiene y no solamente al vector de realizaciones que eligió; esto permite tomar en cuenta libertades positivas, en un sentido general¹³⁹ (Sen, 1997, pp. 81–82).

¹³⁸ En otras palabras para lograr un determinado funcionamiento.

¹³⁹ Libertad para hacer esto o para hacer aquello.

A la idea general de libertad, para poder conseguir bienestar, se la suele llamar libertad de bienestar. Relacionando la libertad con el poder, Sen dice que la libertad de una persona, puede ser valorada en términos de poder; para conseguir los resultados elegidos: ya sea que la persona sea libre, para conseguir un resultado u otro; que sus elecciones sean respetadas y que las cosas sucedan (Sen, 1997, p. 92).

El modo de vida de las personas, puede concebirse como la combinación de realizaciones o bien como “haceres” y “estares”¹⁴⁰ (Sen, 1997, pp. 112–113).

La simple posesión de bienes (opulencia), no puede considerarse como un indicador de bienestar, ya que éstos solo son medios para llegar al bienestar. Las distintas cosas que uno logra con sus posesiones, son las realizaciones; por ello, poseer bienes, no significa poseer potenciales realizaciones (Sen, 1997).

La identificación entre capacidad y libertad, llevó a Sen a postular que el desarrollo humano, puede explicarse, como el proceso de las libertades reales que las personas disfrutan; cuando efectúan aquello que consideran valioso (Reyes Morel, 2009, p. 33).

Martha Nussbaum, contribuyó también a enriquecer el enfoque de las capacidades, en el estudio citado por Fascioli (2009, p. 122); especificando la propuesta para la construcción de un “índice de capacidades humanas básicas”, que sirva de referente, para el diseño y evaluación de políticas globales de desarrollo. Plantea diez capacidades funcionales humanas centrales: vida; salud; integridad física; sentidos, imaginación y pensamiento; emociones; razonamiento práctico; afiliación; otras especies; juego y control sobre el entorno propio.

Esta es una lista de capacidades y no así de funcionamientos; por ello su elección está librada a la elección de tipo personal.

Nussbaum, cree que se puede llegar a una enumeración, de elementos centrales de un funcionamiento verdaderamente humano, que susciten un amplio consenso transcultural (Siurana, 2009, p. 143).

Existe la necesidad de medir, la altura ética de las necesidades humanas, con ayuda de una brújula para la vida moral (Siurana, 2009, pp. 144–147).

Siurana, propone que las capacidades a las que debe aspirar un ciudadano, basándose en la ética del discurso; sean: capacidad para auto comprenderse; capacidad para fundamentar sus juicios en un diálogo con los afectados; y capacidad para llevar a cabo con otros, los proyectos de justicia acordados en común

Siurana, concluye indicando que urge mostrar, cómo estas capacidades pueden alcanzarse en la práctica; estableciendo algún tipo de indicador, que pueda medir el grado de desarrollo de estas capacidades, con aplicaciones y personas reales.

21.4 Los modelos indigenistas¹⁴¹

El "vivir bien", es un modelo que se sustenta por el “sumaj q'amaña”¹⁴².

¹⁴⁰ Las cosas que se consigue producir en la vida y lo que se consigue que acontezca.

¹⁴¹ La investigación respetó la escritura de las fuentes en los términos originarios.

El q'amaña, se relaciona con el vivir y el sumaj, se refiere a lo bueno; es decir, la vida medida de modo ético y estético. El vivir bien, es una normativa relacionada con el hecho de vivir; no como animales, sino como seres humanos. Vivir bien, significa vivir en la verdad; el que vive bien, camina el camino de los justos, el qapaq ñan¹⁴³ (Baustista S., 2009).

Albó (2009), jesuita y antropólogo; argumenta que el sumaq qamaña, debería traducirse como el “buen convivir”, no solo entre personas, también con la naturaleza y la madre tierra (Pachamama¹⁴⁴). Tiene un fuerte componente ético y espiritual. Lo importante para vivir y convivir bien, no está referido a lo económico; ni al crecimiento, ni al lucro. De la prioridad económica, se va a la humana, insertándola en lo cósmico; que genera un sentido más incluyente; sólo así, es comprensible el convivir bien.

El “buen vivir”, es la construcción colectiva de pueblos, nacionalidades, misiones y esperanzas colectivas; de crear y recrear. El buen vivir, tiene que ver con todos los aspectos de la vida; no sólo con la defensa de la madre tierra y su relación con el hombre; sino, con la relación del hombre con el hombre y con el conjunto de la sociedad. El buen vivir, tiene que ver con la buena alimentación, el buen dormir, el buen bailar o danzar; en el mundo andino, el trabajo, es una alegría y no un castigo (Palacios Panez, 2010).

Macas (2010), líder indígena ecuatoriano, indica que el sumak kawsay¹⁴⁵ (buen vivir), es algo que se origina en la vida, en la práctica, en la cotidianidad de los pueblos. El sumak, se refiere a la plenitud, lo excelente, magnífico y superior. El kawsay, es la vida en plenitud; en excelencia material y espiritual; es dinámico, cambiante, no es una cuestión pasiva. La magnificencia y lo sublime; queda expresado en la armonía, el equilibrio interno y externo de una comunidad; donde la perspectiva estratégica es alcanzar lo superior.

Huanacuni (2010), indígena aymara¹⁴⁶ boliviano, señala que la gente debe ir hacia el camino sagrado (el taki¹⁴⁷); es allá donde aparece el allin kausay (quechua¹⁴⁸) o el sumak qamaña (aymara); términos que en castellano significan vivir bien. El vivir bien, permite vivir en armonía y equilibrio; armonía con la madre tierra (la pachamama), con el cosmos, con los ciclos de la vida y con la historia. Choquehuanca Céspedes (2011), canciller de Bolivia, manifiesta que el vivir bien, no es un vivir mejor a costa del otro; sino basado en la vivencia de los pueblos; es vivir en comunidad, en hermandad y complementariedad. En el vivir bien, lo más importante, es la comunidad; no así la persona, considerada individualmente. El vivir bien, construye soberanía; donde las decisiones se realizan por consenso, donde los conflictos, se resuelven mediante el consenso comunal; no mediante la democracia, la que somete minorías a las mayorías.

¹⁴² Términos originario que significa vivir bien.

¹⁴³ *Ibidem*.

¹⁴⁴ Significa la madre tierra.

¹⁴⁵ *Ibidem*.

¹⁴⁶ Idioma originario.

¹⁴⁷ Término aymara.

¹⁴⁸ Idioma originario.

Tortosa Blasco (2011), en la revista *Obets*, destaca al buen vivir (*Sumak kawsay* en quechua ecuatoriano), como idea de una vida no mejor, ni en continuo desvivir por mejorarla; sino, simplemente buena, en términos definidos por la propia cultura. El vivir bien (*suma qamaña* en el aymara boliviano), genera un elemento comunitario, que bien podría traducirse como el buen convivir; sería la sociedad buena para todos, con suficiente armonía y respeto a la madre tierra. El vivir bien / buen vivir, es algo que aún no está bien definido; sus contenidos, fluctúan de un autor a otro y también de una cultura a otra; su construcción conceptual, está aún en camino. Probablemente, una forma de avanzar en esta construcción, sea la definición de variables e indicadores, donde será imposible soslayar la necesidad del crecimiento (económico); pero tal vez disolverlo con otras variables, acordes con la visión del mundo andino. Para poder realizar una medición del enfoque, es preciso contar con una definición, que favorezca los intentos de medirla. Eso pretende significar, el “caminar con los dos pies”; donde la teoría y el empirismo entren de apoyo mutuo.

21.5 El enfoque del “vivir bien”

Al empezar el gobierno de Evo Morales, en Bolivia, el 2006; se formuló un Plan Nacional de Desarrollo (PND), basado en el slogan “Bolivia digna, soberana, productiva y democrática para vivir bien”; los lineamientos estratégicos de dicho plan, se destacan en los siguientes puntos:

El plan, se centra en la supresión de las causas, que originaron la desigualdad y exclusión social en el país; cambiando el patrón primario exportador; los fundamentos que lo sustentaban y los mecanismos sociales, económicos y políticos.

El vivir bien, interpreta la satisfacción compartida de las necesidades humanas; más allá del ámbito material y económico; incluye, la afectividad, el reconocimiento y prestigio social.

El Estado, según el vivir bien, es concebido como potencia transformadora del cambio; restableciendo sus funciones económicas de producción, infraestructura, comercialización y financiamiento.

Se presenta una nueva dimensión, fundamental para la constitución de un desarrollo alternativo; la democratización de la propiedad, asociada con la democratización del ingreso y empleo; como principal instrumento para contrarrestar la desigualdad e inequidad social.

El PND propone cuatro elementos estratégicos:

Bolivia digna, que erradique la pobreza y toda forma de exclusión, discriminación, marginación y explotación.

Bolivia democrática y participativa, basada en la sociedad plurinacional y comunitaria.

Bolivia productiva, que transforma su matriz productiva, en el marco del nuevo patrón de desarrollo.

Bolivia soberana, que toma decisiones propias y autónomas; a partir de sus necesidades, perspectivas e identidades.

El PND, describe algunos indicadores sociales, como: la pobreza moderada; la pobreza extrema; la tasa de crecimiento del PIB per cápita; el coeficiente de Gini; diferencias de ingresos entre el 10% más rico con el 10% más pobre; tasa de empleo; acceso al agua potable y saneamiento; dotación de energía eléctrica; acceso a viviendas; cambios en la matriz energética; tratamiento de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales.

Las políticas sociales, como objetivos de desarrollo en el largo plazo, están orientadas a erradicar la pobreza; mediante la implementación de políticas nacionales de desarrollo integral; que contribuyan a generar un patrón equitativo de distribución del ingreso, riqueza y oportunidades. (Ministerio de Planificación del Desarrollo, 2006).

Posteriormente, el 2010, en Bolivia, se implementa el Programa de Gobierno MAS-IPSP¹⁴⁹; donde se destacan algunos avances logrados, en los cuatro primeros años de gobierno (2006/2009); en áreas políticas, sociales y económicas.

21.6 El enfoque del “buen vivir”

La Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), en febrero del 2009, presenta el Plan Nacional de Desarrollo del Ecuador 2009-2013, El plan, con un marco conceptual y bibliográfico vasto, esboza aproximaciones del “buen vivir”; en sustitución del modelo capitalista de mercado (SENPLADES, 2009).

El enfoque del buen vivir, surge como consecuencia de que el “desarrollo” ingresó en una profunda crisis; por ello, se vio imprescindible impulsar nuevos modos de producción, consumo y organización de vida; surgiendo el planteamiento de desarrollo humano, en contra de los mercados o la simple producción; por ello, interesa el nivel de vida y no así el PIB; se enfatiza en la calidad de vida, como proceso de ampliación de oportunidades y capacidades humanas; dirigido a satisfacer necesidades de índole diversa como afecto, subsistencia, participación, libertad, identidad, entre otras.

El *sumak kawsay*, inserto en la Constitución Política del Estado de Ecuador, va en contra de la relación dicotómica entre Estado y mercado, propone una relación entre Estado, mercado, sociedad y naturaleza.

El *sumak kawsay*, plantea mejorar la calidad de vida de la población; desarrollando sus capacidades y potencialidades a partir de un sistema económico; que promueva la igualdad, mediante la redistribución social y territorial, de los beneficios que genere el desarrollo; garantizando la soberanía nacional, promoviendo la integración latinoamericana y protegiendo la diversidad cultural.

El plan concibió los siguientes objetivos: auspiciar la igualdad; mejorar las capacidades y potencialidades de la ciudadanía; mejorar la calidad de vida de la población; garantizar los derechos de la naturaleza; garantizar la soberanía y la paz; garantizar el trabajo estable, justo y digno; construir y fortalecer espacios públicos, interculturales y de encuentro común; afirmar y fortalecer la identidad nacional; garantizar la vigencia de los derechos y la justicia; garantizar el acceso a la participación pública y política; establecer un sistema económico social, solidario y sostenible; y construir un Estado democrático para el buen vivir (SENPLADES, 2009).

¹⁴⁹ Siglas del partido político que gobierna en Bolivia desde el 2006.

El plan de desarrollo, partió de un diagnóstico crítico, de la evolución de los procesos económicos, sociales y políticos que caracterizó al fallido desarrollo del Ecuador, en las últimas décadas. El Plan definió 12 estrategias de cambio y también 12 objetivos.

21.7 Dimensiones y cifras

Para complementar la descripción conceptual, se presenta una comparación de las dimensiones que consideran algunos trabajos empíricos sobre bienestar social y calidad de vida.

¿Será posible elaborar un posterior índice, que considere estas dimensiones, partiendo de determinadas coincidencias, expresadas en las políticas del vivir bien y buen vivir?

En el Cuadro 21.1, algunas dimensiones, tuvieron que considerarse a partir de su aproximación conceptual; tal el caso, de las condiciones de hábitat de Pena, con la dimensión de medio ambiente físico de la OCDE. Por otra parte, el enfoque de Setién, se refiere a un indicador de calidad de vida; el resto, trata sobre indicadores de bienestar social.

Cuadro 21.1 Dimensiones sobre bienestar social, calidad de vida

Dimensiones	OCDE (I)	Pena (II)	Zarzoza (III)	INE España (IV)	Setién (V)	Enfoque andino
Salud	✓	✓	✓	✓	✓	?
Educación	✓	✓	✓	✓	✓	?
Empleo	✓	-	✓	✓	✓	?
Tiempo libre	✓	-	-	✓	✓	?
Capacidad adquisitiva	✓	✓	✓	✓	✓	?
Medio ambiente físico	✓	✓	✓	✓	✓	?
Entorno social	✓	-	-	✓	✓	?
Seguridad	✓	-	-	✓	✓	?
Nivel sanitario	-	✓	-	-	-	?
Oportunidades sociales, participación	-	-	-	✓	✓	?
Familia	-	-	-	-	✓	?
Religión	-	-	-	-	✓	?
Política	-	-	-	-	✓	?

Fuente: Elaboración propia.

(I) OCDE (1985, pp. 26–27).

(II) Pena Trapero (1977, pp. 145–146).

(III) Zarzoza Espina (1996, pp. 177–178).

(IV) Instituto Nacional de Estadística (España) (1981, pp. 57–79).

(V) Setién (1993, p. 146).

También se elaboró el Cuadro 21.2 con el índice de desarrollo humano (IDH) de Bolivia y Ecuador a partir de 1980, comparándolo con el IDH promedio de Latinoamérica.

Cuadro 21.2 Índice de Desarrollo Humano (IDH) - Bolivia, Ecuador y Latinoamérica

País/Región	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Bolivia	0.507	0.527	0.560	0.587	0.612	0.649	0.650	0.645	0.651	0.656	0.660	0.663
Ecuador	0.591	0.614	0.636	0.659	0.668	0.695	0.698	0.702	0.714	0.716	0.718	0.720
Latinoamérica	0.582	0.604	0.624	0.650	0.680	0.703	0.708	0.715	0.720	0.722	0.728	0.731

Fuente: Elaboración propia en base a datos del PNUD

El IDH, es un indicador que maneja NNUU, como alternativa a las tradicionales medidas de desarrollo, como nivel de ingresos y tasa de crecimiento económico. El IDH, se muestra entre valores de 0 y 1, siendo 0 la calificación más baja y 1 la más alta.

Este indicador único, sirve como marco de referencia para medir tanto el desarrollo social, como el económico.

El indicador, está formado por 3 dimensiones: “salud”, con su indicador de esperanza de vida al nacer; “educación”, con sus indicadores tasa de alfabetización de adultos y tasa de matriculación en educación primaria, secundaria y superior; y el “estándar de vida”, con su indicador de PIB per cápita.

El Cuadro 21.2, permite apreciar que tanto Bolivia como Ecuador, mantienen un crecimiento sostenido desde 1980; sin embargo, conviene destacar que a partir de 2006, se da un ligero incremento del índice, en ambos países.

Ecuador presenta un IDH superior al de Bolivia, desde 1980 hasta 2011.

Se adiciona, un análisis en ambos países con el índice de Gini; medida de desigualdad, que resume la forma en que están distribuidos los ingresos entre un conjunto de individuos, respecto a una distribución con perfecta igualdad. Se expresa en un intervalo de 0 a 1; donde 0, significa completa igualdad de ingresos y 1 completa desigualdad.

Cuadro 21.3 Índice de Gíni – Bolivia.

Años	Total	Urbano	Rural
1999	0.5800	0.4900	0.6500
2000	0.6300	0.5400	0.6900
2001	0.5900	0.5300	0.6400
2002	0.6100	0.5400	0.6100
2005	0.6000	0.5400	0.6200
2006	0.5900	0.5300	0.6400
2007	0.5600	0.5100	0.6400
2008	0.5300	0.4800	0.5600
2009	0.5000	0.4500	0.5300

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE (2012).

Del Cuadro 21.3, se advierte en Bolivia; entre 1999 a 2006, un incremento del índice en 1 punto; mientras que entre 2006 a 2009, reduce 9 puntos.

Estas cifras cambian por sectores; en el área urbana, entre 1999 a 2006, el índice se incrementa 4 puntos, mientras que entre 2006 a 2009, reduce 8 puntos; en el área rural, entre 1999 a 2006 el índice baja un punto y entre 2006 a 2009, disminuye 11 puntos.

Cuadro 21.4 Índice de Gíni – Ecuador.

Años	Total	Urbano	Rural
2003	0.6270	0.6220	0.5070
2004	0.6060	0.5780	0.5790
2005	0.5480	0.5250	0.4940
2006	0.5395	0.5100	0.5050
2007	0.5509	0.5200	0.5010
2008	0.5146	0.4800	0.4790
2009	0.5038	0.4800	0.4550
2010	0.5046	0.4900	0.4410
2011	0.4730	0.4410	0.4560

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Senplades e Inec (2011).

En Ecuador, según el Cuadro 21.4, entre 2003 a 2006, el índice reduce 8.7 puntos y entre 2006 a 2011, disminuye 6.6 puntos. En el área urbana, el índice entre 2003 a 2006, reduce 11.2 puntos y entre 2006 a 2011, baja 6.9 puntos; en tanto que en el área rural el índice disminuye entre 2003 a 2006 2 puntos, entre 2006 a 2011, disminuye 4.9 puntos.

21.8 Conclusiones

Los modelos del “vivir bien” y “buen vivir”, conforme a su estructura conceptual; están direccionados hacia el bienestar del hombre, como eje central de la nueva concepción; al Estado se le asigna un rol dinámico en la economía; el mercado pierde su hegemonía y se destaca la protección de la naturaleza.

Si bien es cierto que el sustento teórico del “vivir bien” y “buen vivir”, está aún en construcción; la tendencia, se orienta a generar una sociedad más equitativa y con menor disparidad, en el campo económico, social y político.

Revisando aproximaciones conceptuales de las necesidades humanas y del bienestar social; se aprecian coincidencias con la literatura de los enfoques indigenistas; ambas, tienden al mejoramiento de la vida humana; enfatizando en dimensiones como: salud, educación, medio ambiente, seguridad y participación ciudadana.

En Bolivia y Ecuador, el IDH, señala una tendencia creciente; sin embargo, comparándolo con el IDH promedio de Latinoamérica, ambos países se sitúan por debajo de esa media.

El cálculo del IDH, toma en cuenta dimensiones como educación, salud e ingreso; este procedimiento es criticado, no sólo por la manera de restringir a tan sólo tres dimensiones; sino, a la manera arbitraria de efectuar su ponderación del índice.

Las cifras del índice de Gini, muestran una mejoría en la distribución de ingresos en ambos países, con una incidencia mayor a partir del 2006.

Finalmente, el enfoque indigenista, probablemente tienda hacia el bienestar social; no obstante, el análisis debería complementarse de manera integral; incluyendo en primer término, una selección de otras dimensiones que constituyen el IDH y el índice de Gini; como empleo, medio ambiente, entorno social, participación ciudadana, seguridad y política; en segundo término, desarrollar un indicador compuesto de bienestar social, que contemple las dimensiones e indicadores necesarios; para posteriormente elaborar un modelo idóneo, que permita aproximar su medición; con una adecuada agregación y posterior ponderación.

Referencias

Albó, X. (2009, noviembre 19). Bolivia: Planificando el «Vivir Bien». Revista SERVINDI. Recuperado a partir de <http://servindi.org/actualidad/opinion/19159>

Alemán Bracho, M. del C., & García Serrano, M. (1999). Fundamentos de bienestar social. Valencia: Tirant lo Blanch.

Alguacil Gómez, J. (2000). Calidad de vida y praxis urbana: nuevas iniciativas de gestión ciudadana en la periferia social de Madrid. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.

Choquehuanca Céspedes, D. (2011, marzo 23). Vivir bien y NO mejor. Revista SERVINDI. Comunicación intercultural. Recuperado a partir de <http://servindi.org/actualidad/41823>

Colegio Nacional de Doctores y Licenciados en Ciencias Políticas y Sociología. (1987). Conceptos básicos del bienestar social. España: El Colegio.

Cortina, A. (2009). La pobreza como falta de libertad. Pobreza y libertad: erradicar la pobreza desde el enfoque de las capacidades de Amartya Sen (pp. 15–30). Madrid: Tecnos.

Díez Collado, J. R. (1994). El bienestar social: concepto y medida. Madrid: Editorial Popular.

Doyal, L., & Gough, I. (1994). Teoría de las necesidades humanas. Barcelona: Icaria.

Fascioli, A. (2009). Esferas, reconocimiento y capacidades básicas. Pobreza y libertad: erradicar la pobreza desde el enfoque de las capacidades de Amartya Sen (pp. 115–136). Madrid: Tecnos.

Heller, A. (1996). Una Revisión de la teoría de las necesidades. Barcelona: Paidós.

INE, B. (2012). Índice de Gini en Bolivia. Recuperado a partir de <http://www.ine.gob.bo/indice/EstadisticaSocial.aspx?codigo=30601>

Instituto Nacional de Estadística (España). (1981). Medida del bienestar social: Progresos realizados en la elaboración de los indicadores sociales. Madrid: Instituto Nacional de Estadística.

Korsgaard, C. M. (1996). Comentario a «¿Igualdad de qué?» y a «Capacidad y bienestar». La calidad de vida (pp. 84–94). México: Fondo de Cultura Económica.

Macas, L. (2010, enero 28). Debate sobre buen vivir. Armonía de la comunidad con la naturaleza. Revista SERVINDI. Comunicación intercultural. Recuperado a partir de <http://servindi.org/actualidad/opinion/21763>

Maslow, A. H. (1991). Motivación y personalidad. Madrid: Díaz de Santos.

Max-Neef, M. (1994). Desarrollo a escala humana: conceptos, aplicaciones y algunas reflexiones. Barcelona: Icaria.

Ministerio de Planificación del Desarrollo. (2006, junio). Plan Nacional de Desarrollo (PND) - Bolivia 2006-2010.

NNUU. (2011). Objetivos de Desarrollo del Milenio. Informe 2011. Nueva York: Naciones Unidas. Recuperado a partir de http://unstats.un.org/unsd/mdg/Resources/Static/Products/Progress2011/11-31342%20%28S%29%20MDG%20Report%202011_Book%20LR.pdf

NNUU, & CEPAL. (2001). El método de las necesidades básicas insatisfechas (NBI) y sus aplicaciones en América Latina. Serie Estudios Estadísticos y Prospectivos. Santiago: CEPAL.

NNUU, & CEPAL. (2012). Panorama social de América Latina, 2011. Santiago: CEPAL.

Nussbaum, M. C., & Sen, A. (1996). *La calidad de vida*. México: Fondo de Cultura Económica.

OCDE. (1985). *Lista OCDE de indicadores sociales*. Madrid: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

Palacios Panez, M. (2010, febrero 9). *El buen vivir. Una construcción colectiva*. Revista SERVINDI. Comunicación intercultural. Recuperado a partir de <http://servindi.org/actualidad/22022>

Pena Traperero, J. B. (1977). *Problemas de la medición del bienestar y conceptos afines: (una aplicación al caso español)*. Madrid.

Pinilla Pallejà, R. (2006). *Más allá del bienestar: La renta básica de la ciudadanía como innovación social basada en la evidencia*. Barcelona: Icaria.

Reyes Morel, A. (2009). *Comunidades de significación como capacidades colectivas. Pobreza y libertad: erradicar la pobreza desde el enfoque de las capacidades de Amartya Sen (pp. 33–55)*. Madrid: Tecnos.

Sen, A. (1976). *Elección colectiva y bienestar social (Alianza.)*. Madrid: Alianza.

Sen, A. (1996). *Capacidad y Bienestar. La calidad de vida (pp. 54–83)*. México: Fondo de Cultura Económica.

Sen, A. (1997). *Bienestar, justicia y mercado*. Barcelona: Paidós.

Sen, A. (1999). *Nuevo examen de la desigualdad*. Madrid: Alianza.

Sen, A. (2001). *El nivel de vida: Conferencia II, vidas y posibilidades. El nivel de vida (pp. 30–58)*. Madrid: Editorial Complutense.

SENPLADES. (2009). *Plan Nacional para el Buen Vivir 2009 -2013*.

Setién, M. L. (1993). *Indicadores sociales de calidad de vida: Un sistema de medición aplicado al País Vasco*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas□: Siglo XXI de España Editores.

Siurana, J. C. (2009). Reducción de la pobreza y promoción de la libertad desde la ética del discurso. *Pobreza y libertad: erradicar la pobreza desde el enfoque de las capacidades de Amartya Sen* (pp. 137–147). Madrid: Tecnos.

Sotelsek Salem, D. (2002). Estado de bienestar y políticas públicas. *Apuntes sobre bienestar social* (pp. 39–67). Alcalá de Henares: Universidad de Alcalá, Servicio de Publicaciones.

Tortosa Blasco, J. M. (2011). Vivir bien, buen vivir: caminar con los dos pies. *OBETS: Revista de Ciencias Sociales*, 6(1), 13–18.

Zarzosa Espina, P. (1996). *Aproximación a la medición del bienestar social*. Valladolid: Secretariado de Publicaciones e Intercambio Científico, Universidad de Valladolid.

Capítulo 22

Un modelo de optimización para la economía mexicana

Oscar Fernández

O.Fernández

Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESE-IPN, Plan de Agua Prieta 66, Unidad Profesional Lázaro Cárdenas, Col. Plutarco Elías Calles, Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11350, México, Distrito Federal.

oscar.fernandez@inegi.org.mx

M.Ramos, F.Miranda (eds.) *Optimización-Estocástica-Recursiva-Coherente-Sistémica y sus variantes (probabilidad, econometría y estadística aplicada)*, Temas Selectos de Optimización-©ECORFAN-Santiago de Compostela, España, 2012.

Abstract

Mexico is characterized as part of the group of developing countries. There is a dual labor market in which coexist a formal economy, whose workers have access to social insurance, as well as to funds of pensions, and an informal sector with more than 28% of labor force. Informal sector produces around 12% of gross domestic product. Workers of Informal sector do not have social insurance, and their productivity and income are smaller than those of the formal sector. To research characteristics of labor market, considering the duality of it, allows to establish some recommendations to improve the operation of this market. A set of theories related to labor market and economic growth are discussed. In this research, Arthur Lewis' dual theory is partially taken to study economic conditions of developing countries like Mexico. A mathematical model considering a dual system of labor market is proposed. The economy is divided into formal and informal sectors, and is applied an algorithm of stochastic dynamic optimization; this model allows to analyze the particular characteristics of Mexican economy.

22 Introducción

En el momento de plantearse la construcción de un modelo matemático para representar una realidad cualquiera, lo primero es sin duda ubicar con claridad que es lo que se desea modelar (Castillo, 2009), Este trabajo pretende modelar el funcionamiento de la economía mexicana en su recorrido a lo largo del tiempo.

Esta investigación parte del supuesto de que tanto la teoría Neoclásica como la Keynesiana no son adecuadas para describir el funcionamiento del mercado laboral y de la economía de México, pues fueron pensadas para economías desarrolladas y de pleno empleo el cual no es el caso de México, en las realidades económicas que esos mercados describen todo mundo que proviene de los hogares y busca empleo en las empresas y entidades jurídicas y sociales puede obtenerlo, excepto desde luego el desempleo natural compuesto básicamente por el desempleo friccional. En esas economías desarrolladas y de pleno empleo se habla en automático de empleo protegido, lo que implica que los trabajadores cuentan con prestaciones laborales como aguinaldo y vacaciones, con seguros médicos que cubren además los riesgos de trabajo y la maternidad; con acceso a los fondos de retiro que garantizan una vejez con un ingreso pensionario que permite un nivel de vida decoroso para la población adulta mayor; todos los elementos anteriores se establecen en contratos formales y por escrito; los trabajadores que por alguna circunstancia se quedan sin empleo acuden al seguro de desempleo que actúa como estabilizador automático y les garantiza un ingreso suficiente en monto y en duración para que puedan buscar otro empleo. En los países en vías de desarrollo, la mayoría de los trabajadores no cuentan con esas prestaciones; lo anterior implica que deben construirse modelos que reflejen fielmente el comportamiento de estas economías.

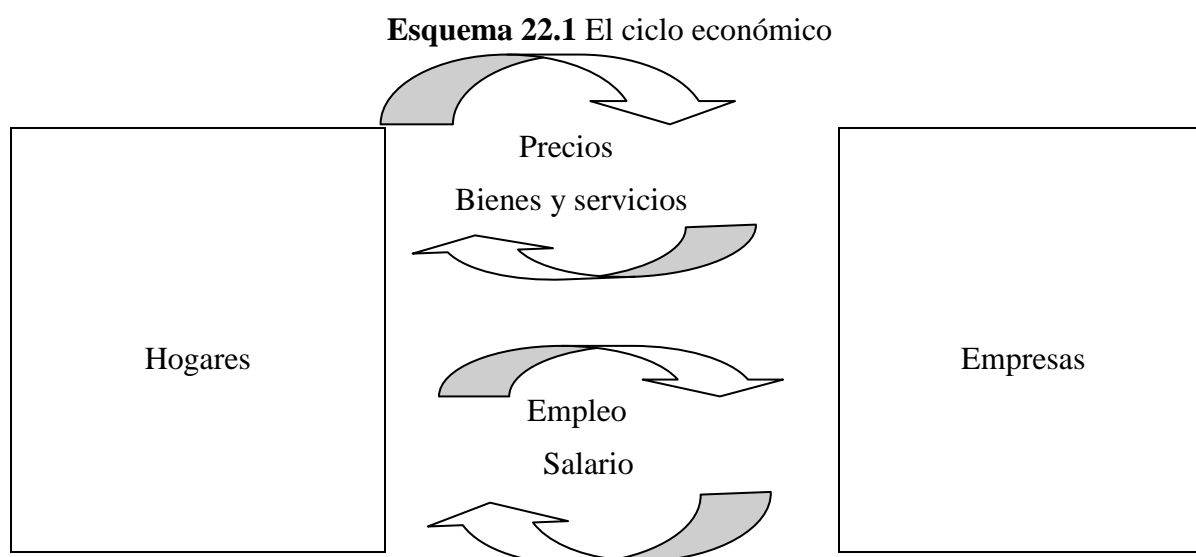
Es importante mencionar que en el proceso de crecimiento económico, intervienen varios factores como el capital, el trabajo y la tecnología. Se consideran en esta investigación las teorías sobre el crecimiento de varios autores, retomando los elementos teóricos que puedan tener aplicación en el caso particular de la economía mexicana.

La intención es hacer una propuesta específica de modelado de crecimiento económico adecuado para México, país en donde el sector institucional de los hogares ocupa cerca de la mitad de la población trabajadora, el sector informal más de la cuarta parte de la fuerza de trabajo y más de 60% de los ocupados no cuentan con seguridad social como prestación por su trabajo.

Enfoques teóricos sobre crecimiento económico y mercado laboral

22.1 El sistema económico y las teorías sobre el crecimiento

En este caso la intención es representar en un esquema teórico la realidad económica cotidiana de los países, y concretamente la interacción entre los agentes fundamentales de la economía que son las empresas y los hogares. La siguiente figura muestra en forma esquemática esa relación.



Fuente: Elaboración propia con base en: ONU, (1993). *Sistema de Cuentas Nacionales* (Traducción de CEPAL)

Las empresas tienen como función social la producción de bienes y servicios (ONU, 1998) que son satisfactores de las necesidades humanas de alimentación, vivienda, vestido, transporte, servicios personales, educación, etc.

Los hogares son las unidades económicas consumidoras en las que está estructurada la población residente en un país, y son unidades económicas cuyos integrantes se organizan de cierta manera para trabajar y obtener ingresos que permitan su sustento cotidiano y su reproducción para que la sociedad siga existiendo.

Entre las empresas y los hogares se generan dos mercados (Dernburg, 1990): en primer lugar el mercado de bienes y servicios en el cual las empresas aportan a los hogares los bienes que produjeron para que éstos satisfagan sus necesidades cotidianas, a cambio, los hogares deben pagar por esos bienes y servicios una contraprestación determinada en el sistema de precios que se establece en la interacción de la oferta y demanda de esos bienes y servicios.

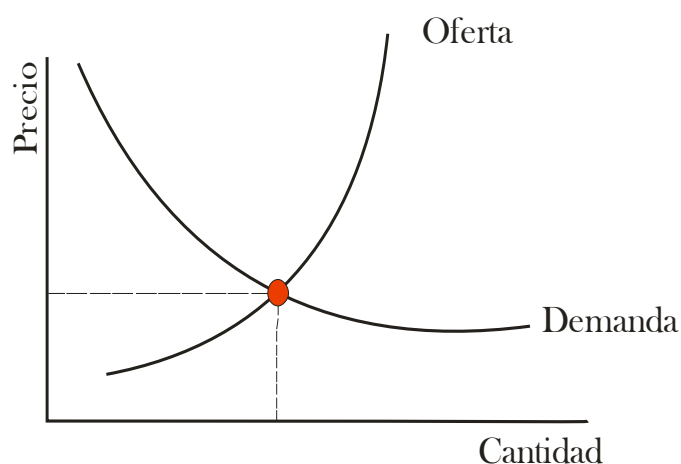
Por otro lado para que las empresas puedan producir los bienes y servicios necesitan contratar trabajadores y para que las familias obtengan ingresos para comprar los bienes y servicios necesitan trabajar en las empresas a cambio de un salario que representa el ingreso mencionado anteriormente y que hace posible su sustento cotidiano y su reproducción a lo largo del tiempo (Romer, 2006).

Este es precisamente el mercado de factores de producción en el que los hogares proporcionan factores de producción a las empresas a cambio de un ingreso; los factores son; capital que tienen ahorrado y que sirve para financiar a las empresas; o la renta de edificios y terrenos para que las empresas establezcan sus unidades productivas; y trabajo, que es el factor más importante que proporcionan los hogares y es en este aspecto, donde se centra la atención de este trabajo: el mercado laboral.

22.2 Enfoque teórico de Marshall para el mercado de bienes y servicios

Se debe a Alfred Marshall el planteamiento sistemático y coherente de un marco teórico para el mercado de bienes y servicios (Dornbusch, 1990), el cual se presenta a continuación. La oferta es la cantidad de productos satisfactorios que puede obtener el sistema económico dados los recursos y la tecnología de que dispone, la curva de oferta representa la cantidad de producción que están dispuestos a ofrecer las empresas a cada nivel dado de precios. La demanda es la cantidad de bienes y servicios que están dispuestos a adquirir los consumidores en cada nivel de precios dado.

Gráfica 22.1 Enfoque teórico desarrollado por Alfred Marshall para el mercado de bienes y servicios en una economía competitiva



Fuente: Dornbusch, Rudiger, Stanley Fisher y Richard Starts. *Macroeconomía*

En este enfoque teórico se tiene una curva de pendiente positiva representando a la producción y oferta de bienes y servicios, por otro lado, la demanda está representada por una curva de pendiente negativa, lo cual implica que la cantidad que se demanda de un artículo, baja cuando su precio es mayor y disminuye, por el contrario cuando los precios bajan la demanda de ese bien o servicio es mayor.

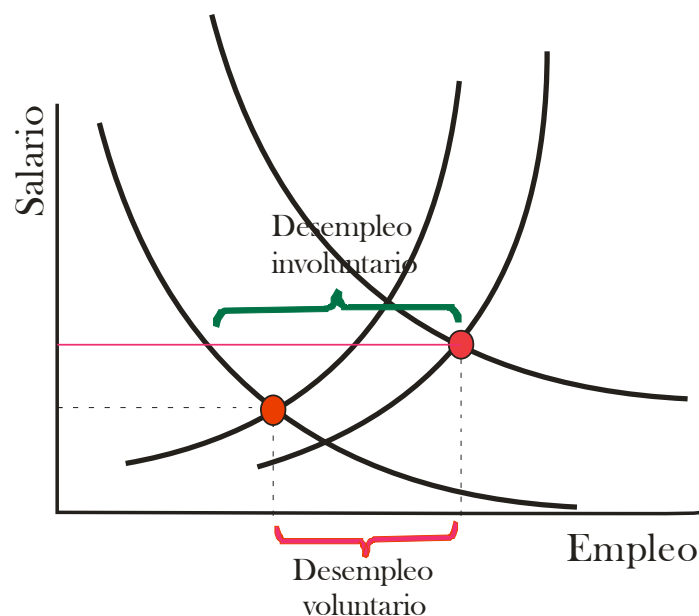
22.3 Enfoque neoclásico del mercado laboral

En cuanto al mercado laboral se tienen básicamente dos teorías: el enfoque teórico neoclásico y el keynesiano.

Se analizan en primer lugar los fundamentos en que se basa la teoría neoclásica (Duilio, 1995).

En la figura se presentan las funciones de demanda y oferta de mano de obra, la tasa real de salarios se mide en el eje vertical y la cantidad de mano de obra o nivel de empleo se mide en el eje horizontal, la curva de demanda para la mano de obra está negativamente inclinada de acuerdo con la suposición de que existen rendimientos decrecientes a escala. La curva de oferta tiene una pendiente positiva bajo el supuesto de que se requerirá una tasa de salarios más alta para conseguir un número mayor de trabajadores.

Gráfica 22.2 Teoría neoclásica del mercado laboral



Fuente: Dernburg, Thomas y Duncan McDougall. *Macroeconomía, Medición análisis y control de la actividad económica agregada*

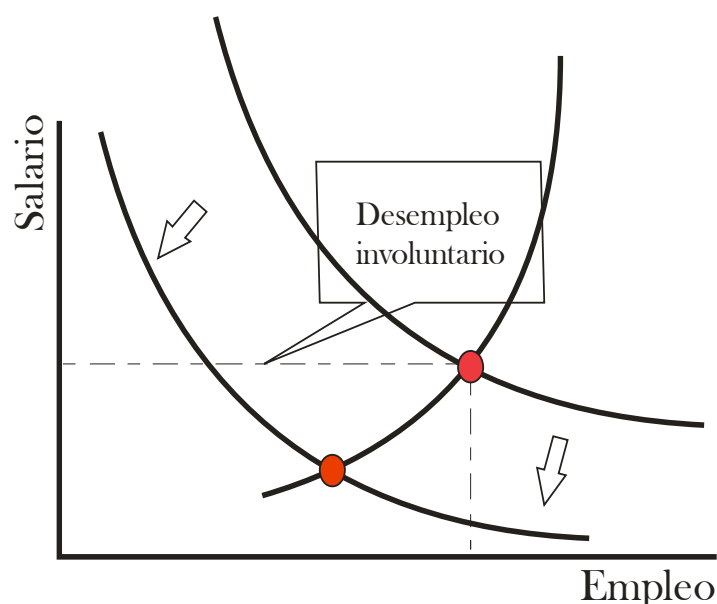
La teoría neoclásica establece que el mercado laboral es esencialmente similar al mercado de bienes y servicios y en este caso la oferta está representada por el conjunto de trabajadores que ofrecen su fuerza de trabajo a las empresas y la demanda está representada por las solicitudes de las empresas para contratar trabajadores.

Con base en las interacciones oferta-demanda, en este modelo se determina la cantidad de trabajadores contratados en la economía que es el nivel de empleo en un momento dado, y también se determinan los precios que en este caso están representados por los salarios que se pagan en el sistema económico. Cuando por alguna circunstancia disminuye la demanda de trabajadores y se genera un nivel de equilibrio más bajo, los empresarios ofrecerán un salario menor a los trabajadores y habrá un número determinado de trabajadores que no querrán trabajar por ese salario generándose así lo que se llama el desempleo voluntario. Por otro lado debido a que existe un cierto nivel de rigidez en los salarios los cuales no se ajustan en el corto plazo, con un nivel de salario más alto que el de equilibrio los empresarios deciden contratar a menos trabajadores, y se genera de esta manera el desempleo involuntario.

22.4 Enfoque keynesiano del mercado laboral

El marco teórico keynesiano del mercado laboral es básicamente un enfoque que considera que los desajustes temporales en el mercado laboral se deben a las bajas en la demanda en el mercado de bienes y servicios. Para Keynes el volumen de ocupación general en la economía en un momento dado estará determinado por el nivel general de producción u oferta global y por el nivel de la demanda global de bienes y servicios (Dernburg, 1990). Es por lo tanto la demanda efectiva la variable principal que viene a determinar el nivel de empleo de los recursos en la economía y en este caso de los recursos humanos empleados.

Gráfica 22.3 Teoría keynesiana del mercado laboral



Fuente: Dernburg, Thomas y Duncan McDougall. *Macroeconomía, Medición análisis y control de la actividad económica agregada*

En el enfoque teórico keynesiano, básicamente se considera el desempleo involuntario pues parte del supuesto de que los salarios son rígidos en el corto plazo, en esta circunstancia los empresarios al ver que se han caído sus ventas deciden contratar a menos trabajadores. Keynes considera que para reducir ese nivel de desempleo involuntario y regresar al pleno empleo es necesario aumentar la demanda agregada de bienes y servicios. Recomienda Keynes también que ese impulso a la demanda agregada se haga por medio de la intervención del estado vía expansión del gasto público. Si aumenta la demanda agregada de bienes y servicios en las economías desarrolladas, los empresarios deberán contratar más trabajadores para producir esos bienes y servicios y la economía se moverá nuevamente al nivel del pleno empleo.

Para terminar este apartado es conveniente mencionar que tanto en el enfoque teórico neoclásico como keynesiano los desajustes son temporales o coyunturales y a la larga todos los mercados se equilibran. También es necesario aclarar que tanto las teorías neoclásica como keynesiana están destinados a estudiar la situación económica de los países desarrollados como Inglaterra, Estados Unidos o Alemania y por lo tanto no reflejan adecuadamente la situación laboral y económica de países como México, por esta razón se expone más adelante un modelo del mercado laboral que se apega de manera más realista a la situación laboral y económica de este país.

22.5 Teorías sobre el crecimiento económico

En este caso se consideran conjuntamente el mercado de bienes y servicios y el mercado de factores. Aún cuando existen una gran cantidad de teorías para el crecimiento económico, en este trabajo se tomarán en cuenta solamente las más representativas, tanto en los países industrializados como en los países de bajo desarrollo económico.

22.6 Enfoque de Solow sobre el crecimiento económico

La primera teoría que se analiza es muy conocida y fue desarrollada a mediados del siglo pasado por el economista norteamericano Robert Merton Solow (1956). Esta teoría gira en torno de cuatro variables fundamentales: la producción (Y), el capital (K), el empleo (L), y (A) la tecnología o eficiencia del trabajo al utilizar el capital.

La función de producción tiene la siguiente forma:

$$Y(t) = F(K(t), A(t)L(t)) \quad (22.1.1)$$

Supuestos relacionados con la función de producción:

La hipótesis básica es que esta función es homogénea de grado uno, es decir tiene rendimientos constantes a escala en sus dos factores: capital y trabajo.

Lo cual implica por ejemplo que si se triplica el capital y la cantidad de trabajo efectivo manteniendo constante la productividad (A), el nivel total del producto deberá triplicarse también; en general si ambos factores se multiplican por una constante el nivel de producción total se multiplicará por esta constante.

$$F(cK, cAL) = cF(K, AL) \quad \text{para todo } c \geq 0 \quad (22.1.2)$$

Lo anterior se deriva de dos supuestos, primero que son economías suficientemente grandes como para que no haya ganancias extraordinarias resultado de la especialización de una industria en particular.

El segundo supuesto es que factores productivos distintos de trabajo y capital tales como la tierra y recursos naturales no tienen una influencia decisiva en el sistema. Se suponen rendimientos constantes a escala de capital y trabajo y se opera con una función de producción de la siguiente forma.

$$F\left(\frac{K}{AL}, 1\right) = \frac{1}{AL} F(K, AL) \quad (22.1.3)$$

Después de desarrollar el modelo conforme a los supuestos económico-matemáticos establecidos en su teoría, Solow llega a la ecuación siguiente:

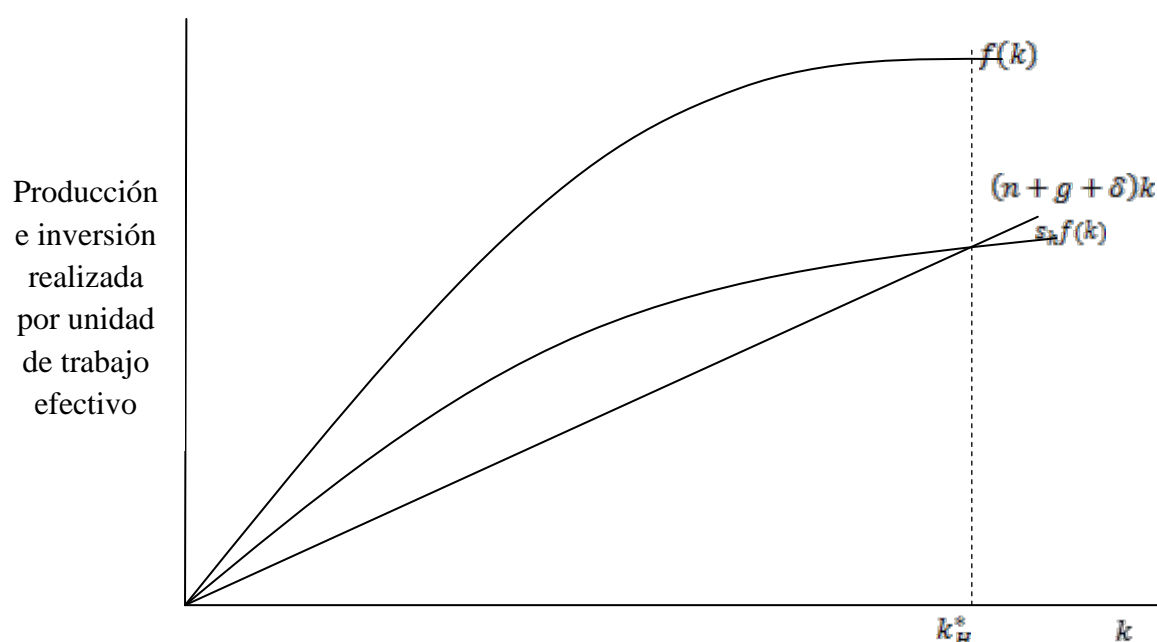
$$\dot{k}(t) = sf(k(t)) - (n + g + \delta)k(t) \quad (22.1.4)$$

Que se conoce como ecuación fundamental del crecimiento de Solow y nos dice que la tasa de cambio en el stock de capital per cápita es la diferencia entre dos términos: el primero $sf(k)$ es la inversión realizada per cápita; el segundo $(n+g+\delta)k$ es la depreciación o inversión de reposición, es decir el volumen de inversión necesario para que k se mantenga constante.

La grafica siguiente explica enfoque teórico de Solow, en ella se tiene k_H^* que es el capital por unidad de trabajo efectivo, en el cual se logra el equilibrio entre las funciones de depreciación $(n + g + \delta)k$, y de ahorro-inversión $s_H f(k)$, en este punto, que Solow llama estado estacionario teóricamente la economía alcanza el desarrollo económico con un nivel de producto per cápita $f(k)$ que ya no aumenta ni disminuye si no se mueven las variables exógenas que lo determinan, como la tasa de crecimiento de población o la tecnología.

En el punto en que se igualan la depreciación y la función de inversión-ahorro proyectado hacia arriba, se observa el nivel del PIB per cápita del estado estacionario el cual también permanece constante mientras no haya movimientos en las variables exógenas mencionadas.

Gráfica 22.4 Crecimiento económico en el enfoque de Solow



Para Solow, el supuesto básico es que la economía de un país determinado dispone en cualquier tiempo dado de cierta dotación de capital, trabajo y tecnología que interactúan en el proceso de producción de esa economía. La ecuación fundamental de Solow establece que mientras la tasa de ahorro e inversión sea mayor a la depreciación, los países podrán seguir invirtiendo y desarrollándose hasta llegar a un nivel de equilibrio estacionario en el cual el ingreso per cápita ya no aumenta más y se ha alcanzado el desarrollo económico, a este punto Solow lo llama: el estado estacionario. Se desprende de aquí una segunda conclusión que se ha llamado teoría de la convergencia, según la cual todos los países que se encuentra por abajo de este nivel de desarrollo tenderán hacia él mientras los países desarrollados que ya se encuentran en el estado estacionario ya no se mueven de ese punto, por lo tanto en el largo plazo es de esperarse que exista la convergencia y que en los países hoy atrasados haya crecimiento y alcancen a los países desarrollados, es decir convergen a un estatus de desarrollo económico o estado estacionario descrito por Solow.

Adicionalmente Solow considera que el crecimiento se debe principalmente al progreso técnico y que es este factor el que se debe impulsar de manera prioritaria si es que se quiere lograr el crecimiento económico.

Considera también que el crecimiento económico trae consigo desigualdades sociales y para contrarrestar esta situación se debe impulsar la educación masiva como una forma de escalamiento social que permita ir logrando la igualdad de las personas en la sociedad.

22.8 Enfoque teórico Ramsey-Cass-Koopmans (RCK) sobre crecimiento económico

Este enfoque teórico sobre el crecimiento económico fue creado por Frank P. Ramsey (1928) y perfeccionado por David Cass (1965) y Tjalling Koopmans (1965).

El enfoque de Ramsey se diferencia del marco teórico de Solow en que explícitamente modela la opción de consumo de los hogares en cada punto en el tiempo en un horizonte infinito, por lo que la tasa de ahorro es endógena

A diferencia de la teoría de Solow que pone el acento en los empresarios y en los inversionistas, el enfoque teórico RCK pone el acento en los hogares residentes es decir en las economías domésticas y proporciona un fundamento microeconómico al crecimiento económico.

En los hogares se encuentran los trabajadores quienes ofrecen a las empresas su trabajo y otros factores productivos que poseen, como capital, edificios y reciben a cambio sueldos, salarios y rentas con lo cual tienen una dotación de recursos para sufragar su consumo el cual debe ser optimizado de manera continua.

22.8.1 El comportamiento de los hogares

Los hogares distribuyen los ingresos que obtienen de las empresas entre el consumo y el ahorro con el objetivo de maximizar la utilidad.

La función de utilidad de los hogares tiene la forma siguiente:

$$U = \int_{t=0}^{\infty} e^{-\rho t} u(C(t)) \frac{L(t)}{H} dt \quad (22.1.5)$$

El consumo de los hogares en el tiempo nos informa de la utilidad que estos tienen en cada momento, la utilidad instantánea de cada uno de los hogares en el periodo adopta la siguiente forma.

$$u(C(t)) = \frac{C(t)^{1-\theta}}{1-\theta}, \quad \theta > 0 \quad (22.1.6)$$

Es necesario considerar también el comportamiento conjunto de los hogares y las empresas en la interacción económica que cotidianamente realizan.

Las empresas y los hogares toman decisiones en función de una tasa de interés real definida por la siguiente expresión:

$$r(t) = f'(k(t)) \quad (22.1.7)$$

Por otro lado la productividad marginal del trabajo determina en un mercado de factores competitivos el salario real que perciben los miembros de los hogares por su trabajo cuya expresión matemática es esta:

$$W(t) = A(t)[f(k(t)) - k(t)f'(k(t))] \quad (22.1.8)$$

Por lo tanto la unidad de salario efectivo es:

$$w(t) = f(k(t)) - k(t)f'(k(t)) \quad (22.1.9)$$

Por otro lado se tiene la restricción presupuestaria de las economías domésticas a la cual deben sujetarse para poder maximizar la utilidad total de su consumo; la restricción presupuestaria de los hogares está definida por la siguiente expresión.

$$\int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)} C(t) \frac{L(t)}{H} dt \leq \frac{K(0)}{H} + \int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)} W(t) \frac{L(t)}{H} dt \quad (22.1.10)$$

22.8.3 El comportamiento del capital

Por otro lado, para la teoría del crecimiento RCK la formación bruta de capital igual que en Solow es igual a la inversión efectiva menos la inversión de reposición.

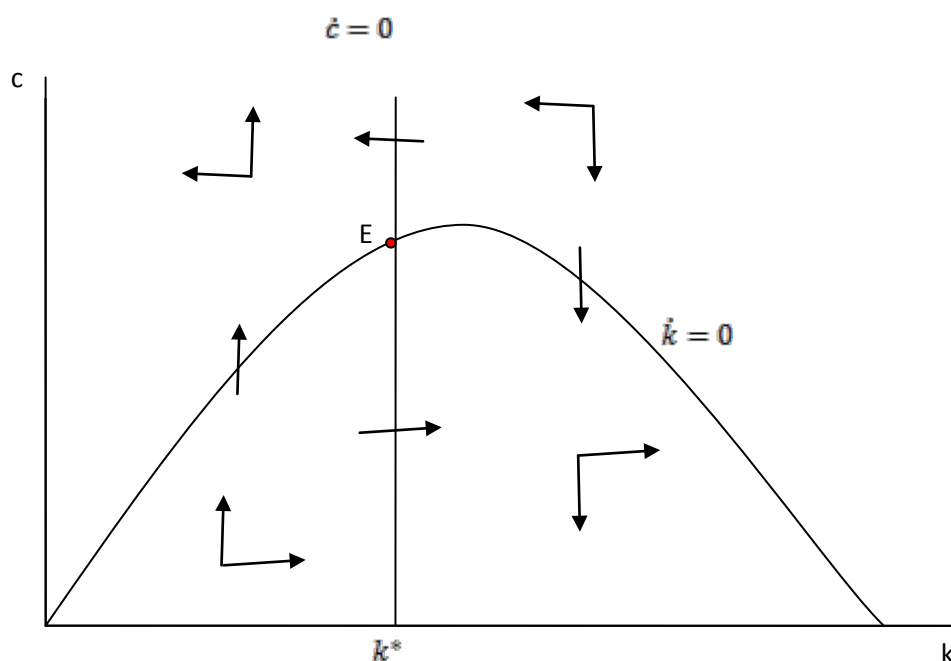
$$\dot{k}(t) = f(k(t)) - c(t) - (n + g)k(t) \quad (22.1.11)$$

22.8.4 Funcionamiento conjunto del consumo y el capital en el sistema económico

El desarrollo matemático la teoría del crecimiento RCK optimiza primero la utilidad del consumo total de los hogares, y luego la utilidad o ganancia de las empresas, finalmente toma conjuntamente a los hogares y a las empresas y considera su interacción en la actividad económica cotidiana de la sociedad, en un marco de libre competencia.

Si se conjuntan lo movimientos del consumo y del capital en cada momento del tiempo en la óptica de que cada uno de los actores economicos maximizan sus utilidades se tienen el siguiente gráfica.

Gráfica 22.5 Comportamiento conjunto del consumo y el capital en la teoría del crecimiento RCK



Fuente: Romer, David. Macroeconomía avanzada

Se genera entonces un punto de equilibrio general en el cual los hogares maximizan la utilidad de su consumo total a lo largo del tiempo y las empresas maximizan las utilidades en un sistema en el cual hay fuerzas que continuamente están llevando a los agentes a este punto de equilibrio general.

En el enfoque teórico Ramsey Cass Koopmans, el sistema económico se autoregula por medio de la libre competencia que se da en los países desarrollados; la libre competencia actúa como un planificador central benevolente que permite la asignación de recursos y la distribución del ingreso en las mejores condiciones para los agentes económicos; en este proceso las empresas y los hogares maximizan su utilidad.

22.9 Los enfoque teóricos anteriormente expuestos no describen la realidad de México

En primer lugar porque no consideran al sector rural. Las personas que viven en el sector rural de los países no desarrollados trabajan en una proporción muy importante la agricultura de subsistencia y con frecuencia viven en condiciones de pobreza. Este sector es muy numeroso en los países no desarrollados y también es un sector más pobre que el sector urbano de la economía.

En segundo lugar no consideran al sector informal, que es muy numeroso en México; donde, según estimaciones del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, el sector informal genera el 12% el Producto Interno Bruto y ocupa casi el 30% de la población trabajadora.

De los ocupados en la manufactura en México hasta 34% de ellos son trabajadores informales, de todos los trabajadores en la construcción en nuestro país hasta un 64% son trabajadores del sector informal. El sector informal ocupa también una proporción muy importante de las personas empleadas en las actividades del comercio y en los servicios personales.

Los campesinos pobres que desarrollan una economía de subsistencia y los trabajadores que se autoemplean en el sector informal de los hogares, no entran en las teorías de crecimiento económico pensadas para los países desarrollados, cuyas economías se ven reflejadas en los marcos teóricos de Solow, Ramsey Cass Koopmans.

Lo anterior determina la no aplicabilidad en países de bajo desarrollo económico de las teorías de crecimiento pensadas para los países industrializados, y ha obligado a que varios destacados economistas se vean en la necesidad de construir marcos teóricos más adecuados a la realidad de estos países atrasados, como es el caso que se verá a continuación.

22.10 Enfoque teórico de Arthur Lewis sobre el crecimiento económico

Arthur Lewis nació en Santa Lucía, pequeña isla de las Antillas Menores pertenecientes a la comunidad británica, obtuvo el Premio Nobel en 1989 por sus investigaciones sobre el crecimiento económico en los países atrasados.

El planteamiento teórico de Lewis (1954) establecido en su artículo “El desarrollo económico con oferta ilimitada de trabajo”, parte del supuesto de que en los países atrasados existe una oferta ilimitada de mano de obra proveniente del campo. La economía tiene dos sectores, el sector capitalista urbano y el sector de subsistencia rural.

El sector capitalista usa una tecnología con rendimientos constantes a escala, Lewis hace uso de una función de tipo Cobb-Douglas:

$$C = AK^{\alpha}(L_C)^{1-\alpha} \quad (22.1.12)$$

Donde:

C: el producto en el sector capitalista

L_C : el empleo en el sector capitalista

A: una variable de productividad

K: acervo de capital

Por otra parte, en el sector de rural de subsistencia, donde la tecnología presenta rendimientos constantes del trabajo, el producto va a estar dado por:

$$R = w_R L_R \quad (22.1.13)$$

Donde:

R: producto en el sector rural de subsistencia

w_R : producto por trabajador en el sector de subsistencia (exógenamente dado)

L_R : fuerza de trabajo empleada en el sector de subsistencia

El desarrollo matemático de sus concepciones teóricas llevan a Lewis a considerar que en los países atrasados hay una economía dual ciudad-campo en la cual la peor parte la llevan las personas que habitan las zonas rurales. Considera que en el entorno urbano la productividad es mayor y existe una dinámica de crecimiento económico favorecida por la oferta prácticamente ilimitada de mano de obra proveniente del campo, que está dispuesta a trabajar por salarios relativamente bajos. Debido a la constante emigración del campo a las ciudades, el sector urbano encuentra un ciclo virtuoso de ahorro, inversión y creación de empresas en donde el precio del trabajo o salario es bajo debido a la cantidad de personas que constantemente están emigrando del sector rural hacia las ciudades, esto posibilita un crecimiento económico sostenido de las empresas en el sector urbano.

En cuanto al campo Arthur Lewis considera que el sector rural está superpoblado y empobrecido, no porque tenga demasiada gente, sino porque tiene más de las que puede mantener. La productividad del trabajo es muy baja ya que hacen uso intensivo de mano de obra y carecen prácticamente de tecnología. La producción agropecuaria de subsistencia genera muy poco valor agregado al conjunto de la economía. En el sector rural, la productividad marginal del trabajo es prácticamente nula incluso puede llegar a ser negativa y por lo tanto la migración de una persona del campo a la ciudad no provoca una disminución importante del producto agrícola. El crecimiento económico urbano según el marco teórico de Arthur Lewis está garantizado por la oferta prácticamente infinita de trabajadores para los que los salarios no serán muy altos debido precisamente a esta sobreoferta de fuerza de trabajo y esto hace que las empresas tengan tasas de utilidad y de ahorro muy favorables, lo que posibilita el crecimiento económico de las ciudades pero mantiene al campo en la pobreza. Arthur Lewis llegó a la conclusión de que el crecimiento económico de los países atrasados será posible cuando el campo se quede prácticamente vacío y solo quede el sector urbano capitalista, que representa la parte desarrollada del sistema económico. El problema es que se descuidara la producción primaria, principalmente la producción de alimentos.

22.11 Consideraciones sobre los modelos analizados

Hasta este punto, se han expuesto los principales elementos conceptuales que servirán para conocer la estructura y desempeño del mercado laboral mexicano y también los elementos que serán punto de partida para investigar la relación del mercado laboral con el crecimiento económico. Se han revisado varios planteamientos teóricos sobre el crecimiento económico, poniendo el énfasis en los mercados de trabajo que es el objeto central de investigación dado que representa la interacción entre los hogares residentes y las empresas. Se retoman para efectos de la construcción de un modelo de crecimiento económico adecuado para México en primer lugar lo referente al mercado de bienes y servicios propuesto por Marshall, por medio del cual se estudia la interacción entre las empresas y los hogares residentes, las primeras buscan maximizar las utilidades de su operación y los segundos persiguen la maximización en la utilidad de su consumo, todo esto en el marco de un sistema competitivo que determina los precios en los que se presenta el intercambio entre las empresas y los hogares. Por otro lado se retoman las teorías sobre los mercados de trabajo tanto neoclásico como keynesiano para construir un marco adecuado a la realidad económica mexicana, esto se complementa con las tesis de Lewis acerca de que la economía tiene un comportamiento dual.

Por una parte el sector adelantado representado por las empresas en las ciudades y por el otro el sector informal de los hogares que desarrollan una producción de autoconsumo, así como la economía de subsistencia que aporta permanentemente mano de obra de bajo costo para las empresas que se instalan en el sector urbano moderno de la economía (Lewis 1957).

De Solow (1957) se retoma su planteamiento acerca del crecimiento económico determinado por el desarrollo tecnológico y por el aumento en la productividad de los agentes económicos. En lo que se refiere a la teoría RCK, es importante su tratamiento del crecimiento económico desde un plano microeconómico en el cual los hogares residentes buscan maximizar la utilidad de su consumo total a lo largo del tiempo. Es particularmente importante su propuesta de optimización dinámica en tiempo continuo para agentes económicos con vida infinita (los hogares). Se retoma de la teoría keynesiana el postulado de que agentes distintos a los hogares y las empresas, en este caso el Estado, pueden intervenir con el diseño de las políticas públicas adecuadas e influir en el crecimiento económico, esta premisa debe tomarse en cuenta en el momento de construir un modelo de crecimiento ajustado a las características de la economía mexicana. El análisis y consideraciones de las teorías anteriormente descritas llevan a plantear que es necesario trabajar en la construcción de un modelo de crecimiento económico que sea adecuado para México, y para los países de bajo desarrollo económico en general, esa tarea se emprenderá en el siguiente apartado.

22.3 Modelo de crecimiento económico para México un ejercicio de optimización

22.3.1 Situación del mercado laboral en México

Como se dijo al inicio de este trabajo de investigación los agentes fundamentales de la economía son las familias (hogares) y las empresas (entidades jurídicas y sociales). En las economías desarrolladas todas las personas provenientes del sector hogares que acuden a las empresas encuentran empleo. El problema es que esta situación solo ocurre en las economías desarrolladas, también llamadas de pleno empleo. En las economías atrasadas como es el caso de México cerca de la mitad de las personas que van a buscar empleo a las empresas no lo encuentran, precisamente porque no hay suficientes empresas formales creadas y lo único que les queda es regresar al seno de los hogares y generar su propio empleo. Lo anterior genera un mercado laboral bidimensional que se explica a continuación.

a) Ocupados en entidades jurídicas y sociales: Trabajan en las grandes empresas o sociedades financieras y no financieras, en el gobierno general y en las instituciones sin fines de lucro. Estos ocupados laboran en el sector formal de la economía, en este segmento laboral se encuentran los que tienen acceso a la seguridad social y a los fondos de pensiones, normalmente reciben las prestaciones laborales de ley y la relación laboral se establece en contratos escritos. En el caso de México, en 2010 las entidades jurídicas y sociales ocupaban aproximadamente al 60% de la población trabajadora.

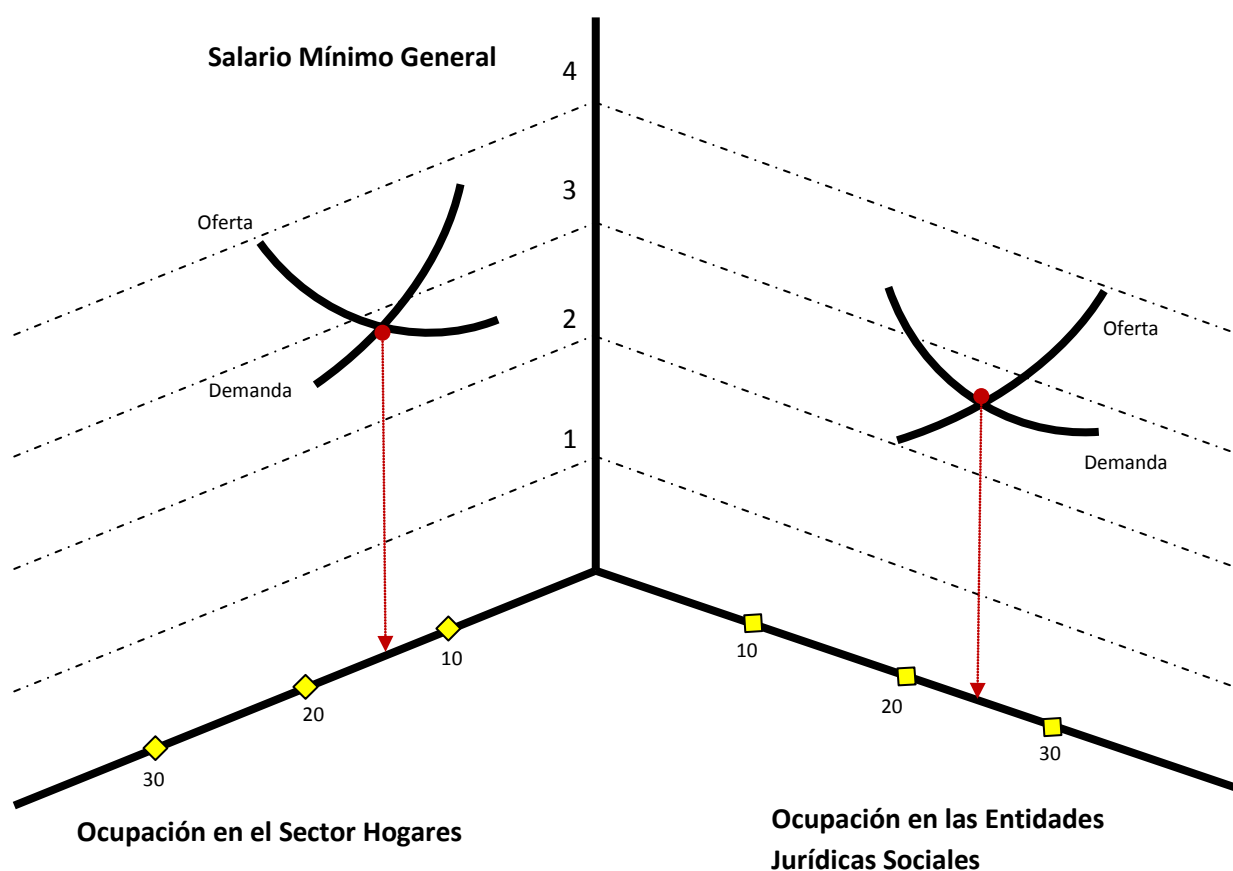
b) Ocupados en el sector hogares: Subdividiendo a los ocupados en el sector de los hogares se encuentra, lo que ha sido un serio problema de investigación a lo largo de mucho tiempo para los estudiosos del mercado laboral: el sector informal. El sector informal no es más que el conjunto de ocupados provenientes de los hogares que no pudieron encontrar trabajo en las empresas y como estrategia de subsistencia se ven obligados a auto emplearse produciendo y vendiendo distintos bienes y servicios con el fin de obtener ingresos para su cotidiana sobrevivencia. Además en el sector hogares, se ocupan los campesinos pobres, que desarrollan la agricultura de subsistencia en la cual producen alimentos, crían sus propios animales e incluso producen artesanalmente algunos bienes como ropa o calzado y con frecuencia también desarrollan la autoconstrucción.

También en el sector hogares se encuentran los trabajadores domésticos que son miembros de hogares pobres, que trabajan en hogares pudientes en la prestación de servicios domésticos de tipo diverso. En términos estrictos son miembros de unos hogares que trabajan para otros hogares y la producción generada no es para la venta si no para el consumo de los hogares empleadores,

22.3.2 Modelo para el mercado laboral mexicano

Es necesario mencionar que la ocupación en el sector institucional de los hogares normalmente carece de protección de la seguridad social, de ahorro para el retiro, de prestaciones laborales; y la producción de autoconsumo, sobre todo la que se da en la agricultura de subsistencia no se capta plenamente en el sistema de contabilidad nacional debido a que por ejemplo un campesino que construye su propia vivienda no entra en el proceso monetario o en el flujo de compra y venta, siendo difícil su registro en las cuentas nacionales. La alta proporción de población ocupada dentro del sector hogares en los países atrasados, que son trabajadores que no se pudieron colocar en las empresas formales, nos obliga a proponer un modelo dual conformado por dos mercados de trabajo que interactúan y se complementan haciendo funcionar el sistema económico de las economías de bajo desarrollo como es el caso de México. La siguiente figura muestra gráficamente la conformación de estos dos mercados de trabajo.

Gráfica 22.3.1 Modelo dual del mercado laboral en México



Fuente: Elaboración propia

En este modelo se puede ver que la ocupación total en las economías no desarrolladas, los miembros de los hogares que no encuentran trabajo en las empresas formales regresan al seno del sector hogares y trabajan en el sector informal, en la agricultura de subsistencia o como empleados domésticos.

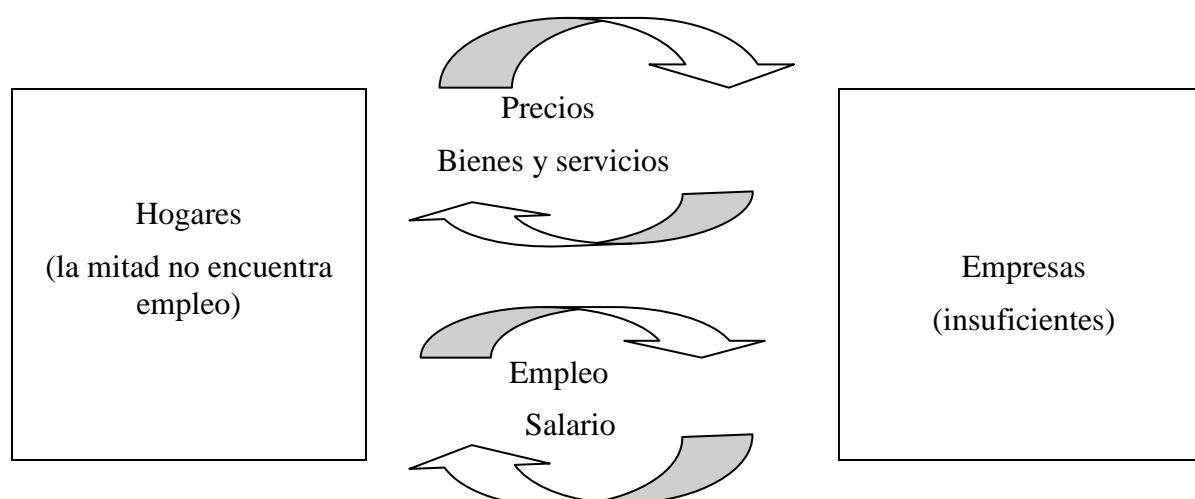
22.3.3 Modelo matemático de crecimiento para México

Es importante aquí establecer de nuevo que es lo que se quiere modelar, considerando la realidad económica de países como México.

Realidad económica de México

En este caso se desea modelar la realidad económica de México y países de bajo desarrollo económico, que tienen características determinadas, las cuales se describen a continuación.

Esquema 22.3.1 El ciclo económico en México



Fuente: Elaboración propia con base en: ONU, (1993). *Sistema de Cuentas Nacionales* (Traducción de CEPAL)

En México el ciclo económico está distorsionado por así decirlo, y no se puede alcanzar el pleno empleo pues de las personas provenientes del sector hogares que van a buscar trabajo a las empresas, casi la mitad de ellos no encuentra trabajo precisamente porque hay muy pocas empresas formales creadas y no tienen capacidad para dar ocupación a toda la población económicamente activa, hay países donde menos de la mitad de población ocupada encuentra trabajo en las empresas del sector formal. Los miembros de los hogares que pertenecen a la población económicamente activa, que buscan trabajo en las empresas y no lo encuentran no tienen otro remedio que regresar hacia el sector hogares y generarse su propio empleo como una estrategia de subsistencia para obtener algunos ingresos y lograr un sustento mínimo. Se generan así las empresas de hogares que el Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) de la ONU denomina sector informal. Otra parte de los que no encuentran trabajo en el sector formal se autoemplea en la agricultura de subsistencia, en el sector rural que Arthur Lewis describía como ese sector atrasado y empobrecido, característico de los países de bajo desarrollo.

Los miembros de los hogares en localidades rurales combinan el trabajo agropecuario de subsistencia con el trabajo en el sector informal. Estos elementos ayudan a describir la realidad económica de México:

- 1.- Existen muy pocas empresas formales que no tienen capacidad para ocupar a todas las personas que desean trabajar. El pleno empleo, tal como se concibe en los países desarrollados no es posible debido a que no hay suficientes empresas formales.
- 2.- Hay un numeroso sector informal o autoempleo en el seno de los hogares, donde la calidad del trabajo es muy baja pues los trabajadores no tienen acceso a los seguros médicos ni a los fondos de pensiones para que puedan vivir con un ingreso decoroso cuando termine su vida productiva y ya no puedan trabajar más.
- 3.- El sector rural lleva a cabo una agricultura de subsistencia y de manera mayoritaria vive en condiciones de pobreza, tampoco tiene acceso a los seguros médicos y a los fondos de pensiones.

Con base en la información sobre la realidad económica de México descrita anteriormente, se ha decidido modelar la economía mexicana.

Supuestos de partida para el modelo

Se modela el sistema económico de México como una economía dual, con un sector de avanzada que es el sector formal moderno, que cuenta ingresos estables, consignados en contratos formales de trabajo, cuenta también con seguridad social y con ahorro para el retiro. Por otro lado se tiene a un sector, representado por los ocupados en el sector hogares, básicamente los ocupados en el sector informal y los campesinos que desarrollan la agricultura de autoconsumo, en este sector los ingresos son muy inestables, pueden ser eventualmente muy altos y en otras ocasiones ser muy bajos; en este sector los trabajadores no cuentan con seguro social ni acceso a los fondos de pensiones, por lo tanto los accidentes y enfermedades graves representan procesos de empobrecimiento y algunas veces ponen en riesgo la vida de las personas.

Desarrollo del modelo

El planteamiento general es igual que en el marco teórico de Ramsey-Kass-Koopman, en cuanto que establece que los miembros de los hogares deben maximizar la utilidad actualizada de su consumo total de forma continua a lo largo del tiempo.

$$\text{Maximizar } E\left[\int_0^{\infty} u(C_t)e^{-\rho t} dt\right] \quad (22.2.1)$$

Sujeto a:

$$\frac{k(0)}{H} + \int_0^{\infty} e^{-\rho t} a_t(1 - \theta_t)dIE + a_t\theta_t dIV - C_t d_t \geq 0 \quad (22.2.2)$$

Para la Utilidad total, se usa la forma funcional:

$$U(C_t) = \ln(C_t) \quad (22.2.3)$$

Este modelo tiene diferencias con los enfoques teóricos de Solow y Ramsey Cass Koopmans pues estos consideran al conjunto de trabajadores como si fueran una masa homogénea con ingresos constantes en periodos más o menos largos de tiempo.

E incluso las variaciones o aumentos salariales son previsibles por lo tanto los trabajadores pueden presupuestar el consumo que les permite optimizar la utilidad o satisfacción para largos periodos. El problema es, que para el caso de México, el conjunto de trabajadores, está dividido: por un lado los que trabajan en los hogares que son un sector atrasado, y por otro lado los que trabajan en las empresas e instituciones formales que están visiblemente mejor que los anteriores. Los asalariados que trabajan en las empresas formales, efectivamente tienen ingresos estables a lo largo del tiempo y saben cuánto ganaran cada semana o cada quincena, pueden prever con bastante anticipación sus ingresos y por lo tanto la planeación de sus consumos permitirá maximizar la utilidad o satisfacción obtenida. En cambio: los trabajadores en el sector informal y los campesinos pobres no tienen certeza de cuánto ganarán, por ejemplo una señora que vende alimentos en la entrada de una estación del Metro, no sabe cuál va a ser su ingreso y su ganancia quincenal o mensual.

Aun cuando los trabajadores en el sector hogares excepcionalmente pueden tener ingresos muy altos, en otras ocasiones pueden resultar muy bajos, son ingresos muy volátiles y tienen un comportamiento errático o estocástico, igual ocurre con los campesinos, esta situación debe tomarse en cuenta a la hora de modelar matemáticamente, considerando la maximización de las utilidades para el conjunto de trabajadores en la economía, sean del sector de empresas formales o del sector de los hogares. La tenencia de activos del conjunto de los trabajadores considerando a la parte formal e informal, se representa en la siguiente expresión:

$$da_t = a_t(1 - \theta_t)dIE + a_t\theta_t dIV - C_t d_t \quad (22.2.4)$$

Donde:

- IE: Ingresos Estables que obtienen los ocupados del sector formal de la economía
- IV: Ingresos Variables que obtienen los ocupados en los hogares, los trabajadores informales y los campesinos pobres

La parte de los ingresos estables, que se puede modelar en forma determinista, se representa en la siguiente expresión:

$$dIE = \frac{dIE_t}{IE_t} = r dt \quad (22.2.5)$$

Donde:

r: representa la tasa salarial estable del sector formal de la economía.

Por otro lado la parte de los ingresos volátiles o de comportamiento estocástico se representa en la siguiente expresión:

$$dIV = \frac{dIV_t}{IV_t} = \mu dt + \sigma d\omega_t \quad (22.2.6)$$

En donde:

$d\omega_t$: Es un movimiento geométrico Browniano distribuido normalmente, con media cero y variancia dt .

$$d\omega_t \sim N(0, dt) \quad (22.2.7)$$

μ : representa la media de los ingresos variables que se obtienen en el sector informal de la economía y en el campo

La restricción presupuestaria establece que el recorrido ingreso-consumo debe ser:

$$da_t = a_t(1 - \theta_t)rd_t + a_t\theta_t(\mu dt + \sigma d\omega_t) - C_t d_t \quad (22.2.8)$$

Es decir: de la tenencia de activos del total de los hogares a lo largo del tiempo deberá ser igual al consumo total en ese periodo de tiempo.

Se procede a optimizar este problema, para igualar a cero, nos queda esta ecuación:

$$0 = a_t \left(r_t \theta_t LM - r_t - \frac{C_t}{a_t} \right) d_t + a_t \theta_t \sigma d\omega_t \quad (22.2.9)$$

Se propone aquí la maximización de la utilidad del consumo a lo largo del tiempo

$$J(a_t, t) = \max_{CS_{[t, \infty]}} E \left[\int_t^{\infty} u(CS) e^{-\rho S} ds \right] \quad (22.2.10)$$

Se secciona el miembro del lado derecho en dos integrales.

$$J(a_t, t) = \max_{CS_{[t, \infty]}} E \left[\int_t^{t+dt} u(CS) e^{-\rho S} ds + \int_{t+dt}^{\infty} u(CS) e^{-\rho S} ds \right] \quad (22.2.11)$$

Se iguala a cero y se simplifica la expresión y se aplica el teorema del valor medio del cálculo integral.

$$0 = \max_{CS_{[t, t+dt]}} E \left[u(C_t) e^{-\rho t} d_t + \partial(d_t) + J(t) + \partial J(a_t, t) \right]$$

$$0 = \max_{CS_{[t, t+dt]}} E \left\{ u(C_t) e^{-\rho t} d_t + o(d_t) + \frac{\partial J}{\partial t} + \frac{\partial J}{\partial a_t} a_t \left(r + \theta_t (\mu - r) - \frac{C_t}{a_t} \right) + \frac{1}{2} \frac{r^2 J}{da_t^2} a_t^2 \theta_t^2 r^2 d_t \right\}$$

$$0 = \max_{CS_{[t, t+dt]}} \left\{ u(C_t) e^{-\rho t} + \frac{o(dt)}{dt} + \frac{\partial J}{\partial t} + \frac{\partial J}{\partial a_t} a_t \left(r + \theta_t (\mu - r) - \frac{C_t}{a_t} \right) + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 J}{\partial a_t^2} a_t^2 \theta_t^2 r^2 \right\}$$

$$0 = \max_{C_t} \left\{ u(C_t) e^{-\rho t} + \frac{\partial J}{\partial t} + \frac{\partial J}{\partial a_t} a_t \left(r + \theta_t (\mu - r) - \frac{C_t}{a_t} \right) + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 J}{\partial a_t^2} a_t^2 \theta_t^2 \sigma^2 \right\} \quad (22.2.12)$$

Ahora bien si hipotéticamente el consumo total nos permite maximizar la utilidad o satisfacción, se obtiene C_t^* ; lo que implica que el consumo total es óptimo, por lo tanto la ecuación se simplifica un poco, quedando representada en la siguiente expresión:

Si C_t es óptimo

$$0 = u(C_t) e^{-\rho t} + \frac{\partial J}{\partial t} + \frac{\partial J}{\partial a_t} a_t \left(r + \theta_t (\mu - r) - \frac{C_t}{a_t} \right) + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 J}{\partial a_t^2} a_t^2 \theta_t^2 \sigma^2 \quad (22.2.13)$$

Para resolver la ecuación anterior se hacen las siguientes propuestas:

$$J(a_t, t) = e^{-\rho t} V(a_t) \quad (22.2.14)$$

$$\frac{\partial J}{\partial t} = -\rho e^{-\rho t} V(a_t) \quad (22.2.15)$$

$$\frac{\partial J}{\partial a_t} = -e^{-\rho t} V'(a_t) \quad (22.2.16)$$

$$\frac{\partial^2 J}{\partial a_t^2} = -e^{-\rho t} V''(a_t) \quad (22.2.17)$$

Se sustituyen las propuestas en la ecuación anterior y el resultado es el siguiente:

$$0 = u(C_t) e^{-\rho t} + \rho e^{-\rho t} V(a_t) + -e^{-\rho t} V'(a_t) a_t \left(r + \theta_t (\mu - r) - \frac{C_t}{a_t} \right) + \frac{1}{2} -e^{-\rho t} V''(a_t) a_t^2 \theta_t^2 \sigma^2 \quad (22.2.18)$$

Se divide entre $e^{-\rho t}$ para eliminar este termino

$$0 = \frac{u(C_t) e^{-\rho t} + \rho e^{-\rho t} V(a_t) + -e^{-\rho t} V'(a_t) a_t \left(r + \theta_t (\mu - r) - \frac{C_t}{a_t} \right) + \frac{1}{2} -e^{-\rho t} V''(a_t) a_t^2 \theta_t^2 \sigma^2}{e^{-\rho t}} \quad (22.2.19)$$

El resultado es el siguiente:

$$0 = u(C_t) - \rho V(a_t) + V'(a_t) a_t \left(r + \theta_t (\mu - r) - \frac{C_t}{a_t} \right) + \frac{1}{2} V''(a_t) a_t^2 \theta_t^2 \sigma^2 \quad (22.2.20)$$

Se hacen otras propuestas para poner la ecuación en términos de los parámetros: β_0 y β_1 .

$$V(a_t) = \beta_0 + \beta_1 u(a_t) \quad (22.2.21)$$

$$V'(a_t) = \beta_1 u'(a_t) \quad (22.2.22)$$

$$V''(a_t) = \beta_1 u''(a_t) \quad (22.2.23)$$

Sustituyendo queda la ecuación que aparece enseguida:

$$0 = u(C_t) - \rho\beta_0 + \rho\beta_1 u(a_t) + \beta_1 u'(a_t) a_t (\Gamma + \theta + (\mu - r)) + \frac{1}{2} u''(a_t) a_t^2 \theta_t^2 \sigma^2 \quad (22.2.24)$$

Así se crea un sistema de ecuaciones con el fin de conocer los valores de β_0 y β_1 .

$$0 = u(C_t) - \rho\beta_0 + \rho\beta_1 u(a_t) + \beta_1 u'(a_t) a_t (\Gamma + \theta + (\mu - r)) + \frac{1}{2} u''(a_t) a_t^2 \theta_t^2 \sigma^2 \quad (22.2.25)$$

$$0 = u'(C_t) - \beta_1 u'(a_t) \quad (22.2.26)$$

$$0 = \beta_1 \mu'(a_t) a_t (\mu - r) + \beta_1 u''(a_t) a_t^2 \theta_t^2 \sigma^2 \quad (22.2.27)$$

Esto nos permite avanzar para conocer los valores de C_t y β_1 :

$$\frac{1}{C_t} = \beta_1 \frac{1}{a_t} \Rightarrow C_t = \frac{1}{\beta_1} a_t$$

Donde:

$$C_t = \frac{1}{\beta_1} a_t \quad (22.2.28)$$

$$\beta_1 = \frac{1}{C_t} a_t \quad (22.2.29)$$

Dado que ya se conoce β_1 solo hace falta conocer β_0 para tener resuelto el sistema de ecuaciones y por lo tanto las ecuaciones que proporcionan los valores de los parámetros lo cual convierte esta ecuación de optimización en una ecuación cerrada. El desarrollo siguiente permite conocer el valor de β_0 .

$$0 = \ln \beta_1 + \ln a_t - \rho\beta_0 + \rho\beta_1 \ln a_t + \beta_1 r + \beta_1 \left(\frac{\mu - r}{\sigma} \right)^2 - 1 - \frac{1}{2} \beta_1 \left(\frac{\mu - r}{\sigma} \right)^2$$

$$0 = \ln \beta_1 + \ln(a_t)(1 - \rho\beta_1) - \rho\beta_0 - \rho\beta_1 + \rho_1 r - 1 + \frac{1}{2} \beta_1 \left(\frac{\mu - r}{\sigma} \right)^2$$

$$1 - \rho\beta_1 = 0 \Rightarrow \beta_1 = \frac{1}{\rho} \therefore \rho = \frac{1}{\beta_1} \therefore C_t = \rho a_t$$

$$\begin{aligned}
0 &= \ln \rho - \rho \beta_0 + \frac{r - \rho}{\rho} + \frac{1}{2} \frac{1}{\rho} \left(\frac{\mu - r}{\sigma} \right)^2 \\
\rho \beta_0 &= \frac{\ln \rho + \frac{r - \rho}{\rho} + \frac{1}{2} \frac{1}{\rho} \left(\frac{\mu - r}{\sigma} \right)^2}{\rho} \\
\beta_0 &= \frac{\ln \rho}{\rho} + \frac{r - \rho}{\rho^2} + \frac{1}{2} \frac{1}{\rho^2} \left(\frac{\mu - r}{\sigma} \right)^2 \\
\beta_0 &= \frac{1}{\rho} \left[\ln \rho + \frac{r - \rho}{\rho} + \frac{1}{2} \frac{1}{\rho} \left(\frac{\mu - r}{\sigma} \right)^2 \right] \tag{22.2.30}
\end{aligned}$$

Con el objetivo de maximizar la utilidad del consumo total, se retoma la ecuación encontrada para β_1 (2.30)

$$\beta_1 = \frac{1}{C_t} a_t$$

Sustituyendo en la ecuación de recorrido de la tenencia de activos igualada a cero, se tiene esta expresión:

$$0 = \frac{1}{a_t} a_t (\mu - r) + \left(-\frac{1}{a_t^2} \right) \theta_t a_t^2 \sigma^2$$

Se tiene entonces despejado el valor de θ que es la proporción del ingreso total de la sociedad que debe destinarse a los trabajadores del sector hogares, con ingresos variables, para que la utilidad del consumo total sea óptima:

$$\theta_t = \frac{\mu - r}{\sigma^2} \tag{22.2.32}$$

La ecuación anterior implica que para optimizar el consumo del total de los trabajadores, el ingreso promedio de los informales (μ) debe ser mayor al ingreso de los trabajadores en el sector formal (r) para compensar la situación de riesgo que implican sus ingresos o ganancias volátiles.

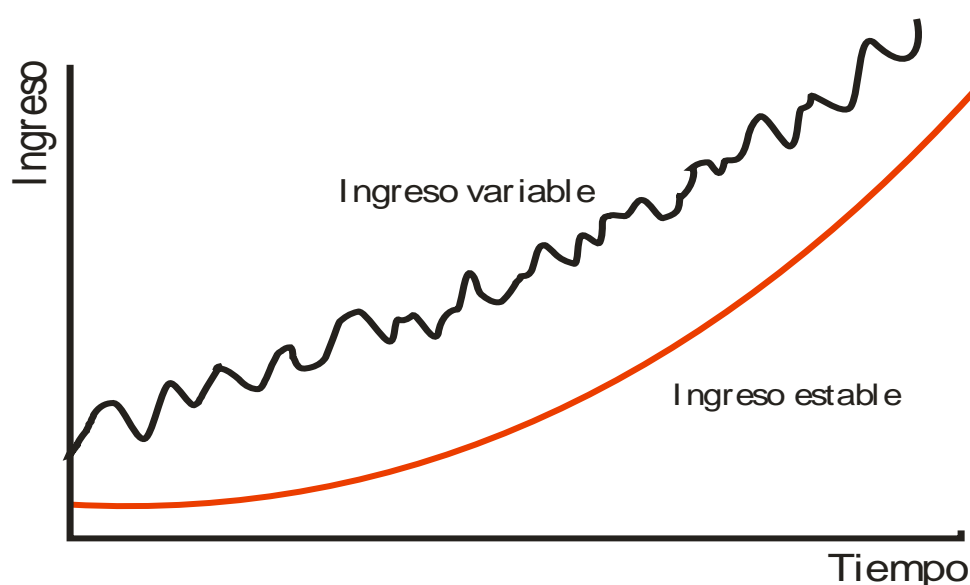
22.3.4 Condiciones de optimización del sistema

Las personas que trabajan en el sector informal, tienen ingresos variables los cuales pueden ocasionalmente ser muy altos y en ocasiones pueden llegar a ser muy bajos.

Considerando lo anterior el modelo establece que la cantidad de recursos que el sistema económico dedica a los trabajadores informales es decir, la media de los ingresos en el sector informal definida por (μ) deberá ser mayor a la tasa de ingresos salariales del sector formal puesto que estos tienen ingresos estables y pueden definir con bastante anticipación sus trayectorias de consumo de manera que maximicen la utilidad de su consumo total a lo largo del tiempo. Al cumplirse la condición de que los ingresos variables sean mayores a los ingresos estables el sistema económico en su conjunto optimiza la utilidad del consumo total de los hogares residentes y por lo tanto garantiza el funcionamiento óptimo la economía del país.

El sistema económico debe proporcionar una suerte de “prima de riesgo” al sector de ocupados que trabajan en el sector informal y que tiene ingresos inestables, para compensar la inestabilidad de estos ingresos y permitir un consumo total a lo largo del tiempo que optimice la utilidad que obtienen del mismo. El sistema económico debe compensar entonces a los actores económicos sometidos a riesgo en lo referente a sus ingresos. La siguiente figura muestra de manera gráfica el sistema que se debe optimizar.

Gráfica 22.3.2 Optimización en un sistema de ingresos constantes y variables



Fuente: Elaboración propia

22.3.5 Contratación de los resultados del modelo con los datos empíricos de la economía mexicana

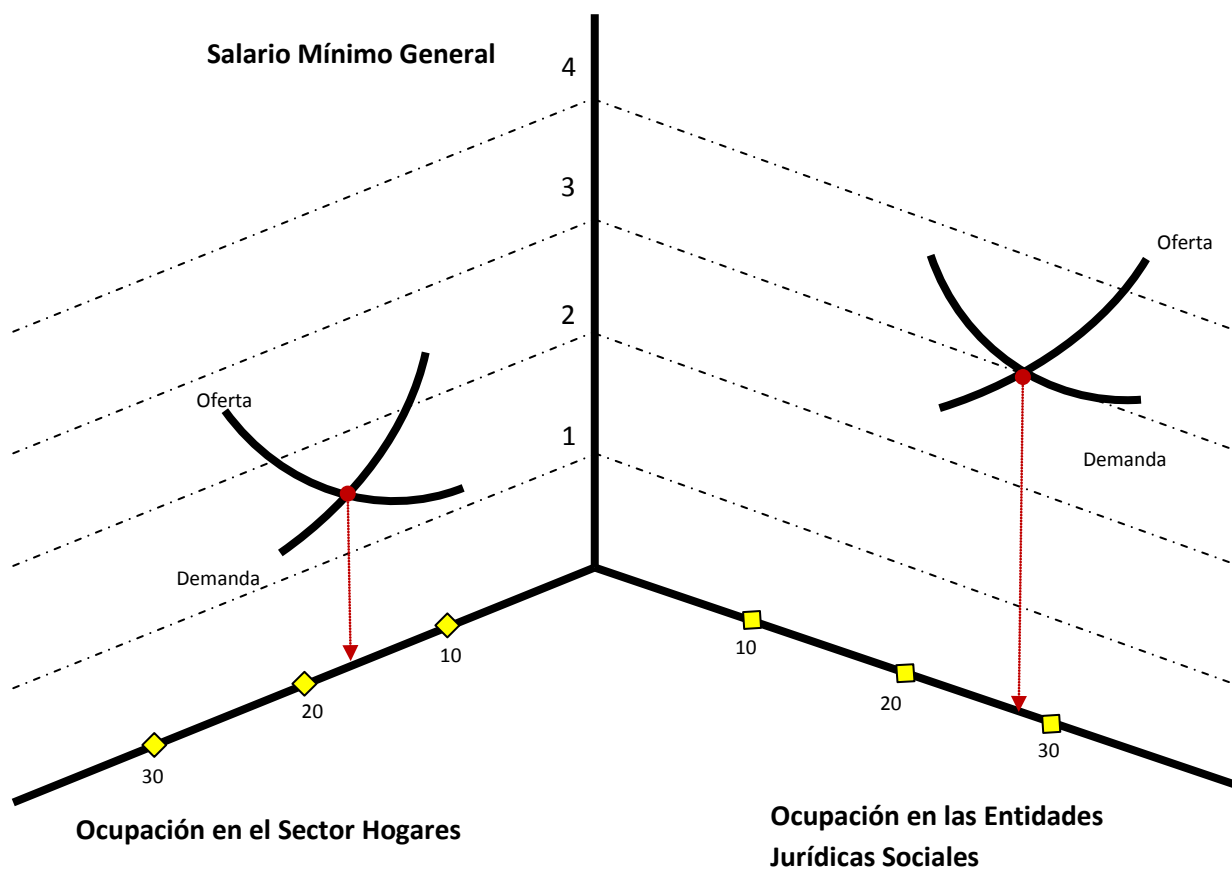
Como se ha mencionado, para optimizar la utilidad de su consumo total, la sociedad (el sistema económico) debe asignar en cada momento del tiempo a los trabajadores con ingresos inestable una proporción de sus activos definida por la diferencia $\mu - r$ de las tasas de ingresos variables menos la tasa salarial de ingresos estables dividida sobre la volatilidad σ^2

Con los resultados obtenidos en el apartado anterior, se procede a definir la situación relativa de los sectores formal e informal en México y se encuentra lo siguiente:

En México en el año 2010, se observó que de un total de 42 millones de ocupados en el país, 28.1 millones trabajan en el sector formal y reciben en promedio alrededor de tres salarios mínimos, En una importante proporción estos trabajadores acceden al seguro social y tienen posibilidad de jubilación en la edad de adultos mayores.

Por otra parte 16.1 millones de trabajadores se autoemplean o se ocupan dentro del sector de los hogares (sector informal), sus ingresos medios son aproximadamente de 1.5 salarios mínimos, y no cuentan con seguro social ni acceso a los sistemas de ahorro para el retiro.

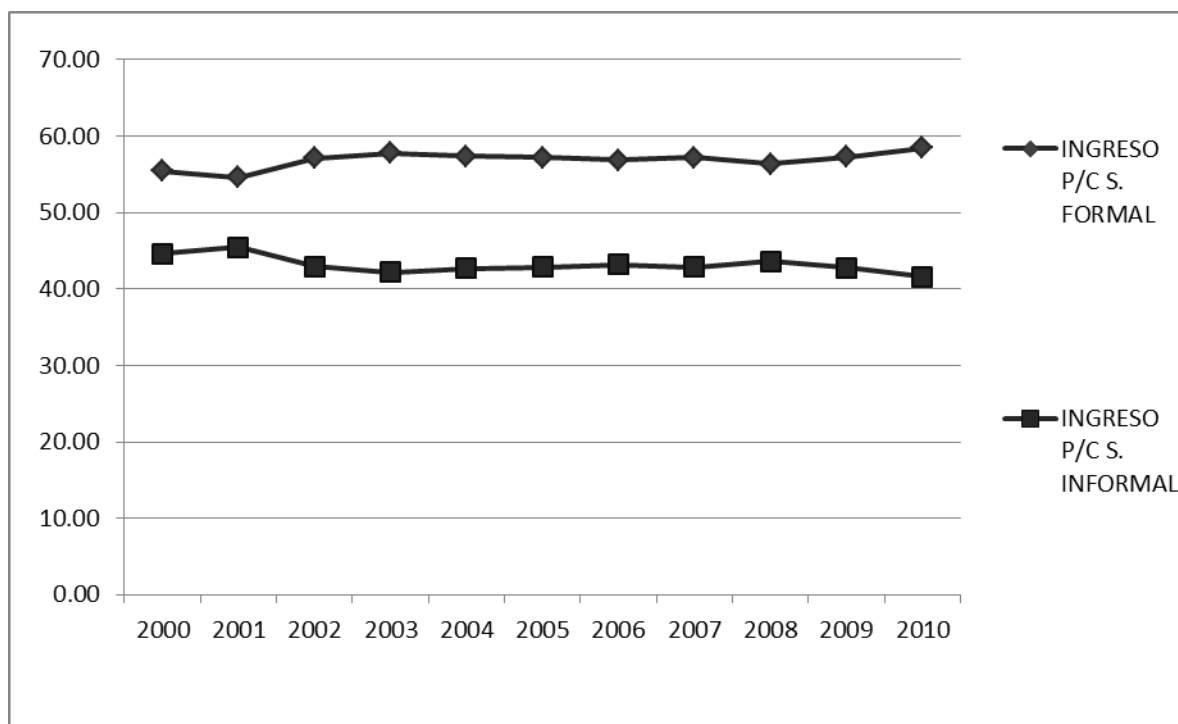
Gráfica 22.3.3 Modelo del mercado laboral, con datos de la economía mexicana



Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto nacional de estadística geografía (INEGI)

Si se toman en forma conjunta la información obtenida en el sistema de cuentas por sectores institucionales y las estadísticas laborales obtenidas a partir de la encuesta nacional de ocupación y empleo y se calcula la productividad y el ingreso per cápita de los trabajadores en el sector informal de los hogares por un lado y por el otro de los trabajadores formales en el conjunto de las entidades jurídicas y sociales, en una serie de tiempo que abarca desde el año 2000 hasta el año 2010 se observan las tendencias que aparecen en la siguiente gráfica respecto al ingreso per cápita.

Gráfica 22.3.4 Ingreso per cápita en los hogares y en las entidades jurídicas y sociales 2000-2010

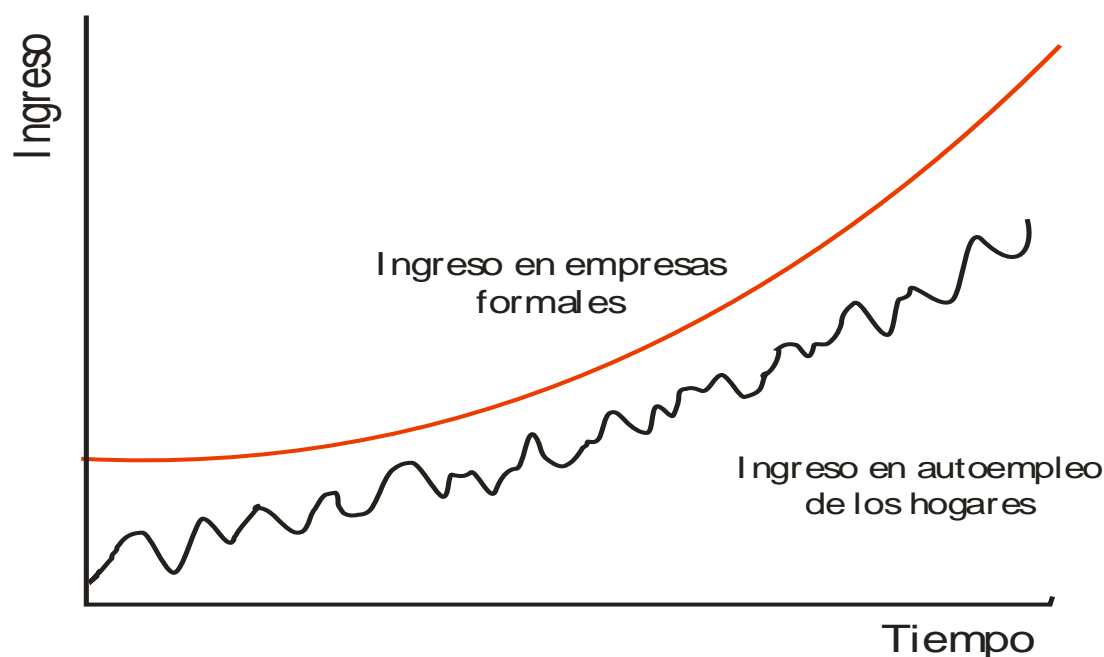


Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto nacional de estadística geográfica (INEGI)

Se observa que no se cumple la condición de que la media de ingresos variables (sector informal) sea mayor que la tasa salarial del sector formal o tasa de ingresos estables, es decir, los agentes económicos sometidos a riesgo no obtienen compensación por el mismo debido a la falta de crecimiento económico del país. El sistema económico no tiene la posibilidad de asignar un nivel de ingreso per cápita a los trabajadores del sector informal que sea mayor a los ingresos por persona que obtienen los trabajadores en las entidades jurídicas y sociales. Debe tenerse en cuenta también que los trabajadores en el sector formal además de ingresos estables tienen ingresos en especie que les brinda su propia condición de estar ocupados en la formalidad, estos ingresos son las prestaciones laborales que las leyes del país establecen, y algo que es fundamental, la inscripción en los sistemas de seguridad social y la participación en los sistemas de ahorro para el retiro.

La participación en el seguro social y principalmente la obtención de un seguro médico evita procesos de empobrecimiento derivados de accidentes y enfermedades graves, por otro lado el acceso a los fondos de pensiones permite que cuando las personas son adultos mayores y no pueden trabajar, obtengan una pensión o jubilación que les permita tener un nivel de vida decoroso. Los trabajadores en el sector informal, además de tener ingresos monetarios menores, no cuentan con las prestaciones antes mencionadas, lo cual disminuye de facto su volumen de ingresos. Lo anterior lleva a establecer que los sistemas económicos no desarrollados debido a la carencia de varios satisfactores y a la falta de seguridad social son no optimizables. Lo anterior se expresa gráficamente en la siguiente figura.

Gráfica 22.3.5 Sistemas económicos no optimizables



Fuente: Elaboración propia

Este resultado es fundamental pues, como los ingresos medios de los ocupados en los hogares son notoriamente más bajos que los ingresos de los trabajadores formales el sistema económico planteado en estos términos, no es optimizable debido a que no se cumple la condición $\mu > r$ y los trabajadores informales en el sector hogares en lugar de un premio al riesgo tienen constantemente un ingreso insuficiente que no les permite optimizar su consumo total. Dejado a las fuerzas libres de mercado como plantean otros enfoques teóricos, el sector hogares siempre estará en desventaja, en condiciones de atraso y de baja calidad de vida. La condición para que el óptimo se logre, es coadyuvar, por medio de un programa nacional de empleo, para que las empresas informales se incorporen a la formalidad. Este tránsito a la formalidad posibilitará que aumenten sus niveles de ingreso hasta el nivel de los que se encuentran actualmente laborando en el sector formal, solamente logrando esta situación, se podrá optimizar la utilidad en el consumo de todos los trabajadores en el sistema económico.

22.3.6 Consideraciones sobre los resultados obtenidos

En este apartado se ha propuesto un modelo que esquematiza y representa de manera más fiel la estructura de los mercados de trabajo en México. El modelo propuesto funciona para describir la realidad económica de México y se puede generalizar para describir el crecimiento económico de los países en vías de desarrollo.

En los términos actuales el sistema económico mexicano es no optimizable pues los ingresos variables del sector informal son menores a los ingresos estables del sector formal. Lo que se debe hacer para construir un sistema económico optimizable es crear suficientes empresas formales que brinden empleo de calidad y proporcionen seguridad social a sus trabajadores.

22.4 Conclusiones

Existe en México una segmentación en el mercado laboral en dos grandes campos: uno que se presenta en el marco del empleo protegido por la seguridad social con prestaciones laborales de ley, es el empleo en las empresas formales; y otro en el marco de la ocupación no protegida en un conjunto de actividades económicas que se realizan como estrategia de subsistencia debido a que no pudieron encontrar empleo en el marco del trabajo protegido, el sector informal de los hogares.

En el caso de México, solamente 35% de las personas que desean trabajar pueden conseguir empleo en una empresa formal que les brinde seguridad social, ahorro de retiro y las prestaciones laborales que marca la ley; el 65% restante trabaja dentro del sector de los hogares, regularmente no cuentan con acceso a la seguridad social, a las prestaciones laborales y a los fondos de retiro, normalmente con ingresos bajos debido a la baja productividad desarrollada en estas unidades productivas.

Las teorías sobre el mercado laboral keynesianas y neoliberales fueron pensadas para economías desarrolladas y por lo tanto no son útiles para comprender la situación del mercado laboral en México y el comportamiento de su economía. Lo anterior aplica también para las teorías de crecimiento económico. Los enfoques teóricos de autores como Solow y Ramsey-Kass-Koopmans, reflejan la realidad de los países desarrollados, con economías altamente industrializadas, y no pueden aplicarse a la realidad económica mexicana debido a que esta no es una economía desarrollada en pleno empleo, por lo tanto se obtiene una interpretación parcial y confusa al aplicar marcos teóricos construidos para otras realidades.

Por otra parte, se han propuesto por otros investigadores modelos para explicar el comportamiento del mercado laboral en países atrasados como México. Este es el caso de Lewis, que sustenta que la economía en países de bajo desarrollo puede explicarse a partir de estructuras duales del mercado de trabajo.

Se ha elaborado un modelo de crecimiento económico para México, que considera la naturaleza estocástica de los ingresos de los ocupados en el sector hogares y se expone la imposibilidad de optimizarlo debido a que el premio al riesgo es negativo y no positivo como ocurre por ejemplo en el mercado de capitales. Para lograr el crecimiento económico, es necesaria la intervención de otros agentes económicos distintos a los hogares y las empresas para que ajusten los diferenciales de ingreso y se logre mejorar el del nivel de vida de los trabajadores informales y de los campesinos del sector hogares.

Se considera que el crecimiento económico es una condición necesaria para optimizar el funcionamiento del sistema económico, para ello se requiere la intervención del estado mediante la inversión pública, para financiar las microempresas informales del sector hogares y suplir así la carencia de recursos necesarios para invertir y desarrollarse, con el fin de transitar hacia el sector formal de la economía.

Referencias

Almagro, Francisco, (2009). *Cuentas ecológicas y desarrollo sustentable, la experiencia de México*. Editorial Instituto Politécnico Nacional. México.

Almagro, Francisco, (2004). *El sistema de cuentas nacionales y sus aplicaciones*. Editorial Instituto Politécnico Nacional. México.

Arana, Alejandro, (2008). *Dinámica Macroeconómica y precios rígidos*. Universidad Ibero Americana. México.

Carrillo, Mario, José Zerón y Miguel Reyes (2007). *Análisis del crecimiento económico*, Editorial Instituto Politécnico Nacional. México.

Cass, David, (1965) *Optimum growth in aggregative model of capital accumulation*. Review of economic studies 32. PP 233-240.

Castillo, Manuel, Alfredo Sánchez y Francisco Venegas (2009). *La modelación económica, una interpretación de la simulación dinámica de sistemas*, Ediciones EON, Universidad Autónoma Metropolitana. México.

Dornbush, Rudiger, Stanley Fisher y Richard Starts, (2004). *Macroeconomía*, Editorial Mc Graw Hill. España.

Duilio, Eugene, (1995). *Macroeconomía*, Editorial Mc Graw Hill. México.

Dernburg, Thomas y Duncan McDougall (1990). *Macroeconomía, Medición análisis y control de la actividad económica agregada*. Editorial Diana. México.

Elkan, Walter, (1990). *Introducción a la teoría económica del desarrollo*, Alianza Editorial Mexicana. México

Galindo Miguel, (1994). *Crecimiento económico, principales teorías desde Keynes*. Editorial Mc Graw Hill. España.

- Hernández L. Enrique e Ignacio Llamas, (2006) *Mercado laboral y capacitación, un análisis regional para México* Editorial Plaza y Valdés, Universidad Autónoma Metropolitana. México.
- Hicks, John, (1939), *Value and Capital* . Inglaterra
- INEGI, (2004). *La ocupación en el sector no estructurado en México 1995-2003*. Ediciones INEGI. México.
- Keynes, John, (1936) *Teoría general del empleo, el interés y el dinero*. EUA.
- Koopmans , Tjalling, (1965) *On the concept of optimal economic growth*. The economic approach to development planning.
- Lewis, Arthur, 1954, *Economic development with unlimited supplies of labour*, Manchester School, Vol. 22, No. 22, Mayo, p. 139-191.
- OCDE, (1998) *Análisis económicos de la OCDE, México 1997*, Ediciones OCDE, México
- OIT, (1992). *Estadísticas del empleo en el sector informal*. XV CIET. Informe IV. Ediciones OIT. Ginebra, Suiza.
- OIT, (1988). *Resolución sobre las estadísticas del empleo el desempleo y el subempleo, adoptada por la XII CIET*. Ediciones OIT. Ginebra, Suiza.
- OIT, (1993). *Resolución sobre las estadísticas del empleo en el sector informal, adoptada por la XV CIET*. Ediciones OIT. Ginebra, Suiza.
- OIT, (2000). *El trabajo decente y la reducción de la pobreza en la economía mundial*. Ediciones OIT. Ginebra Suiza.
- OIT, (2000a). *Empleo y protección social en el sector informal*. Ediciones OIT. Ginebra, Suiza.
- Otmans, Wilhelm (1980). *Debate sobre el crecimiento*, Fondo de Cultura Económica. México
- ONU, Gobierno mexicano. (2006). *Los objetivos de desarrollo del milenio en México*, Editado por SEDESOL. México
- ONU, (1993). *Sistema de Cuentas Nacionales* (Traducción de CEPAL). Ediciones de la ONU. Nueva York. Estados Unidos.
- Puyana, Jaime, (1995). *Modelos macroeconómicos de crecimiento*, Universidad Autónoma Metropolitana. México
- Ramsey, Frank, (1929) *A mathematical theory of saving*, Economic Journal 38, PP 543- 549. (Reproducido por Stiglitz y Uzawa en 1969).
- Romer, David, (2005). *Macroeconomía Avanzada*, Editorial Mc Graw Hill. España.
- Ruiz Duran, Clemente, (2007). *Integración de los mercados laborales en América del Norte*. Editorial Porrúa y Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Solow, Robert, (1956) *A contribution to the teory of economic Growth*. Quarterly Journal of Economics 70. PP 65-94. EUA.

Stiglitz, Joseph y Hirofumi Uzawa. *Readings in the modern Theory of Economic Growth*. MIT Press. EUA.

STyPS, (1976). *Una propuesta para producir estadísticas sobre el sector informal o marginal urbano*. En Cuadernos del Trabajo, Núm. 1. México.

Tello, Carlos, (1990). *La política económica en México*, Editorial Diana. México

Timbergen, Jan y Hendricus Bos (1976). *Modelos matemáticos de crecimiento económico*, Ediciones Aguilar. España

Turvey, Ralph, (1994). *Avances recientes en las estadísticas internacionales del trabajo*. Ediciones de OIT. Ginebra, Suiza.

Venegas-Martínez, Francisco, (2006). *Riesgos Financieros y Económicos, Productos derivados y decisiones económicas bajo incertidumbre*, Editorial CENGAGE Learning. México.

Weil, David, (2006). *Crecimiento económico*, Editorial Pearson. España

Capítulo 23

Tráfico de drogas, corrupción e inversión extranjera directa: Teoría y evidencia

Rafael Espinosa & Antonio Ruiz

R.Espinosa & A.Ruiz

Universidad de Guadalajara, Departamento de Economía. CUCEA. Enrique Díaz de León Sur, Americana, Guadalajara, Jalisco

rafaelsa@cucea.udg.mx

M.Ramos, F.Miranda (eds.) *Optimización-Estocástica-Recursiva-Coherente-Sistémica y sus variantes (probabilidad, econometría y estadística aplicada)*, Temas Selectos de Optimización-©ECORFAN-Santiago de Compostela, España, 2012.

Abstract

We develop a microeconomic model to explain why sanction policies used by developed countries have had ambiguous effects to reduce drug trafficking in developing countries. In the model, a country receives FDI depending on its government effort to reduce drug exports. However, local drug producers lobby and offer contributions whose impact depends on the level of government corruption. The government sets the level of enforcement against drug trafficking taking into account the contributions paid and the welfare of the local habitants. Analytically, we use the common agency theory to justify and explain diverse sanction policy outcomes. We also show evidence about the relationships among drug trafficking, corruption and FDI for eight Latin-American countries.

23 Introducción

La producción, el tráfico y el consumo de drogas ilegales se consideran fuentes de problemas de política pública para economías desarrolladas y en desarrollo. Estos problemas abarcan la corrupción política, la inseguridad pública y la pobreza extrema, en añadidura a aquellos relacionados con la salud. Solamente en Estados Unidos, se estima que el costo total por abuso de drogas supera los \$193 millardos de dólares al año (Office of National Drug Control Policy, 2011). Estos costos son equivalentes al 1.4 por ciento del PIB estadounidense. En las economías en desarrollo, los costos suelen ser relativamente más altos porque también incluyen sanciones y dilemas de política pública para aquellos países que se consideran productores y distribuidores de drogas.

El tráfico de drogas se ha desarrollado significativamente en los últimos años a lo largo de la economía global. Los países desarrollados suelen responsabilizar a los países en desarrollo de esta situación. Entre otras razones, se argumenta que los gobiernos de los países en desarrollo no hacen esfuerzos suficientes para luchar contra el narcotráfico. Esto en virtud de que las actividades asociadas a la producción y distribución de drogas proporcionan ingresos para un gran número de habitantes de estos países. Por esta razón, muchas políticas de los países desarrollados hacia los países en desarrollo se encaminan a reducir la oferta internacional de drogas. Estas políticas suelen incluir sanciones y el otorgamiento de apoyos focalizados para luchar contra el narcotráfico.

En este artículo desarrollamos un modelo microeconómico para explicar por qué las políticas de sanción usadas por países desarrollados han tenido efectos ambiguos en los países en desarrollo. En el modelo, un país en desarrollo recibe IED dependiendo del esfuerzo que haga su gobierno para reducir las exportaciones de drogas. Sin embargo, los productores locales de drogas cabildean y ofrecen contribuciones cuyo impacto depende del nivel de corrupción gubernamental. El gobierno fija el nivel de esfuerzo contra el tráfico de drogas tomando en cuenta las contribuciones pagadas y el bienestar de los habitantes locales. Analíticamente usamos la teoría de la agencia comunal para justificar y explicar los resultados de las políticas de sanción. Asimismo mostramos evidencia sobre las relaciones entre el tráfico de drogas, la corrupción y la IED para ocho países latinoamericanos.

La intención del modelo es mostrar como los esfuerzos por reducir las exportaciones de drogas en países en desarrollo no necesariamente están acotados por las sanciones que puede imponer el país que provee la IED y del cabildeo de los productores y traficantes de drogas.

Particularmente nos centramos en la determinación del nivel de cumplimiento de política óptima y la forma en que se ve afectada por los cambios en el parámetro de la corrupción, la demanda de drogas, y el costo marginal de las empresas entrantes. Se modela el cabildeo mediante el enfoque de contribución política. Es decir, se asume que el narcotraficante hace contribuciones políticas a las autoridades en el poder, y la cantidad en que contribuyen está supeditada a la política que adopta el gobierno.¹⁵⁰

El análisis teórico lo complementamos con una descripción de las relaciones empíricas (“hechos estilizados”), entre el tráfico de drogas, la corrupción percibida y la inversión extranjera directa en algunos países latinoamericanos durante el periodo 2003-2008. Si bien no pretendemos dar ninguna explicación de causalidad ni sustentar la existencia de relaciones estadísticamente significativas, dadas las limitaciones de los datos disponibles, estos hechos contextualizan el análisis teórico. Particularmente los datos usados son aquellos disponibles en las bases de datos de las Naciones Unidas, Transparencia Internacional y el Banco Mundial. Los mismos se refieren a Chile, Costa Rica, Ecuador, El Salvador México, Nicaragua, Panamá y Paraguay. Estos datos son usados en virtud de ser comparables internacionalmente.

El artículo está dividido en cinco secciones. En la sección 23.1 describimos el modelo microeconómico básico. En la sección 23.2 analizamos el caso en que sólo los narcotraficantes hacen contribuciones políticas en una economía orientada a la exportación. En la sección 23.3 analizamos el caso en el que existen dos grupos de presión: los traficantes de drogas y las personas que trabajan para las multinacionales en un sector no transable. En la sección 23.4 mostramos las relaciones empíricas entre el tráfico de drogas, la corrupción percibida y la inversión extranjera directa en Latinoamérica. Particular atención la centramos en México. Finalmente, en la sección 23.5 sintetizamos y discutimos los hallazgos encontrados.

23.1 El modelo microeconómico

Asumimos la existencia de un país receptor de n empresas extranjeras. Estas empresas provienen de un país foráneo y producen un bien homogéneo X . Así mismo existen dos tipos de individuos en el país receptor: honestos (σ) y deshonestos (ζ). Estos individuos son homogéneos dentro de su propio tipo. Los deshonestos trabajan y obtienen su ingreso de actividades ilegales, específicamente de la producción de drogas las cuales son vendidas en el país foráneo. Vamos a asumir también que los narcotraficantes se comportan como monopolistas en el Mercado de las drogas y nos referiremos a ellos solo como el narcotraficante¹⁵¹.

Consideramos, como en Brander y Spencer (1987), que existe desempleo en el país receptor.

¹⁵⁰ El enfoque de contribuciones políticas, derivado del problema de agencia analizado por Bernheim y Whinston (1986), se introdujo por primera vez por Grossman y Helpman (1994) en la modelización de la economía política de protección comercial. Dixit, Grossman y Helpman (1997) generalizaron el marco de Bernheim-Whinston para permitir preferencias generales y por lo tanto la variabilidad de las utilidades marginales de los ingresos.

¹⁵¹ La ambición de poder dentro del mercado de la droga genera guerras entre los narcotraficantes para lograr dominar segmentos cada vez más grandes de mercado. Es común que grandes narcotraficantes dominen regiones enteras nacional o internacionalmente.

En particular, el costo variable tanto de las empresas extranjeras como del productor de droga se considera como el ingreso de los trabajadores en el país receptor¹⁵². En este sentido la gente honesta trabaja para el sector tanto legal como el ilegal, ósea para las empresas multinacionales y para el narcotraficante¹⁵³.

Tomando en cuenta los resultados de Alesina y Perotti (1996), se establece que una alta producción de drogas está ligada con poca seguridad y corrupción y que estas características quitan el interés a los empresarios extranjeros para invertir en el país productor¹⁵⁴. Además, debido a que el país en el que se consume la droga enfrenta altos costos en salud y pérdidas de productividad, así como crimen y pobreza, tiene interés en que el país productor reduzca la oferta de drogas.

Un esfuerzo en contra del narcotráfico por parte del país productor es considerado como una muestra de cooperación y apoyo en la lucha contra el mercado ilícito de drogas para reducir la oferta. Si el gobierno del país productor realiza un alto nivel de esfuerzo en la lucha contra el narcotráfico y logra disminuir la cantidad de drogas que se producen y exporta, entonces muestra mayor seguridad así como colaboración y apoyo al país consumidor en la lucha contra el narcotráfico, esto atrae su inversión y el establecimiento de mayor número de empresas que producen el bien legal. Como consecuencia se tiene que el número de empresas provenientes de la inversión de individuos del país consumidor, depende de la cantidad de drogas que se produce y se exporta (D), es decir $n = n(D)$. Asumimos que $n(D)$ es una función lineal y decreciente tal que $n'(D) < 0$ and $n''(D) < 0$. Es decir, el flujo de empresas decrecerá cuando aumenten la exportación de drogas.

El país receptor utiliza políticas específicas para reducir la producción y tráfico de drogas mediante la determinación de un nivel de esfuerzo (ε) usado para atrapar al narcotraficante¹⁵⁵. El nivel de control afecta la probabilidad de éxito del narcotraficante (no ser atrapado). La probabilidad de éxito del narcotraficante se define como $\mathcal{G} = \mathcal{G}(\varepsilon)$ la cual es lineal y decreciente con respecto a ε tal que $\mathcal{G}'(\varepsilon) < 0$, $\mathcal{G}''(\varepsilon) = 0$, $\mathcal{G}(\bar{\varepsilon}) = 0$ y $\mathcal{G}(0) = 1$.

¹⁵² Implícitamente se asume que en el fondo hay un sector competitivo en el cual se utiliza trabajo y un factor específico (tierra) bajo retornos constantes a escala. El sector no competitivo usa tierra y tecnología con retornos constantes a escala. La tasa de salarios de trabajo (en términos del bien numerario) está dado de manera exógena a un mayor nivel que en el que se establecería cuando los mercados se equilibran (*clearing one*). Bajo estos supuestos, la cantidad total de trabajo que se usa en el sector competitivo y la tasa de renta de tierra no dependerá de ningún parámetro de política. Cualquier política que induzca a un cambio en el empleo en el sector que no es competitivo será el cambio total en el empleo de toda la economía.

¹⁵³ Probablemente la gente honesta no trabaja directamente en el proceso de producción y tráfico de drogas, pero el lavado de dinero es una actividad donde parte de la población trabaja sin poder ser detectada como una actividad ilegal consciente.

¹⁵⁴ Ellos dividen inestabilidad en inestabilidad socio-política y ejecutiva, la primera hace referencia a disturbios socio-políticos: inseguridad en protestas políticas e inseguridad social; y la segunda se refiere a la frecuencia con que acontecen derrocamientos de gobierno.

¹⁵⁵ El nivel de control se materializa en los instrumentos legales, políticos y judiciales destinados a inhibir la producción y tráfico de drogas. En este sentido estos instrumentos implican un costo financiero para el gobierno en el país receptor.

Tomando en cuenta todo lo anterior mencionado, vamos a especificar la función de utilidad de la gente honesta, del narcotraficante y del gobierno. Usando estas funciones vamos a determinar el nivel de control óptimo. Asumiendo preferencias cuasilineales la función de utilidad indirecta de la gente honesta se puede definir como

$$I^\sigma = nC_X X - \varepsilon + C_D D + CS \quad \text{¡Error! Marcador no definido.} \quad (23.1)$$

Donde C_X y C_D son los costos promedios y marginales en la producción del bien legal X y las drogas D respectivamente. En la expresión (23.1), el primer término es el ingreso de los factores empleados en la producción del bien legal. El segundo término de la ecuación es la cantidad total de ingresos que el gobierno recauda para la lucha contra el narcotráfico (el costo del esfuerzo). Los ingresos totales de los individuos que trabajan en la producción de drogas es $C_D D$. CS es el excedente del consumidor que satisface:

$$dCS = -QdP, \quad (23.2)$$

Donde Q es el consumo total de X y P es su precio.

La utilidad indirecta del narcotraficante es dado por el ingreso esperado

$$I^\varsigma = \mathcal{G}[P_D - C_D]D + (1 - \mathcal{G})[-C_D D], \quad (23.3)$$

Donde P_D es el precio de la droga. Esta ecuación establece que el ingreso del narcotraficante es igual a la ganancia $[P_D - C_D]$ que el obtendría si no es atrapado multiplicado por la probabilidad \mathcal{G} , mas el costo $[-C_D D]$ de ser atrapado por la probabilidad $(1 - \mathcal{G})$. Se asume que el productor de droga no consume el bien X ¹⁵⁶.

El parámetro de esfuerzo ε es un instrumento de política establecido por el gobierno del país receptor de inversión y que se establece mediante un proceso de equilibrio político. Vamos a seguir el trabajo de Dixit et. al. (1997) para especificar este equilibrio. En este modelo, el narcotraficante cabildea al gobierno con una contribución política para influir en la decisión sobre el nivel de esfuerzo. El esquema de contribución política se define como $c(\varepsilon)$. La función objetivo del gobierno receptor de inversión extranjera directa se especifica como:

$$G = \rho c + (I^\sigma + I^\varsigma), \quad (23.4)$$

Donde $\rho > 1$ es el nivel de corrupción y es un parámetro constante que fácilmente se puede ver que es superior a 1. (23.4) establece que el gobierno considera el bienestar total de todos sus nacionales así como también la contribución política que ellos reciben del narcotraficante. El equilibrio político es el resultado de un juego en dos etapas. En la primera etapa el narcotraficante elige su esquema de contribución política. En la segunda etapa el gobierno establece su política de esfuerzo en la lucha contra el narcotráfico.

¹⁵⁶ El narcotraficante consume el bien numerario.

Un equilibrio político es dado por (i) una función de contribución política $c^*(\varepsilon)$, tal que maximice el beneficio del narcotraficante dada una política de esfuerzo anticipada por el gobierno, y (ii) una variable de política de esfuerzo, ε^* , que maximice la función objetiva del gobierno dada por (23.4), tomando como dada el esquema de contribuciones políticas.

Dixit et. al. (1997) desarrollan el concepto de equilibrio confiable, truthful equilibrium, que implementa resultados eficientes en el sentido de Pareto. Establecido formalmente tenemos que, sea $(c^o(\varepsilon^o, I^{\varepsilon^o}), \varepsilon^o)$ un equilibrio confiable en el cual I^{ε^o} es la utilidad per cápita de equilibrio del narcotraficante. Entonces $(c^o(\varepsilon^o, I^{\varepsilon^o}), \varepsilon^o, I^{\varepsilon^o})$ es caracterizado por:

$$c(\varepsilon, I^{\varepsilon^o}) = \text{Max}(0, \delta), \quad (23.5)$$

$$\varepsilon^o = \text{Argmax}_{\varepsilon} \{ \rho c(\varepsilon, I^{\varepsilon^o}) + I^{\sigma}(\varepsilon) + I^{\varepsilon^o} \}, \quad (23.6)$$

$$I^{\sigma}(\varepsilon_1) + I^{\varepsilon^o} = \rho c(\varepsilon^o, I^{\varepsilon^o}) + (I^{\sigma}(\varepsilon^o) + I^{\varepsilon^o}), \quad (23.7)$$

Donde δ es definido en

$$I^{\varepsilon^o} = (I^{\varepsilon} - \delta), \quad (23.8)$$

$$\text{Y}$$

$$\varepsilon_1 = \text{Argmax}_{\varepsilon} (I^{\sigma}(\varepsilon) + I^{\varepsilon^o}). \quad (23.9)$$

La ecuación (23.5) (junto con la (23.8)) establece que la contribución confiable es establecida al nivel de las variaciones compensatorias de acuerdo al nivel de utilidad del narcotraficante. La definición de δ es el concepto básico de variaciones compensatorias. Bajo una función de pagos de equilibrio confiable, por cualquier cambio en ε , el cambio en la contribución recibida por el gobierno será exactamente igual al cambio en el bienestar del narcotraficante, considerando que el pago de ambos antes y después del cambio es estrictamente positivo. La ecuación (23.6) se explica por si misma: el gobierno toma la utilidad del narcotraficante como dada y elige el nivel de esfuerzo que maximice su función objetivo.

Las ecuaciones (23.7) y (23.8) indican que el narcotraficante, que hace cabildeo, da el menor pago posible al gobierno para inducirlo al equilibrio dado en (23.6). Además el gobierno debe ser indiferente entre implementar una política de equilibrio y recibir contribución del grupo de interés o no recibir contribuciones de los líderes de droga y establecer la política de equilibrio. Esto muestra que el gobierno siempre busca maximizar su utilidad a través de la política que establezca y ésta debe ser la misma recibiendo contribución política o no. Esto se establece en la ecuación (23.7)¹⁵⁷.

De acuerdo a Grossman y Helpman (1994, pp. 845-846), en el caso de un solo grupo de cabildeo, no hay oposición en la competencia por intereses, y el grupo de cabildeo obtiene para si todo el beneficio de su relación política con el gobierno. En este equilibrio político, el gobierno obtiene exactamente la misma utilidad que obtendría si no permitiera contribución alguna.

¹⁵⁷ Ver Dixit, et. al. (1997), pp. 756-759.

Ya que el narcotraficante se comporta como monopolista, la condición de primer orden se define como:

$$\mathcal{G}DP'_D + \mathcal{G}P_D = C_D. \quad (23.10)$$

De (23.10) tenemos:

$$D'(\varepsilon) = -\frac{\mathcal{G}'(\varepsilon)C_D}{2\mathcal{G}^2 P'_D} < 0. \quad (23.11)$$

Las empresas foráneas se comportan como oligopolistas de tipo Cournot de tal manera que la condición de primer orden para cada empresa se define como:

$$P'(Q)X + P(Q) = C_X, \quad (23.12)$$

Donde $Q = nX$, y $P(Q)$ es la función de demanda inversa para el bien legal. Si consideramos que $P(Q)$ es una función lineal, de (12) podemos encontrar que:

$$X'(n) = \frac{dX}{dn} = -\frac{X}{n+1}. \quad (23.13)$$

Hasta aquí tenemos la estructura básica de nuestro análisis.

23.2 El caso de una economía exportadora con IED

Una vez descritas las propiedades del equilibrio político, analizaremos la estática comparativa del caso en el cual tenemos una economía exportadora neta de bienes legales que no se consumen en el mercado local. Nuestro objetivo es examinar como el nivel de esfuerzo es afectado por dos parámetros: el nivel de corrupción y el aumento del consume de drogas de manera autónoma. Además de esto, vamos a analizar, a partir del nivel de esfuerzo óptimo, el efecto de un aumento en el nivel de esfuerzo en la utilidad del narcotraficante y de la gente honesta.

Como primer paso obtenemos las condiciones de primer orden del problema de optimización dado en (23.6). De (23.1), (23.3), y (23.4) obtenemos:

$$G_\varepsilon = \rho P_D D \mathcal{G}'(\varepsilon) + \frac{XC_X}{n+1} n'(D) D'(\varepsilon) - 1 + C_D D'(\varepsilon) = 0. \quad (23.14)$$

Tomando la derivada implícita de (23.14):

$$\frac{d\varepsilon}{d\rho} = -\frac{G_{\varepsilon\rho}}{G_{\varepsilon\varepsilon}}, \quad (23.15)$$

Donde $G_{\varepsilon\rho} = P_D D \mathcal{G}'(\varepsilon) < 0$. Combinando este resultado con el supuesto de concavidad de la función objetivo del gobierno en ε ($G_{\varepsilon\varepsilon} < 0$), tenemos:

$$\frac{d\varepsilon}{d\rho} < 0.$$

Un aumento en el parámetro de corrupción, aumenta el impacto de la contribución política sobre la función objetivo del gobierno. Intuitivamente hablando, el aumento en el nivel de corrupción da un mayor peso al soborno ofrecido por el narcotraficante ya que este tiene mayor aceptación. En este caso el gobierno esta dispuesto a reducir el nivel de esfuerzo incentivando la producción y tráfico de drogas. El beneficio de una mayor producción de drogas se traduce en una mayor aportación política, una reducción en la cantidad de impuestos recolectados para lucha contra el narcotráfico y un aumento en los ingresos de la gente que trabaja para los narcotraficantes. Estas ganancias exceden las perdidas por la reducción en el número de empresas extranjeras y por tanto la reducción en el ingreso de la gente empleada en el sector legal. Formalmente podemos decir:

Proposición 1 Cuando existe un cabildeo por parte de los narcotraficantes, un aumento en el nivel de corrupción reduce el nivel de esfuerzo en la lucha contra la producción y tráfico de drogas.

Vamos a considerar ahora un cambio exógeno en la demanda por drogas y como afecta el nivel de esfuerzo óptimo. Para esto vamos a considerar una demanda por drogas lineal de la forma $P_D = a - bD$. En tal caso vamos a modelar este cambio en la demanda como un aumento en el parámetro a . En este caso obtenemos:

$$\frac{d\varepsilon}{da} = -\frac{G_{\varepsilon a}}{G_{\varepsilon\varepsilon}}, \quad (23.16)$$

Donde:

$$G_{\varepsilon a} = \rho \frac{C_D \mathcal{G}'(\varepsilon)}{b \mathcal{G}} - \frac{2XC_X (n'(D))^2 D'(\varepsilon)}{b(n+1)^2}. \quad (23.17)$$

A partir de aquí podemos ver que un incremento en la demanda por drogas incrementa (decrece) el nivel de esfuerzo cuando el parámetro de corrupción ρ es suficientemente pequeño (grande). En particular de (23.17) y (23.11) tenemos:

$$\frac{d\varepsilon}{da} = \begin{cases} > 0 \text{ if } \rho < A_1 \\ < 0 \text{ if } \rho > A_1 \end{cases}, \quad (23.18)$$

Donde:

$$A_1 = \frac{XC_X (n'(D))^2}{(n+1)^2 b \mathcal{G}} > 0.$$

Un aumento en la demanda por drogas incentivara la producción de los narcotraficantes y como consecuencia el monto de la contribución política y el ingreso de la gente empleada en el sector ilegal. Por otra parte, este aumento en la producción de drogas desincentiva la entrada de empresas extranjeras y por tanto el ingreso de la gente empleada en el sector legal. Cuando el parámetro de corrupción es grande, el primer efecto domina al segundo y el nivel de esfuerzo se reduce. Pero si el nivel de corrupción es bajo sucede lo contrario. Formalmente podemos decir:

Proposición 2 Cuando existe un cabildeo por parte de los narcotraficantes, un aumento en la demanda de drogas incrementa (reduce) el nivel de esfuerzo si el parámetro de corrupción es suficientemente pequeño (grande).

Intuitivamente, cuando el parámetro de corrupción es pequeño, el impacto de una contribución política es mínimo. Un incremento autónomo en el consumo de drogas va a aumentar el nivel de esfuerzo porque el beneficio obtenido de la entrada de empresas foráneas y consecuentemente en el ingreso de la población que trabaja para ellos, es mayor que la pérdida dado por la caída en la producción de drogas y consecuentemente en la contribución hecha por el narcotraficante y el ingreso de la población que trabaja para el sector ilegal. Por otra parte, cuando el parámetro de corrupción es grande, entonces existe alta sensibilidad ante la contribución política del narcotraficante y un aumento en la demanda de drogas disminuirá el nivel de esfuerzo debido a que el beneficio obtenido de esa contribución y el ingreso del sector de la población que trabaja para el sector ilegal será mayor a la pérdida del ingreso del sector de la población que trabaja en el sector legal ante la disminución de empresas entrantes. Finalmente, y a partir del nivel de esfuerzo de equilibrio dado en (23.14), analizaremos el efecto de un incremento en el nivel de esfuerzo sobre la utilidad de la gente honesta y deshonestas. De (23.1) y (23.3) tenemos:

$$\left. \frac{dI^\sigma}{d\varepsilon} \right|_{\varepsilon=\varepsilon^o} = -\rho P_D D \mathcal{G}'(\varepsilon) > 0, \quad (23.19)$$

$$\left. \frac{dI^\varsigma}{d\varepsilon} \right|_{\varepsilon=\varepsilon^o} = P_D D \mathcal{G}'(\varepsilon) < 0. \quad (23.20)$$

A partir del nivel de equilibrio ε^o es claro que un aumento en el nivel de esfuerzo beneficiará a la gente honesta y perjudicará al narcotraficante. Formalmente podemos decir,

Proposición 3 A partir del nivel de esfuerzo de equilibrio, un aumento en el nivel de esfuerzo beneficiará a la gente honesta y perjudicará al narcotraficante.

Intuitivamente, un incremento en el nivel de esfuerzo reducirá la probabilidad de éxito para el narcotraficante, y consecuentemente reducirá la cantidad de droga producida y comerciada. La ganancia obtenida por el narcotraficante, y por tanto también su utilidad decrece. Por otra parte ella reducción en la producción de drogas incrementará el número de empresas extranjeras entrantes. La utilidad de la gente honesta que trabaja para este sector legal aumentará, aunque el ingreso de la gente honesta que trabaja para el sector ilegal disminuye. Además hay un incremento en el impuesto pagado al gobierno para la lucha contra el narcotráfico. En el equilibrio, el efecto positivo es mayor y un aumento en el nivel de esfuerzo incrementará el beneficio de la gente honesta.

23.3 El caso de una economía exportadora con IED endógenamente determinada

En la sección previa, el número de empresas extranjeras entrantes dependía linealmente de la cantidad de droga producida sin determinar como esta función fue determinada. En esta sección se determinará el número de empresas entrantes endógenamente. En este sentido vamos a establecer el mismo análisis de estática comparativa anterior con ésta consideración en el modelo. Una opción de política económica que las autoridades del país receptor de droga pueden establecer para inhibir la producción y tráfico de drogas es establecer un impuesto a todas las empresas que inviertan en el país productor de droga.

En otras palabras, las autoridades en el país receptor de droga podrían transferir el costo social total del consumo de drogas a las empresas multinacionales localizadas en el país productor de droga. Esto puede ser definido como:

$$nT = \kappa D, \quad (23.21)$$

Donde κ es la desutilidad marginal del consumo de drogas (en términos del bien numerario) y T es el impuesto de suma fija establecido por el gobierno a cada empresa extranjera. Esto puede ser reescrito como

$$T = \frac{D\kappa}{n}. \quad (23.22)$$

Vamos a considerar que el país receptor es pequeño en el mercado por IED, es decir, las empresas decidirán ubicarse en el país hasta que el beneficio que obtengan de ubicarse en otra parte del mundo sea igual al de ubicarse en el país receptor considerando el impuesto. En este sentido existirá un beneficio de reserve $\bar{\Pi}$ que podrían obtener en el resto del mundo. La condición de equilibrio de la inversión extranjera directa sería dada por:

$$\Pi = (P_X - C_X)X - T = \bar{\Pi} \quad (23.23)$$

Con una función lineal tradicional, en el equilibrio tenemos:

$$\beta X^2 - T = \bar{\Pi}, \quad (23.24)$$

$$X = \frac{\alpha - C_X}{\beta(n+1)} = \frac{S_X}{n+1}.$$

Por lo tanto, el número de empresas es una función de α , C_X , κ , D y $\bar{\Pi}$ tal que:

$$n_D = \frac{\kappa}{n\Pi_n} < 0, \quad (23.25)$$

$$n_{\alpha_X} = -\frac{2}{(n+1)\Pi_n} > 0, \quad (23.26)$$

$$n_{\bar{\Pi}} = \frac{1}{\Pi_n} < 0, \quad (23.27)$$

Donde

$$\Pi_n = \frac{\beta X^2}{n(n+1)} [1-n] - \frac{\bar{\Pi}}{n} < 0. \quad (23.28)$$

Considerando el problema de cabildeo de la sección anterior tenemos de (23.4), (23.1), (23.3), y (23.22)-(23.27) la condición de primer orden como:

$$G_\varepsilon = \rho P_D D'(\varepsilon) + \frac{XC_X}{n+1} n'(\varepsilon) - 1 + C_D D'(\varepsilon) = 0, \quad (23.29)$$

Donde de (23.25) y (23.11) tenemos:

$$n'(\varepsilon) = \frac{\mathcal{G}'(\varepsilon)C_D\mathcal{K}}{2\mathcal{G}^2bn\Pi_n} > 0. \quad (23.30)$$

Diferenciando implícitamente de (29) tenemos:

$$\frac{d\varepsilon}{d\rho} = -\frac{G_{\varepsilon\rho}}{G_{\varepsilon\varepsilon}}, \quad (23.31)$$

Donde $G_{\varepsilon\rho} = P_D D \mathcal{G}'(\varepsilon) < 0$. Considerando la concavidad de la función objetivo del gobierno en ε ($G_{\varepsilon\varepsilon} < 0$), obtenemos que

$$\frac{d\varepsilon}{d\rho} < 0.$$

Formalmente podemos decir que:

Proposición 4 Cuando existe un cabildeo por parte de los narcotraficantes, y n es explícitamente determinada, un incremento en el nivel de corrupción reducirá el nivel de esfuerzo.

Un aumento en el nivel de corrupción incrementa el impacto de la contribución política sobre la función objetivo del gobierno. El gobierno reducirá el nivel de esfuerzo y existirá un aumento en la cantidad de droga producida. El beneficio de un aumento en la producción de drogas generará una mayor contribución política y mayores ingresos para la gente que trabaja para el sector ilegal. Debido a la reducción en el nivel de esfuerzo el impuesto cargado a la gente para lucha contra el narcotráfico es reducido y todos estos beneficios serán mayores a la pérdida de empleo ofrecido por las multinacionales.

Siguiendo con la estática comparativa, de nuevo bajo el supuesto de una demanda lineal por drogas $P_D = a - bD$, el cambio en el nivel de esfuerzo dado por un cambio en la demanda de drogas se define como:

$$\frac{d\varepsilon}{da} = -\frac{G_{\varepsilon a}}{G_{\varepsilon\varepsilon}}, \quad (23.32)$$

Donde:

$$G_{\varepsilon a} = \rho \frac{C_D \mathcal{G}'(\varepsilon)}{b\mathcal{G}} - \frac{XC_X n'(\varepsilon)}{((n+1)n)^2} \left[\frac{T(n+1)}{n} - \frac{2\beta X^2}{n+1} \right]. \quad (23.33)$$

La ecuación (23.33) se establece que cuando la desutilidad marginal es suficientemente pequeña, un incremento en la demanda de drogas reducirá el nivel de esfuerzo. Por otra parte, cuando la desutilidad marginal por el consume de drogas y el tamaño de mercado del bien legal son ambos suficientemente grandes, entonces el gobierno en el país receptor de IED incrementara el nivel de esfuerzo.

Sin embargo, en este último caso, cuando el tamaño de mercado del bien legal es suficientemente pequeño, entonces el gobierno reducirá el nivel de esfuerzo a pesar de la alta desutilidad que produce el consumo de droga en el país receptor de la droga. Formalmente podemos decir,

Proposición 5 Cuando existe un cabildeo por parte de los narcotraficantes, y n es explícitamente determinada, un aumento en la demanda de drogas producirá el siguiente efecto sobre el nivel de esfuerzo

$$\frac{d\varepsilon}{da} = \begin{cases} \text{si } \kappa \rightarrow 0 < 0 \\ \text{si } \kappa \gg 0 \begin{cases} > 0 \text{ si } S_X \gg 0 \\ < 0 \text{ si } S_X \rightarrow 0 \end{cases} \end{cases}$$

Intuitivamente, cuando la desutilidad es por consumir drogas es pequeña, un incremento en la demanda de drogas reducirá el nivel de esfuerzo ya que, básicamente el efecto sobre el país receptor de droga es minimizado y el beneficio del país receptor de inversión por producir droga es alto. El ingreso obtenido por la venta de drogas que se expresa en la cantidad de contribución política y en el ingreso de la gente que trabaja en el sector ilegal es mayor a la pérdida en empleo del sector legal. Con una alta desutilidad marginal por consumir drogas, el efecto sobre el esfuerzo realizado para combatir la producción y tráfico de drogas dependerá del beneficio real que se tiene en el empleo dentro del sector legal. Cuando el mercado por el bien legal es grande, entonces el empleo ofrecido por este sector es importante en la decisión del gobierno receptor de IED. Con un mercado grande del bien legal, un aumento en la demanda de drogas aumentará el esfuerzo de lucha contra el narcotráfico debido a que el beneficio obtenido por el empleo ofrecido por el sector legal es mayor que la pérdida en la contribución política y el ingreso a obtener por el empleo dado en el sector ilegal. Sin embargo, cuando este mercado por el bien legal es suficientemente pequeño, el empleo ofrecido será limitado y, a pesar del nivel de desutilidad alta, el gobierno receptor de IED disminuirá el nivel de esfuerzo ya que el beneficio por el empleo ofrecido por los narcotraficantes y la contribución política le será más redituable que el beneficio obtenido por el empleo dentro del sector legal. Finalmente, a partir del nivel de esfuerzo de equilibrio en (23.29) es claramente obvio que el resultado de un aumento en el nivel de esfuerzo sobre la utilidad del narcotraficante y sobre la utilidad de la gente honesta sería exactamente el mismo que el establecido en la proposición 3 de la sección anterior. No hay razón para pensar que endogeneizar el número de empresas entrantes tendría que darnos un resultado distinto.

23.4 Tráfico de drogas, corrupción e inversión extranjera directa en América Latina

En esta sección describimos algunos hechos estilizados sobre el tráfico de drogas, la corrupción percibida y la inversión extranjera directa en ocho países latinoamericanos durante el periodo 2003-2008. Si bien no pretendemos dar ninguna explicación de causalidad ni sustentar la existencia de relaciones estadísticamente significativas, estos hechos contextualizan el análisis teórico.

Particularmente los datos usados son aquellos disponibles en las bases de datos de las Naciones Unidas, Transparencia Internacional y el Banco Mundial.¹⁵⁸ Los mismos se refieren a Chile, Costa Rica, Ecuador, El Salvador México, Nicaragua, Panamá y Paraguay. Estos datos son usados en virtud de ser relativamente comparables internacionalmente.

Metodológicamente, usamos definiciones y medidas internacionales de las variables “tráfico de drogas”, “corrupción” e “inversión extranjera directa”. Estas definiciones determinan la disponibilidad de los datos y los límites del análisis. Particularmente, el tráfico de drogas se contabiliza con base en los reportes de actividades relacionados con drogas (exceptuando el consumo). Estas actividades incluyen el cultivo, la manufactura, la distribución y la venta de sustancias prohibidas.

La corrupción se determina con base percepciones de la corrupción. La misma se define como el mal uso del poder público para obtener beneficios privados. La inversión extranjera directa se contabiliza en términos de las entradas netas de capital en la balanza de pagos medidos en dólares constantes. Por simplicidad, la información la agrupamos en cuadros.

Cuadro 23.1 Tráfico de drogas en América Latina
(Total de reportes policíacos)

Periodo	Chile	Costa Rica	Ecuador	El Salvador	México	Nicaragua	Panamá	Paraguay
2003	1,292	-	-	-	-	-	-	-
2004	1,397	-	-	-	-	-	-	-
2005	1,230	343	2,773	760	-	1,565	882	178
2006	5,466	309	2,773	1,073	42,261	1,796	855	157
2007	-	-	-	-	56,002	-	-	-
2008	-	-	-	-	47,135	-	-	-

Notas: Elaboración propia con base en datos de la ONODC. "Tráfico de Drogas" se refiere a crímenes relacionados con drogas, sin que estos impliquen el consumo personal. "-" dato no disponible.

El Cuadro 23.1 muestra las cifras sobre el número de reportes de tráfico de drogas en América Latina. La media anual de reportes considerando todos los países y años donde hay datos es de 8,885.

La desviación estándar es 17,816. Estas cifras sugieren que el tráfico de drogas ocurre de manera diferenciada entre los países aunque es difícil asegurarlo en virtud de que el panel de datos no es balanceado.

¹⁵⁸ Los datos sobre tráfico de drogas fueron recabados de Base de Estadísticas de Tráfico de Drogas de la Oficina de las Naciones Unidas para las Drogas y el Crimen (UNODC, por sus siglas en inglés). Los datos de índices de corrupción fueron obtenidos de los reportes del Índice de Percepción de Corrupción (CPI) de Transparencia Internacional. Los datos de inversión extranjera directa fueron obtenidos de la Base de Datos de Acceso Abierto del Banco Mundial. Las bases están disponibles, respectivamente, en <http://www.unodc.org/unodc/en/data-and-analysis/statistics/index.html>, http://www.transparency.org/policy_research/surveys_indices/cpi y <http://data.worldbank.org/>.

Particularmente, el Cuadro 1 muestra que en promedio el mayor número de reportes de tráfico de drogas se refieren a México (48,466). Paraguay y Costa Rica por su parte, son los países que registran menos reportes criminales (168 y 326, respectivamente).

Cuadro 23.2 Tráfico de drogas en América Latina
(Reportes policíacos por 100,000 habitantes)

Periodo	Chile	Costa Rica	Ecuador	El Salvador	México	Nicaragua	Panamá	Paraguay
2003	8.1	-	-	-	-	-	-	-
2004	8.7	-	-	-	-	-	-	-
2005	7.5	7.9	21.2	12.5	-	28.7	27.3	3.0
2006	33.2	7.0	21.7	17.6	39.7	32.5	26.0	2.6
2007	-	-	-	-	52.1	-	-	-
2008	-	-	-	-	43.4	-	-	-

Notas: Elaboración propia con base en datos de la ONODC. "Tráfico de Drogas" se refiere a crímenes relacionados con drogas, sin que estos impliquen el consumo personal. "-" dato no disponible.

El Cuadro 23.2 muestra las cifras sobre el número de reportes de tráfico de drogas por cada cien mil habitantes en América Latina. La media anual de reportes considerando todos los países y años donde hay datos es de 21.1. La desviación estándar es 14.6. Estas cifras confirman la hipótesis de que el tráfico de drogas existe de manera diferenciada en la región incluso tras considerar las diferencias poblacionales. Asimismo se confirma que anualmente, y en promedio, el mayor número de reportes se refiere a México (45.1 reportes). Los países que reportan menos actividades criminales nuevamente son Paraguay y Costa Rica (2.8 y 7.5, respectivamente).

Cuadro 23.3 Corrupción pública en América Latina
(Índice de percepción de la corrupción)

Periodo	Chile	Costa Rica	Ecuador	El Salvador	México	Nicaragua	Panamá	Paraguay
2003	7.5	4.3	2.2	3.4	3.6	2.5	3.4	1.7
2004	7.4	4.9	2.2	3.7	3.6	2.6	3.7	1.6
2005	7.3	4.2	2.4	4.2	3.5	2.7	3.5	1.9
2006	7.3	4.1	2.5	4.0	3.3	2.6	3.1	2.1
2007	7.0	5.0	2.3	4.0	3.5	2.6	3.2	2.6
2008	6.9	5.1	2.1	3.9	3.6	2.6	3.4	2.4

Notas: Elaboración propia con base en datos de Transparencia Internacional. La escala del índice es de se asocian a un 0 a 10. Valores altos del índice menor nivel de corrupción percibida.

El Cuadro 23.3 muestra los índices de corrupción percibida en América Latina. La media anual del índice considerando todos los países y años donde hay datos es de 3.7. La desviación estándar es 1.6. Estas cifras sugieren que la corrupción percibida en la región es relativamente alta, pero diferenciada por países. Ello en virtud de que la escala del índice, que es de 0 a 10, esta inversamente relacionada con el grado de corrupción percibida. Particularmente los datos del índice sugieren que anualmente, y en promedio, el único país que tiene niveles aceptables de honestidad es Chile (7.2 puntos). Los países en donde se perciben mayores niveles de corrupción son Paraguay y Ecuador (2.1 y 2.3 puntos, respectivamente).

Cuadro 23.4 Inversión extranjera directa neta en América Latina
(Millones de dólares de 2010)

Periodo	Chile	Costa Rica	Ecuador	El Salvador	México	Nicaragua	Panamá	Paraguay
2003	5,664	756	1,146	186	21,359	265	1,075	36
2004	8,855	980	1,033	448	30,616	309	1,258	47
2005	8,096	998	572	64	27,962	279	1,064	62
2006	7,980	1,606	297	19	21,926	314	2,796	189
	13,06	1,976	202	110	30,982	398	1,851	215
2007	0							
	15,45	2,120	1,021	379	26,820	639	2,240	284
2008	2							

Notas: Elaboración propia con base en datos del Banco Mundial.

Cuadro 23.5 Inversión extranjera directa neta en América Latina
(Porcentajes de tasa de crecimiento anual real)

Periodo	Chile	Costa Rica	Ecuador	El Salvador	México	Nicaragua	Panamá	Paraguay
2003	61.3	-16.7	6.3	-71.3	-34.8	-5.7	691.8	161.7
2004	56.3	29.6	-9.8	141.5	43.3	16.6	17.0	29.1
2005	-8.6	1.8	-44.6	-85.8	-8.7	-9.4	-15.5	33.3
2006	-1.4	60.9	-48.1	-70.0	-21.6	12.2	162.9	205.6
2007	63.6	23.0	-31.8	471.4	41.3	26.8	-33.8	13.4
2008	18.3	7.3	404.4	245.6	-13.4	60.6	21.0	32.2

Notas: Elaboración propia con base en datos del Banco Mundial.

El Cuadro 23.4 muestra las cifras de inversión extranjera directa neta en América Latina en dólares de 2010. La media anual reportada considerando la existencia de un panel de datos balanceado es de 5,125 millones. La desviación estándar es 8,947. Estas cifras muestran que la inversión extranjera tiene un comportamiento muy diferenciado en la región.

Particularmente, el Cuadro 23.3 muestra que México recibe anualmente en promedio la mayor cantidad de IED (26,611 millones). Paraguay y El Salvador por su parte, son los países que reciben menos inversión extranjera directa (139 y 201 millones, respectivamente).

El Cuadro 23.5 muestra las tasas de crecimiento de la inversión extranjera directa neta en América Latina. La media anual reportada considerando que el panel de datos esta balanceado es de 54.8 puntos porcentuales. La desviación estándar es 142.2.

Estas cifras muestran que la inversión también tiene un comportamiento diferenciado en los países de la región. Particularmente, el Cuadro 4 muestra que la inversión en Panamá crece anualmente un promedio de 140.6 por ciento. México y Nicaragua por su parte, son los países cuyo crecimiento registrado es el menor de los países de la muestra (1.0 y 16.8 por ciento, respectivamente).

Cuadro 23.6 Tráfico de drogas e inversión extranjera directa neta
(Correlaciones Pairwise con datos agregados de América Latina)

	Tráfico de Drogas		Inversión Extranjera	
	Total	100,000 Habitantes	Total	Tasa de Crecimiento
Número Total de Reportes	1.0000			
Reportes por 100,000 Habitantes	0.7707 0.0001	1.0000		
IED Neta Total	0.9564 0.0000	0.6930 0.0010	1.0000	
Tasa de Crecimiento de la IED Neta	-0.0907 0.7120	-0.2300 0.3436	-0.1467 0.3197	1.0000

Notas: Elaboración propia.

El Cuadro 23.6 muestra las correlaciones pairwise de las variables observadas usando los datos disponibles de todos los países de la muestra. El mismo sugiere que existen relaciones negativas entre el crecimiento de la inversión extranjera directa neta y las variables de tráfico de drogas (-0.0907 y -0.2300). Asimismo sugiere que existen relaciones positivas y significativas entre la inversión extranjera y el tráfico. Estadísticamente, la generalidad y significancia de estos resultados deben matizarse. De hecho, no sobra enfatizar que los resultados hallados no son necesariamente válidos para todos los países (véase Cuadro 23.7). La hipótesis de que el incremento de tráfico de drogas disminuye la inversión extranjera directa puede sustentarse mediante algunas correlaciones de las variables analizadas.

Estas son calculadas usando considerando los datos disponibles de las variables analizadas para cada uno de los países de la muestra. Así las correlaciones pairwise muestran relaciones negativas entre el crecimiento de la inversión extranjera y el tráfico de drogas en Chile, Costa Rica, Panamá y Paraguay. Asimismo, muestran relaciones negativas entre el total de inversión extranjera y las variables de tráfico de drogas en Costa Rica, El Salvador, Panamá y Paraguay (véase Cuadro 23.7).

Cuadro 23.7 Tráfico de drogas e inversión extranjera directa neta
(Correlaciones Pairwise con datos de países individuales)

Variabes Correlacionadas	Chile	Costa Rica	Ecuador	El Salvador	México	Nicaragua	Panamá	Paraguay
Número Total de Reportes de Tráfico de Drogas e Inversión Extranjera Directa Neta								
Coefficiente	0.1723	-1.0000	-	-1.0000	0.9774	1.0000	-1.0000	-1.0000
P-value	0.8277	1.0000	0.0000	1.0000	0.1355	0.0000	1.0000	1.0000
Número Total de Reportes de Tráfico de Drogas y Tasa de Crecimiento de la IED Neta								
Coefficiente	-0.4889	-1.0000	-	1.0000	0.9718	1.0000	-1.0000	-1.0000
P-value	0.5111	1.0000	0.0000	0.0000	0.1514	0.0000	1.0000	1.0000
Número de Reportes de Tráfico de Drogas por 100,000 Habitantes e Inversión Extranjera Directa Neta								
Coefficiente	0.1690	-1.0000	-1.0000	-1.0000	0.9623	1.0000	-1.0000	-1.0000
P-value	0.8310	1.0000	1.0000	1.0000	0.1753	0.0000	1.0000	1.0000
Número de Reportes de Tráfico de Drogas por 100,000 Habitantes y Tasa de Crecimiento de la IED Neta								
Coefficiente	-0.4820	-1.0000	-1.0000	1.0000	0.9847	1.0000	-1.0000	-1.0000
P-value	0.5180	1.0000	1.0000	0.0000	0.1116	0.0000	1.0000	1.0000

Notas: Elaboración propia con base en datos de la ONODC y el Banco Mundial. "-" dato no disponible.

Cuadro 23.8 Tráfico de drogas e inversión extranjera directa neta
(Correlaciones Pairwise con datos de México)

	Trafico de Drogas		Inversión Extranjera	
	Reportes		Directa Neta	
	Total	100,000 Habitantes	Total	Tasa de Crecimiento
Número Total de Reportes	1.0000			
Reportes por 100,000 Habitantes	0.9980 0.0398	1.0000		
IED Neta Total	0.9774 0.1355	0.9623 0.1753	1.0000	
Tasa de Crecimiento de la IED Neta	0.9718 0.1514	0.9847 0.1116	0.9028 0.0137	1.0000

Notas: Elaboración propia.

Analíticamente, México resulta un caso de interés en la relación entre el tráfico de drogas y la inversión extranjera directa. Las cifras muestran que es el país que tiene el mayor número de reportes de tráfico de drogas y es el mayor receptor de inversión extranjera.

Asimismo, en promedio, es el país en donde menos crece la inversión. Estos hechos pueden explicarse parcialmente debido a que México comparte fronteras con Estados Unidos (quizá el mayor consumidor de drogas a nivel mundial).

De hecho, el análisis estadístico de las variables con datos mexicanos muestra que las correlaciones pairwise son positivas y no significativas (véase Cuadro 23.8).

Los hallazgos encontrados definen los hechos estilizados entre el tráfico de drogas, la corrupción y la inversión extranjera directa en la muestra analizada.

Particularmente estos hechos los podemos resumir de la siguiente manera:

- 1) Los tres tipos de variables se comportan de manera muy diferenciada en la región;
- 2) La corrupción percibida en la región es relativamente alta;
- 3) Existen relaciones negativas entre la tasa de crecimiento de la inversión extranjera directa y el tráfico de drogas;
- 4) La hipótesis de que el incremento de tráfico disminuye la inversión extranjera puede sustentarse con evidencia de algunos países; y
- 5) México es un caso de interés porque tiene el mayor número de reportes de tráfico de drogas y es el mayor receptor de inversión extranjera.

23.5 Conclusiones y discusión

En este trabajo hemos intentado explicar por qué algunas de las políticas usadas en países desarrollados para inhibir la producción y tráfico de drogas han tenido efectos ambiguos en los países en desarrollo. Para ello hemos construido un modelo en donde un país en desarrollo recibe IED dependiendo del esfuerzo que haga su gobierno para reducir las exportaciones de drogas.

En el país, los productores locales de drogas cabildean y ofrecen contribuciones cuyo impacto depende del nivel de corrupción gubernamental. El gobierno fija el nivel de esfuerzo contra el tráfico de drogas tomando en cuenta las contribuciones pagadas y el bienestar de los habitantes locales.

Como resultado, el modelo muestra que la corrupción en el gobierno y el beneficio que el tráfico de drogas otorga a los habitantes de los países en desarrollo pueden desincentivar cualquier acción promovida por la comunidad internacional.

Particularmente hemos analizado dos casos teóricos. En el primero, se asume que la IED reacciona linealmente ante el nivel de esfuerzo realizado por el gobierno para reducir las exportaciones de drogas.

En este caso hemos hallado que un aumento de la corrupción reduce la política de esfuerzo.

Esto ocurre en virtud de que la ponderación dada a la contribución es grande y el gobierno encuentra conveniente reducir el esfuerzo contra el narcotráfico.

Por otro lado, el modelo predice que un aumento en la demanda de drogas aumentará (reducirá) el esfuerzo gubernamental si el parámetro corrupción es suficientemente pequeño (grande). Esto ocurre en virtud de que el beneficio en el ingreso de las personas honestas es mayor que el efecto de un pago efectuado por el traficante de drogas.

En el segundo caso, se asume que el número de empresas extranjeras que llegan a invertir en el país en desarrollo se determina endógenamente. En este caso el traficante de drogas presiona al gobierno y el número de empresas multinacionales se determina endógenamente.

Particularmente aquí hallamos que aumento en el parámetro de la corrupción reduce el nivel de esfuerzo y el número de multinacionales que se establecen localmente. Por otro lado, el modelo predice que un aumento en la demanda de drogas reducirá el nivel de esfuerzo si la desutilidad marginal producida por la exportación de drogas es suficientemente pequeña. Asimismo el modelo predice que, en presencia de una desutilidad marginal suficientemente grande, el tamaño del mercado del bien legal determinará el nivel de esfuerzo.

A mayor tamaño de mercado por el bien legal, mayor será el esfuerzo gubernamental en la lucha contra el narcotráfico.

El análisis teórico lo hemos complementado con una descripción de los hechos estilizados entre el tráfico de drogas, la corrupción percibida y la inversión extranjera directa en Latinoamérica.

Estos pueden resumirse de de la siguiente manera:

- 1) Los tres tipos de variables se comportan de manera muy diferenciada en la región;
- 2) La corrupción percibida en la región es relativamente alta;
- 3) Existen relaciones negativas entre la tasa de crecimiento de la inversión extranjera directa y el tráfico de drogas;
- 4) La hipótesis de que el incremento de tráfico disminuye la inversión extranjera puede sustentarse parcialmente con evidencia de algunos países; y
- 5) México es un caso de interés porque tiene el mayor número de reportes de tráfico de drogas y es el mayor receptor de inversión extranjera.

Finalmente no sobra enfatizar que los resultados de esta investigación sugieren que la corrupción y el desempleo desempeñan un papel importante en las decisiones de los gobiernos de países en desarrollo. Particularmente, la corrupción política puede aumentar o inhibir la acción de los agentes locales y producir algunos resultados inesperados en las luchas contra el tráfico de drogas.

En realidad, la corrupción puede jugar a favor de las políticas de esfuerzo siempre y cuando las condiciones económicas den alternativas favorables para el crecimiento. Por esta razón, es posible que la lucha contra la corrupción en los países en desarrollo sea la estrategia más adecuada para detener el tráfico de drogas. Particularmente reformas institucionales en contra de la corrupción y programas de incentivos económicos encaminados a sustituir a los traficantes, como agentes económicos, bien podrían reducir los problemas asociados a las drogas. En este contexto, sin duda alguna, las estrategias de sanción adoptadas por los países desarrollados no son idóneas.

Referencias

Alesina, A y R. Perotti, 1996, Income distribution, political instability and investment, *European Economic Review*, 40(6), 1203-1228.

Bernheim, B.D y M.D. Whinston, 1986, Menu actions, resource allocation, and economic influence, *Quarterly Journal of Economics*, 101(1), 1-32.

Brander, J.A. y B.J. Spencer, 1987, Foreign direct investment with unemployment and endogenous taxes and tariffs, *Journal of International Economics*, 22(3-4), 257-279.

Dixit, A.K., G.M. Grossman, y E. Helpman, 1997, Common agency and coordination: General theory and application to government policy making, *Journal of Political Economy*, 105(4), 752-769.

Grossman, G.M. y E. Helpman, 1994, Protection for sale, *American Economic Review*, 84(4), 833-854.

Office of National Drug Control Policy (ONDCP), 2011, 2011 National Drug Control Strategy, Estados Unidos, Washington, Executive Office of the President of the United States.

Capítulo 24

The national strategy of energy in México

Julieta Sánchez

J.Sánchez

Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Economía Contaduría y Administración, Calle Fanny Anitúa y Privada de Loza s/n, Colonia Centro. CP. 34000, Durango, Dgo.
julieta.san2009@hotmail.com

M.Ramos, F.Miranda (eds.) *Optimización-Estocástica-Recursiva-Coherente-Sistémica y sus variantes (probabilidad, econometría y estadística aplicada)*, Temas Selectos de Optimización-©ECORFAN-Santiago de Compostela, España, 2012.

Abstract

The global economic crisis is affected by the energy crisis characterized by high oil prices and a strong global dependence on energy from hydrocarbons whose rate of decline is increasing. Approximately 90 percent of the energy comes from nonrenewable fossil resources and at this scenario, several countries have incurred into the search for alternative energy sources and Mexico is no exception. In response, Mexico has established strategies for both deepwaters oil exploration and for the diversification of forms of getting energy, and to this, ambitious goals for the participation of renewable sources of energy must be set, so some observations to the Secretary of Energy have been made that the goal should be the order of 41 percent by 2020 and 75 percent by 2050, excluding hydroelectric plants. This is a strong challenge not only technically possible but economically viable.

24 Introduction

The Mexican economy is highly dependent of the resources obtained from its energetic industry; however the annual report of Petroleos Mexicanos (PEMEX) shows that the extraction of oil continues to decline (standing at 2.5 million barrels per day) and faces great difficulties for stabilization. In response, Mexico has established strategies to strengthen its energy industry, both in the field of oil exploration, and the diversification of the industry through other forms of energy production. The first strategy estimates that 58 percent of the prospective resources are concentrated in the deepwaters of the Gulf of Mexico and that these can become reserves through a successful exploration activity, for this, it plans to increase the likelihood of commercial success focusing on the exploration in priority areas. These explorations will operate at depths ranging from 450 to 2.500 meters. A statistical estimate of the success rate in these perforations would be about 33 per cent, this means 8 to 10 new fields discovered and between 20 and 24 failures. In the diversification strategy, an ambitious goal for the participation of renewable sources of energy must be set, for this, some observations to the Ministry of Energy have been made, that the goal should be of 41 percent by 2020 and 75 percent by 2050 , excluding hydroelectrics. There is a race against time and a great challenge to strengthen the Mexican energy industry, both to increase oil production and to discover new sources of energy. Thus, this research is about the strong challenge that this represents and the ways and strategies being implemented, as well as improvement proposals to the industry are established.

24.1 The place of Mexico in the global energy industry

The energy has always been essential to the development of any society. And as a country progresses in development, its energy needs increases. For this reason, energy consumption raises at the same rate of development, so that the supply of energy is considered a strategy of national security for many countries, and Mexico is no exception. National energy security is defined as the natural resources which enable it to ensure a steady pace of economic and social development without using external sources to acquire them. This second element, the natural resources and their good management are and will be fundamental to achieve national security in strategic areas for food, energy, economic development and environment in coming years and decades (Dorantes, 2008).

Energy security is now one of the basic themes in the world because it essentially affects the economies and security policy of the States. The international background is changing and the prices of oil and gas will not be easy to predict.

Added to this, the increasing emissions of greenhouse gases that come from the production and use of such energy is another key factor that is affecting the planet.

Finding the balance between security of supply and environmental impact and pricing is the key to future energy policy that is linked to other objectives such as the strength of domestic companies or consistency with other policies.

The energy sector in Mexico is a key factor that strategically affects the economic, productive and social development and therefore is transcendental to the Mexican economy. This sector has a strong participation in public finances, as well as in the development of infrastructure and human capital, so it is of utmost importance to have future successful goals in the medium and long term. In recent years, important projects and public policies have been developed, seeking to consolidate strategies to strengthen the national energy industry in a phase of great change and transformation.

De Quinto (2007) emphasizes that the final energy¹⁵⁹ such as electricity, gas, gasoline and diesel are important assets for any country since the lack of these can generate negative external effects of great magnitude in the economic and social level, so it can cause a collapse of both people and goods. Lack of energy mainly generates the absence of services such as transport and also affects perishable products in storage, and creates significant discomfort (as being hot or cold) as well as lowers security at all levels ...Even the lack of *an input*, such as electricity, can have serious consequences on other supplies: the service of incubators in hospitals, vital for the survival of newborns, gas stations cannot work because they are unable to pump, possible discontinuities in plants of regasification... Energy supply chains have very different characteristics and these chains interact with each other in a crisis. Thus, the security of the national energy system is essential to the degree of development that the world keeps today.

In addition, it must be considered that Mexico is subject to the events in the global energy field and must be shown what its place in the world is. So, the most significant events in the global energy sector are listed beforehand: High oil prices that have broken historical records in nominal terms and real terms. The stagnation characterized in the ratio reserves/production of oil since there has been higher production and fewer discoveries for over a decade. And while high prices and improved technology favor the discovery of new reserves, the policies of re-nationalization of the resource, environmental constraints and foreign investment make them unfavorable. Therefore, predicting the evolution of the *ratio* is not easy (De Quinto, 2007).

On the one hand, it is worth to say that Mexico has benefited from high oil prices since it is a producer. On the other hand, Mexico is also a country with stagnation in the *ratio* reserves / production of oil due to increased production without further discoveries of new oil wells.

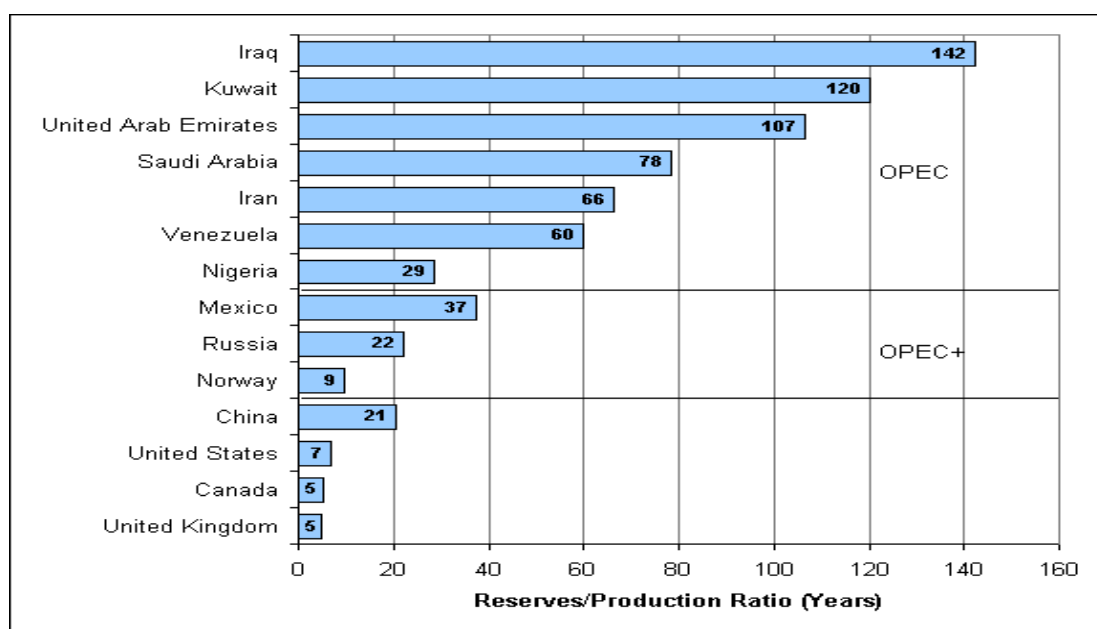
¹⁵⁹ The final energies are those that have been processed in the processing industry of energy and are ready for final consumption and have no feasible substitutes, at least in the short term. Cars, buses and motorcycles use petroleum products as gasoline or diesel and although there are vehicles that use natural gas or hydrogen, the car that we use cannot be changed in the short term. And at the industrial level, a process that uses electricity would be expensive to change to a supply of natural gas or vice versa in the short term (De Quinto, 2007).

The relationship between the reserves of production R/P indicates the relative measure of the resources available in the different oil producing countries. At current rates of production, known reserves of crude oil would last between 29 to 142 years in countries of the Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC), being Iraq, the country, with the largest share of 142 years, the second Kuwait with 120 years and the third United Arab Emirates with 107 years of availability R/P and Mexico with R/P of 37 years, while the share R/P is only 7 years for the United States.

However, these calculations do not include estimates of undiscovered oil, which are uncertain but would substantially increase future exploitation of the remaining years of oil. At the same time, these data are relative because it must be taken into account that oil demand will increase, and as a result the number of years of availability will decrease (Figure 1).

Moreover, the Mexican energy industry was considered among the world's leading producers according to the last survey made by the World Trade Organization (WTO) in 2008, it was the sixth largest producer of crude oil globally in 2006. PEMEX, the largest oil industry in Latin America in terms of sales, reached 1.062 billion pesos in that year, achieved an average production of 3.3 million barrels of crude oil and approximately 5,400 million cubic feet of natural gas. It is also important to mention that the Mexican energy industry has a problem because the rate of decline of its hydrocarbon reserves declined in recent years, the relationship between proved reserves and production had a fall of 20.6 years to 9.6 years between the 2001 and 2006 (WTO, 2008: 116).

Figure 24.1 Relationship of reserves / production of the major oil producing countries in the world

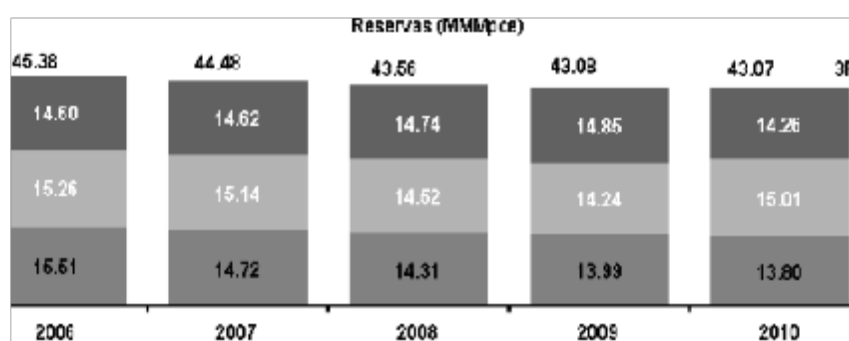


Source: Source: Calculations by J. Maples, Trancon, Inc. using data from U.S. Department of Energy, Energy Information Administration, International Energy Annual 1998, January 1999. Production for 1998: Table G1; reserves as of Jan. 1, 1999: Table 8.1, the original source Oil & Gas Journal.
http://www1.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/facts/favorites/fcvt_fotw125.html

On the other hand, PEMEX was placed at number four after Saudi Aramco, the National Iranian Oil Company (NOIC) Iran and British Petroleum in total production according to what was published in the Statistical Yearbook of 2008 of PEMEX. However, in a matter of proven oil reserves, Mexico ranked number 16. PEMEX has 14 thousand 310 million barrels of crude oil equivalent of proved reserves in the international comparative, while maintained an average production of 3.1 million barrels of crude oil equivalent, during 2008 (oil and gas.). Noting that the oil companies that provide higher levels of production are: first Saudi Aramco with 9 thousand 369 and NOIC second with 3 thousand 924 million barrels per day of production.

The third place is for the private oil company British Petroleum which increased its production significantly, 3 million 800 thousand barrels¹⁶⁰.

Figure 24.2 PEMEX reserves from 2006 to 2010 in billions of barrels of crude oil equivalent



Source: PEMEX figures in 2011 consulted in:

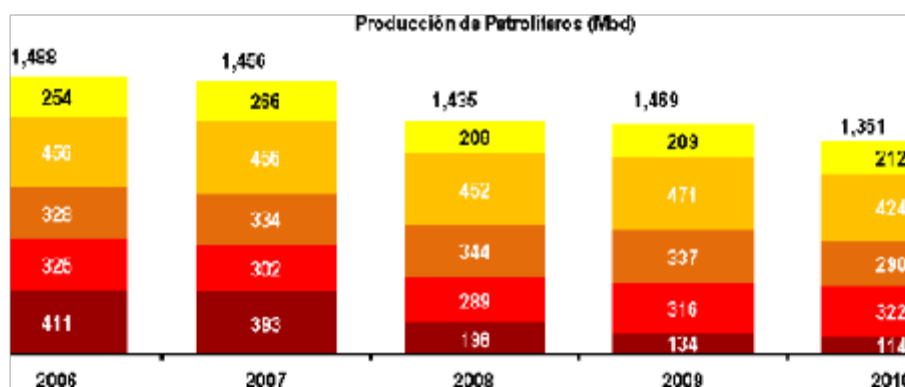
<http://www.pemex.com/index.cfm?action=content§ionid=1&catid=11421>

It is noteworthy that in recent years, PEMEX has achieved the best financial results in its history, as its gross profit (income before interest, taxes and use) increased to slightly more than 57 billion U.S. dollars in 2006. Nevertheless, PEMEX'S total liability has increased, reaching 1.165 billion pesos in 2006 as profits are channeled to public spending in other sectors of the economy. Thus, PEMEX increasing liabilities, its high tax burden and the accumulated net losses have deteriorated the assets of the company. So, for the first time in the history of PEMEX assets turned negative. (WTO, 2008: 117)¹⁶¹.

¹⁶⁰ But we found that this information differs from that published in the section "International Comparisons" from PEMEX statistical document, which reports that Mexico is ranked number six in the production of hydrocarbons over other nations, after Russia Saudi Arabia, United States, Iran and China.

¹⁶¹ Figures in current pesos. Accessed at: <http://www.pemex.com.mx/index.cfm?action=content§ionID=2&catid=159&contentID=166>.

Figure 24.3 Oil production in Mexico (Millions of barrels per day)



PIW 2009 Rankings, December 2010. Petroleum Intelligence Weekly. Source: PEMEX in 2011 figures found at: <http://www.pemex.com/index.cfm?action=content§ionid=1&catid=11421>

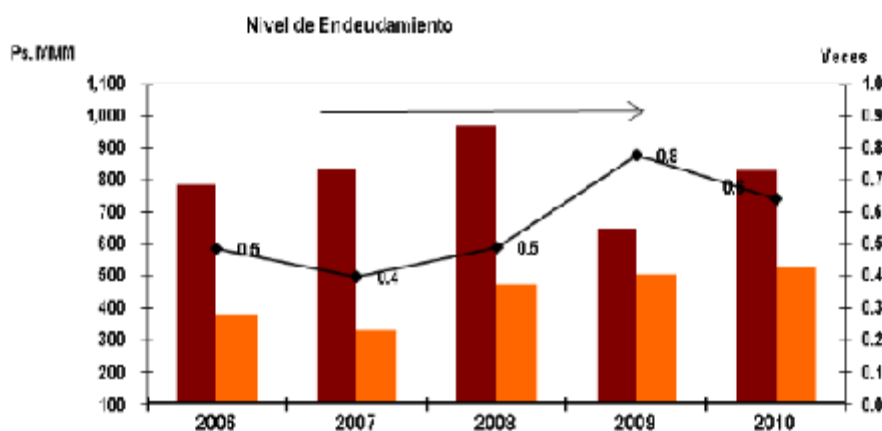
In data from the last trade policy review of the WTO said the energy sector increased its contribution to exports, which so far remains crucial to public finances. Unfortunately, a heavy tax burden and consumer subsidies have resulted in both the oil company, PEMEX, and the electricity sector companies face growing problems to finance the investments required. It is therefore essential to carry out structural reforms both in the hydrocarbons sector and the electric sector to ensure the financial viability and increase the efficiency of operators, as well as to improve the utilization of energy resources in Mexico.

The Mexican energy sector has contributed with approximately 2.6 percent of GDP in México and 15.5 percent of the value of total goods exports in 2006¹⁶². Between 2001 and 2006 primary energy production increased at an annual rate of 1.7 percent, of which hydrocarbons represented a 90 percent, primary electricity 5 percent, biomass 3 percent and coal 2 percent¹⁶³. The total investment in the energy sector grew at an average annual rate of 12 percent in 2001, and in 2006 reached a value of 192 billion pesos. The Government suggests that annual investments of about 264 billion pesos during 2007-2012 ought to be required to maintain the confidence of energy supply which corresponds to an increase of 38 percent compared to 2006¹⁶⁴ (WTO, 2008).

¹⁶² The data for the energy sector including oil and its derivatives, basic petrochemicals, gas distribution and electricity. Federal Executive (2007) Viewed at: http://www.informe.gob.mx/ESTADISTICAS_NACIONALES/. In WTO, Trade Policy By Sectors, Mexico. Power supply, which equates to a 38 percent increase compared to 2006.

¹⁶³ For more information see the Energy Information System of the Department of Energy. Viewed at: <http://sie.energia.gob.mx/>. In WTO, Ibid, p. 115.

¹⁶⁴ For more information, see the National Program of Infrastructure 2007-2012 in: www.infraestructura.gob.mx. In WTO Trade Policies by Sectors, Mexico, p. 116.

Figure 24.4 PEMEX indebtedness level

(*) The total consolidated debt is documented debt of Petróleos Mexicanos.

(**) Total Debt - Cash and cash equivalents. Source: PEMEX in 2011 figures found at: <http://www.pemex.com/index.cfm?action=content§ionid=1&catid=11421>

24.2 Zenith and decline of oil production in Mexico

The public policy established in Mexico for the energy sector was shown in the 2007- 2011 Development Plan which explains the current state of the hydrocarbon sector and it is stated that one of the key challenges is to stop and reverse the unfavorable trend of hydrocarbon reserves.

At the rate of current production and consumption, proven reserves of crude oil will be exhausted in 9.3 years and natural gas in 9.7 years. The Cantarell field¹⁶⁵, is the most productive with a contribution of more than 50% of domestic production of crude oil, but this well has begun its decline stage for a couple of years. With respect to natural gas production, even though the trend shows a growth in recent years, this increase has not helped to reduce imports of energy.

In spite of the privileged place of Mexico as a producer in the last three years, PEMEX has registered a decline of 14 percent in its production, mainly due to the decline of Cantarell field. Oil production in this mega site fell 47 percent in the last three years, from 1 million 787 thousand barrels per day to 940 thousand 493 in 2008. This situation has led the decline of Mexico's total production, although this decrease was not so severe due to the input of the second largest deposit of PEMEX, the well known Ku Maloob Zaap well. Despite this, total production decreased from 3.2 to 2.6 million barrels per day, which means a decline of about 19 percent during 2006 and 2008 according to statistics from the Energy Information System of the Secretary of Energy. The 2008 Statistical Yearbook shows that PEMEX has had to intensify the search for oil wells drilling over time, but the success rate to become producers has been declining. In regard to natural gas, the international context shows that in terms of proven reserves of energy, Mexico is located at No. 35 (Development Plan 2007-2011).

¹⁶⁵ The Cantarell Complex is a reservoir of oil, is located in Campeche, Mexico .It is considered one of the most important worldwide, ranking second, only surpassed by the Ghawar complex in Saudi Arabia.

Mexico has a high dependence on the exploitation and sale of hydrocarbons as a source of funding, for two decades, oil revenues have accounted, on average, one third of public sector resources (Moreno, 2006). Furthermore, because the public sector revenues depend on the highly volatile international oil market, it is difficult to accurately estimate future revenues and government spending plan.

The profits from the sale of hydrocarbons has sustained the Mexican economy, so PEMEX has faced a major problem, the tax regime that was subject this state company, Petroleos Mexicanos (PEMEX), allowed to retain only 30 percent of the profits from the sale of oil. Because of this, PEMEX's fiscal regime was reformed in 2005 and entered into vigor in 2006. The main objective of the reform was to release resources for PEMEX could reinvest their gains from the sale of hydrocarbons. Thus, under the new regime, PEMEX has a lower tax burden and will pay lower rights to the federal government. Due to PEMEX resources were not sufficient to cover operating expenses of the company and to reinvest in its modernization, It has led the company to acquire debt, so PEMEX's liabilities have become over a trillion pesos which has placed it in an unsustainable financial situation (Moreno, 2006).

In addition to the seriousness of this situation, PEMEX does not have the technology to develop ultra-deepwater resources and also faces restrictions on the exploitation of fields in frontier deposits. Therefore, it should take steps to reverse this problem and avoid facing further deterioration in its finances as well as a decrease in the hydrocarbon sector's contribution to public finances. On the one hand, another problem to solve is the refining capacity in Mexico and that has remained fairly constant over the past 15 years. Gasoline imports have grown significantly and in 2006 almost four of every ten liters consumed in the country were supplied from outside. On the other hand, there is a disintegrated industry in petrochemical with high production costs and low competitiveness, resulting in insufficient amounts of investment and increasing imports.

Four factors have contributed to declining reserves and production levels of Mexican crude, in first place, the decline of Mexico's main reservoir, in second place, the financial failures, thirdly low technological investment that PEMEX has had to develop most of its prospective resources found in ultra-deepwater and in fourth place, the constraints of the current regulatory framework regarding the incorporation of new sources of investment. Another aspect is that although Mexico currently has six refineries, divided into basic petrochemical and secondary petrochemical, they have failed to fulfill their potential. For this reason, the National Development Plan 2007-2012 and the National Infrastructure Program promote strategic alliances with the private sector, domestic and foreign, in order to attract additional investment and promote investments in the secondary petrochemical industry (open to private investment) and reactivate the operation of petrochemical facilities owned by PEMEX, (*National Development Plan, 2007-2012*, p.125-135).

24.3 Characteristics of the energy industry and strategies for Mexico

The specific characteristics of the Mexican energy sector are listed as follows:

1. The hydrocarbons in Mexico are the main source of energy produced in the country: in 2006 represented 89 percent of the energy produced and 85 percent in 2009.
2. The largest consumer of energy is the transport, particularly gasoline.

3. The energy sector in Mexico is characterized by high level of exports of primary energy sources, without processing or transformation, such as oil, and high import of secondary energy sources, already processed and value-added, such as gasoline.
4. The country's energy sector has a strong decline in proven reserves of crude oil, which show no improvement in technology or mayor levels of production, is expected they last just under 10 years.
5. In Mexico, the main challenge is to bring electricity to all homes in the country. Even though there has been progress in recent years, in 2005, there was more than 2.5 million people living in homes without electricity (Foundation this country, 2008).

The energy produced by the Mexican energy industry comes mainly from primary energy sources and lesser extent from secondary energy sources: In 2006 primary energy production was 10.619 petajoules (PJ) and secondary energy was 5236.9 PJ. From 2000 to 2006, primary energy production increased 9.4%, going from 9,702.9 to 10.619 PJ. The hydrocarbons were the main source of primary energy in Mexico: in 2006, hidrocarbons generated 89.9% of the energy produced in the country. After oil, gas is in the second place; hydropower in third and wood is in fourth place in importance of the primary energy: it accounted for 2.3% of the total in 2006. Moreover, the major secondary energy sources produced in Mexico were dry gas (25.5% of total), gasoline and naphtha (18.1%), electricity (15.5%), fuel (14.6%) and diesel (12.4%) in 2006. The secondary energy production increased by 6.4% from 2001 to 2006, going from 4,920.7 PJ to 5,236.9 PJ (Foundation this country, 2008).

With all the performance of the sector during 2009 indicates that about 85% of the energy produced was generated by fossil fuels: oil and condensate 44.7%, 40.6% natural gas. If you look at other renewable energy sources like coal and nuclear power, the proportion will increase to just over 90% (Domínguez Reyna, 2008).

The strategic project in Mexico is also on the priority areas for exploration in the deepwaters of the Gulf of Mexico where it is estimated that 58 percent of prospective resources are concentrated and these can be converted into reserves through successful exploration activity, allowing them to increase the likelihood of commercial success. These explorations should be run by drilling at depths ranging from 450 to 2.500 meters, with a statistical estimate is calculated that the success rate would be about 33 percent, from 8 to 10 new fields discovered and between 20 and 24 failures. Oil exploitation in deepwater Gulf of Mexico will cost 2.190 million dollars just by concept of the daily rent of 4 drilling platforms in the next 3 years. It is noteworthy that these resources are 3.19 times higher than those that will be used to increase the energy transition. In response, Greenpeace makes a strong criticism of the Mexican bet for more investment in deep water; it proposes that these resources could be used to promote renewable energy sources (Greenpeace, 2011).

Mexico is eminently an oil country, whose economy is heavily dependent on this energy. This is why the government and institutional logic relies on the search for more oil as first strategy. With the results of the intensive search for new deposits is expected the oil drilling platform will reach 3.3 million barrels by 2025, and the bet is on it. Meanwhile, we note that both the annual report of PEMEX, as their monthly reports show that extraction keeps falling (it is located at 2.5 mbd) and there are great difficulties for stabilization.

In reply, the Mexican government through the National Strategy of Energy 2011 also plans to increase and maintain a level of proven reserves replacement 1P of at least 100%, considering the growth of the production platform. 2009 PEMEX'S report recorded that the reserves replacement 1P reached 77 percent¹⁶⁶ (Greenpeace, 2011).

The National Strategy of Energy states as one of the objectives, the increasing participation of clean technologies in the installed capacity to 35 percent. It draws the attention what large hydro, nuclear and clean coal generation are classified as "clean", which is strongly criticized by Greenpeace. Both the Law on the Use of Renewable Energy and Energy Transition Funding, as the Special Program for the Use of Renewable Energies not define or consider these types of technologies as "clean" sources of energy. Therefore, it is suggested that the National Strategy of Energy must set clear goals for the participation of renewable sources of energy according to the potential that the Secretary of Energy has estimated in the country. In reply, Greenpeace has established the following proposals to amend the National Strategy of Energy in Mexico:

- Nuclear power must be ruled out as an option for electricity generation, due to its high danger, costs and minimal contribution to mitigating global warming.
- Highly risk projects to the global climate must be set aside as carbon capture and clean coal technology. Safe options for power generation must be chosen with high positive impact in reducing Greenhouse gas emissions.
- Ambitious goals for the participation of renewable sources of energy should be set, according to the potential of the Ministry of Energy. This goal should be of the order of 41 percent by 2020 and 75 percent by 2050, excluding hydro. This is not only technically possible but economically viable.
- The National Strategy of Energy should give legal support to the objectives of reducing greenhouse gases internationally subscribed: It must rethink an approach oriented towards mitigation of climate change, starting with energy efficiency measures to moderate the unbridled growth of energy demand in the coming years (Greenpeace, 2011).

The National Strategy of Energy in Mexico defines nuclear power as a clean alternative, safe, reliable and economically competitive to solve challenges of diversification, security of supply and environmental protection, for its zero emissions to the atmosphere of greenhouse gases and reliability. In reply, Greenpeace (2011) prepared a document with recommendations for Mexico, which reiterates that nuclear energy is not considered clean or safe after the nuclear accident in Japan, and insists that Mexico's energy strategy should be aimed at ensuring energy security and environmental sustainability of the country until 2025, which would be highly desirable. Among the data that this document points out: According to the PEW Environmental Group. Mexico is one of the countries of the Group of 20 (G20) that invests less in renewable energy.

¹⁶⁶ For more information consult BENITO Osorio, Sergio. National Strategy of Energy 2011. Available at: <http://energiaadebate.com/estrategia-nacional-de-energia-2011/> in Greenpeace, 2011)

Regarding the Mexican Interconnected System in 2010 had a reserve margin of 42.4 percent¹⁶⁷ and the National Strategy of Energy specified as one of its goals the reduction of it to a level of 22 percent¹⁶⁸, so it is questioned the investment in more infrastructure for power generation based on nuclear energy, with the drawback that is dangerous and costly, above all, having a reserve margin so high, nuclear power would be little justification for Mexico. In addition, in Mexico has not been public debate around the different energy options with which the country can count as strategies in the middle and long term. And to keep the same policy raised in the National Strategy of Energy, based on fossil fuels and nuclear energy, Mexico would have increasing responsibility with global warming on the one hand, and on the other, increase risks of nuclear accidents. Also could not meet the commitments it supported under the Kyoto Protocol (Greenpeace, 2011).

At present the participation of nuclear power in mitigating emissions of greenhouse gases is not globally significant. Nuclear energy contributes less than 6 percent of the total energy consumed in the world. According to the International Energy Agency, even quadrupling the existing nuclear capacity by 2050, its participation in the global energy consumption would still be below 10 percent. In terms of reducing carbon dioxide emissions, the contribution would be just under 4 percent¹⁶⁹, and require the construction of a new nuclear reactor every 10 days from now until the year 2050, which would be extremely costly since it would require an investment that would exceed 10 billion dollars, considering the current prices¹⁷⁰. These data indicate that nuclear energy is not the optimal outcome to develop an energy project for any country within medium or long term because it is expensive and high risk. Another wrong solution could be coal mining; the National Strategy of Energy suggests the use of this fuel as an option for diversifying the energy matrix because of its vast reserves worldwide. So, it intends to focus on developing better technology for washing coal, which permits separation and sediment the impurities, desulfurization systems, special burners restricting the oxygen and controlling the combustion process to prevent the formation of sulfur dioxide and nitrogen oxide.

This type of technology is far from being a true alternative of clean electricity generation since coal is the fuel that more emissions of greenhouse gases provide from combustion processes and only represent a distraction from the real solutions to climate change, far from making a real commitment to energy diversification, renewable energy sources which are considered cleaner and safer options of energy.

It should be noted that the National Strategy of Energy can become one of the main legal instruments to detonate the renewable energy market, promote economic growth, generate green jobs, guarantee energy security and effectively trace the route to the mitigation of global warming, however, the exponential growth in renewable energy investment over the past six years (over 600% compared to 2004) can be explained by a simple fact: where policies to support renewable energy are adopted, investments come alone.

¹⁶⁷ More information is available in the National Strategy of Energy 2011-2025, p. 25 in Greenpeace, 2011.

¹⁶⁸ IEA figures obtained on p. 82 of Greenpeace document, 2011.

¹⁶⁹ Available at Energy Technology Perspectives 2010, IEA / OECD, June 2010 in Greenpeace, 2011.

¹⁷⁰ Figures based on estimates from Moody's on nuclear energy, \$ 7.500 per kilowatt of installed capacity in Greenpeace, 2011.

Development opportunities and businesses triggered by this energy revolution are immense but so are the challenges the energy sector faces to turn them into reality and to ensure sustainability.

The current trends of the energy matrix diversification allow us to anticipate that the markets will be radically different to the end of this century, when just beginning the great transformation of this sector. The problems or challenges faced by each country of the region in its energy sector depends mainly on their particular conditions, however they have many common features that allow grouping around five main themes:

The consolidation of regulatory and structural reforms undertaken during the first half of this decade;

The extension of modern energy options in accessible terms to all inhabitants;

The development of production patterns, efficient energy use and compatible with the environment;

The attraction of foreign and domestic capital needed to finance the sector and

The integration of energy markets in the region as a key element in their processes of economic integration (Vives and Millan, 1999)

It should be noted that both the population growth as the economic development of the country generate greater energy demand, so it is estimated that the region will continue to increase their energy demand. During the last decade, the demand for oil grew at an average annual rate of 3.5% as a result of car use, and is considered to be further accelerated by urbanization and rising living standards of the population. Demand for electricity also continues to grow in the order of 6% annual average, but begins to slow due to an eventual saturation of markets and increased efficiency in end use. It is estimated to need between 80 and 85 GW of new installed capacity by 2009. Faced with this energy challenge, both the form and the sources to obtain energy must be balanced with the environment and able to safely meet the needs of the country (Vives and Millan, 1999).

The medium-term trends for the energy industry are:

Exploratory activity will increase both for oil and natural gas. This will require investments in the entire production chain: exploration, transportation and distribution.

Major changes in the energy matrix will begin to occur from the first decade of the century.

Clean energy and efficiency in end use will constitute real energy options

Environmental concerns and the impacts of emissions of greenhouse gases as well as high oil prices will continue promoting the development of clean energy technologies (Vives and Millan, 1999).

The development of the Mexican energy sector faces significant challenges that if the appropriate measures are not taken could risk its sustainability both economic as financial, environmental, social and political.

While it is true that the specific way to face these challenges and policy measures to be implemented to carry out long term goals for the energy sector will be vital for the country. There is no doubt that the diversifications of the energy matrix, the consolidation of regulatory and structural reforms, undertaken over the last decade, are a prerequisite for its sustainability.

One of the biggest challenges, arising for Mexico, is to make the reform process and that this does not become a threat to the environment, but on the contrary, this can be an opportunity to achieve environmentally sustainable development. This environmental sustainability depends on the point to achieve patterns of production patterns and cost-efficient energy use, but compatible with the environment.

In addition to the forms of production and use of energy, the transport sector, including urban transport, is the main cause of environmental effects worldwide and Mexico is no exception, in large cities the concentration of air pollution has become high risk for the population and has had substantial economic costs. Hence, in Mexico the policies that intend to combat urban pollution and climate change must focus on improving fuel used in the transport sector with multisectoral impact. To this challenge, the Mexican government on the one hand is trying to make structural changes in the energy industry and on the other is trying to diversify the energy matrix through renewable energy.

The new millennium has been characterized by generating major structural changes in energy industry worldwide. These changes are generating profound changes in industry structure, in the markets, the actors and their behavior as a result of new economic paradigm. These modifications are essential mainly in diversifying the composition of the energy matrix, consumer habits driven by technological change, the need to face the challenge of declining oil production and the challenge to the commitments for the environment (Vives and Millan, 1999).

In Mexico there is much to do about renewable energy. Some insights indicate that renewable energy could amount to 22% within the global energy matrix by 2030. Comparing the integration of the energy matrices of Mexico with that of some South American countries there is significant disparity in the share of alternative energy sources among countries. In Brazil, 47.6 percent of the total energy supply is renewable, while in Argentina is 9 percent, 4 percent in Venezuela and Mexico's participation in green energy only represents 8.2 percent, and observing the current development of clean energy production in Mexico, an insignificant growth in the short term is expected (Dominguez, 2011).

Thinking of the great challenges that Mexico has, on one hand the commitment made in the Kyoto Protocol, on the other hand, the necessary diversification of the Mexican energy with a decrease in the production of hydrocarbons, and with a view that the production of these last only 9.6 years, Mexico must continue the process of promoting the production of energy through renewable sources. Two factors are of vital importance in this process: first, the development of an efficient regulatory framework that allows a healthy performance of the green energy market and second, to promote adequately the development of technologies that generate the greatest economic and social benefit for the country (Dominguez, 2011).

24.4 Conclusions

Globally, the trends of diversification of the energy matrix are changing the sector markets and is estimated that these will be radically different by the end of this century. The problems or challenges faced by each country in its energy sector depend greatly on their particular conditions and the consolidation of regulatory and structural reforms undertaken during the first half of this decade.

The energy industry in Mexico is a key factor that affects strategically on the economic, productive and social development and therefore it is transcendental to the Mexican economy have successful goals about the future in the medium and long term.

It is vital to strike a balance between security of energy supply, environmental impact and prices. It is the key to future energy policy that is linked to other objectives such as the strength of domestic firms and consistency with other policies.

Mexico faces great challenges in the field of energy, with a decrease in oil production, and with a view that finds that the production of these lasts only 9.6 years. Hence, it is necessary to promote PEMEX strategically through new investment, on the one hand, exploitation of new oil wells and on the other hand, diversification of the Mexican energy matrix and promotion of energy production through renewable sources, all this through the development of an efficient regulatory framework and promoting the development of technologies that generate greater economic and social benefit for the country.

The National Strategy of Energy can become one of the main legal instruments to trigger both oil exploitation in deep waters and renewable energy market to promote economic growth, diversify the energy matrix, generate green jobs, ensure energy security and fulfill the commitments entered Mexico under the Kyoto Protocol.

References

Alarco T., "Economic growth and CO2 emissions from combustion of energy in Mexico, 2005-2030," *Mexican Economy*, New era, vol.XV, no. 2, second half of 2006.

Armenta Fraire Leticia (2009) "Energy and Public Policy", Table 4: *Public economics and development*, volume 6 number 1.

Energy Regulatory Commission, *Five Year Report 1995-2000*, Mexico.

National Petroleum Council (2007) *Hardtruths, facing a serious energy problem, a holistic view of oil and natural gas in the world until 2030*, U.S. Department of Energy.

Chavez P. (2009) "Implications of energy reforms of 1973-2008.Nature and fiscal regime for PEMEX," September-October, *The daily 157*, Mexico.

Fifth J. (2007) *Security of supply:a rising star for energy policy and national security policy*.UNISCI Discussion Papers, No. 13 (January / January 2007) UNISCI / Universidad San Pablo-CEU.

Dominguez R. Sergio (2011) "Mexico's energy matrix." In *Journal of Global Energy of the power resource*. Retrieved on January 2, 2012

R. Dorantes (2008) *Renewable energy and national energy security, specialty: Energy*, published by the Academy of Engineering of Mexico found at: *academiadeingenieriade Mexico. Mx / .../ ...*

Foundation this Country (2008) "The energy sector in Mexico, five key issues," *This country is 205*, April 2008, Mexico.

Greenpeace (2011). *Greenpeace position on the National Energy Strategy 2011-2025*.

International Energy Agency (2011) *World Energy Outlook*, OECD, IEA, France.

Moreno R. (2006) *Oil Revenues and expenditures publicly available. Continued reliance, publication of the series: Progress and setbacks, a citizen of his term evaluation 2000-2006*, Found, Center for Analysis and Research, BC, Mexico.

Montes N. (2006) "Issues and critical challenges of the energy sector in Mexico." *Economy Magazine Reports the UNAM Faculty of Economics*, Number 340, May-June, Mexico.

Republique Francaise (2012), Centre d'analyse stratégique, "Rapport energies 2050. Note de synthese développement durable ", février, No. 263, France.

Secretary of Energy (2011) *National Energy Strategy, sent on February 25, 2011 to H. Congress for ratification, Mexico*.

Vives A., Millan J. (1999) *The energy industry in the turn of the Century: Trends and Retos1 /*, paper prepared for the Conference "Energy in the New Millennium" organized by the Spanish Energy Club held in Santiago de Compostela, Spain on 19 and 20 November, Inter-American Development Bank.

Capítulo 25

On the Utility of the Hurst exponent in predicting coming crises

Tom Coen, Gianluca Piovani and Giuseppe Torluccio

T.Coen, G.Piovani & G.Torluccio
University of Bologna, Department of Management - Via Zamboni, 33 - 40126 Bologna, Italy.
giuseppe.torluccio@unibo.it

M.Ramos, F.Miranda (eds.) *Optimización-Estocástica-Recursiva-Coherente-Sistémica y sus variantes (probabilidad, econometría y estadística aplicada)*, Temas Selectos de Optimización-©ECORFAN-Santiago de Compostela, España, 2012.

Abstract

The aim of this article is to ascertain if and to what extent the Hurst exponent can be used to forecast coming crises. The first and second chapter focuses on the Hurst exponent, giving theoretical insights and a synthesis of its uses in finance. The analysis of a dataset of 35 indices and stocks representing various different geographical areas and economical sectors is presented in chapter 3 while in the last chapter the conclusion that the Hurst exponent has eventually no connection with coming crises is drawn.

25 Introduction

25.1 Uses of the Hurst Exponent

The Hurst exponent is a measure of the autocorrelation of the data being part of a certain time series. The concept of autocorrelation, as the word itself suggests, is connected to the influence that a datum of position say x in a time series has on a successive datum of position say $x+1$. The effects of such a property can be effectively explained in terms of comparison with the mean: if a value rather superior to the mean is usually followed by another high one (or in other words “forces” the following to be high too), then we say data are correlated in a positive way. In the opposite case, the one of high value being followed by low ones, negative correlation occurs while random data should have no correlation.

As the mathematical process to evaluate the Hurst exponent H is going to be discussed in chapter 2, it is for now sufficient to know what follows:

$H < 0.5$: data are negatively correlated

$H = 0.5$: data have no correlation

$H > 0.5$: data are positively correlated

The name Hurst exponent derives from Harold Edwin Hurst (1880-1978), who first used it studying river Nile’s cycles of heavy rains and droughts. This hydrologic issue was intended to approach the practical problem of optimizing the size of dams while from then on the Hurst exponent got increasingly more used in many scientific fields, including physics, DNA researches and economics. As far as economics is concerned, the Hurst exponent has been mainly used in finance and for the connection of used approaches with many physics experimental techniques this branch of studies was classified in the econophysics area.

Examples of the use of the Hurst exponent for financial issues are its applications on the high frequency trading and market size studies areas. In cited article [7], the author notices how the Hurst exponent seems to assume different values in developed and emerging markets and stresses the importance of such a result for portfolio management evaluations.

While the Hurst exponent calculated for indices such as NASDAQ (USA), NIKKEI (Japan) and CAC (France) does not cross the 0.5 value, on the contrary it seems to be systematically superior to this value for IBEX (Spain) and Hang Seng (Hong Kong).

Much more markets are nevertheless quite vaguely sited with small fluctuations in the 0.5 belt: these ones are FTSE (United Kingdom), DAX (Germany), AEX (Netherlands). Hurst exponent analysis proved itself to be of significant help also in high frequency trading market investigations. [1] finds that Hurst exponent values for different but small time horizons differ sensibly from 0.5 which would contradict Efficient Market Hypothesis, stating that they should cluster near 0.5 as prices should not be predictable but follow a random walk distribution.

This last result could have been caused by high frequency trading itself as [18] suggests. The author first set a pre and post high frequency trading era and then analyzes Hurst exponent values for these different periods. The date chosen in the article is June 2005, that is the date of approval of Reg NMS whose Rule 611 obliges the automatic execution of trades at the best quote possible: this automatization of the market is considered to be the decisive factor that made it possible to develop high frequency trading massively. Once that different Hurst exponent values were found for these two periods the author suggests possible causes for this result, that are the breaking of big orders in smaller and reiterated ones and the feedback driven method of many high frequency trading techniques.

25.2 Forecasting the crisis

The most suggestive use of the Hurst exponent is anyway the possibility of anticipating the future. The concept of correlation is indeed the one of connection between past and future data, that can therefore be somewhat precisely forecast.

This idea has been proposed by many scholars in regard to the chance of predicting coming crises and abrupt market movements. Though fascinating, this hypothesis has been the subject of works concentrating only on few indices or markets and even these limited investigations frequently ended up in different and contrasting results. This work aims therefore at broadening the range of investigation and testing by now obtained results on a wider data set.

A very clear work about the ability of predicting crises of the Hurst exponent is [5]. In this paper the authors evaluate the Hurst exponent for the Polish market index and find evidences that just before a crisis period the Hurst exponent diminishes noteworthy.

A simple method to verify if the crash in the Hurst exponent is precluding a crisis is in addition provided. Considering the simple mean of all Hurst exponent preceding of x days the crash in the market equal to $H-x$, if the period considered really prelude a crash in the market, then:

- The Hurst exponent should be in decreasing trend
- $H-21 \leq 0.5$
- $H-5 \leq 0.45$
- The minimum value of the Hurst exponent in the period just before the crisis should be inferior to 0.4 (as the Hurst exponent trend is decreasing the minimum should stay the nearest to the moment of the market crash)

Even though this method is very satisfying, it should be noted that practically it could become quite difficult to identify exactly the 21 or 5 trading days before the crisis while still being in the period before the crisis.

In [13] the author analyzes the values of the Hurst exponent for 126 societies listed at the Warsaw stock exchange.

This work suggests that the fall of the Hurst exponent under the 0.4 threshold preludes a crash in the prices of that stock. The noteworthy quantity of data considered makes this work a cornerstone in the Hurst exponent analysis while on the other hand the same author in the conclusion of his paper calls for other works considering markets different from the Polish one. Another work finding correspondences between the fall of Hurst exponent and its correlated index is [9].

This work considers uniquely Dow Jones index and the crises of 1929 and 1987-88 finding that the Hurst exponent forecasts more effectively coming crashes in the case the quotations of the index are in a clear increasing trend.

The same observation is remarked in [12], where the crashes of the Prague stock exchange of the years 2000, 2005, 2006 and 2007 are studied. In cases of 2000, 2005 and 2007 crises the crash is preceded by strong increases (+38.66% in the four months before 2000 crisis, +46% in three months for the crisis of 2005, +30% in respect to pre 2006 crisis values in 2007) and the Hurst exponent starts decreasing noteworthy in the 1-3 months period before the crash.

The case of 2006 crisis is on the other hand not detected as there is no such clear pattern before the crash.

Then a random set of data that was generated from the shuffled logarithmic returns of the index which were cumulated to form the new time series was tested with the Hurst exponent. As in the 2006 case the Hurst exponent does not forecast crashes as no clear preceding trends are identified.

Some years later Kristoufek published another article, [11], where NASDAQ, Dow Jones and S&P indices are analyzed.

As all of the three indices are extremely similar, also the results obtained with the computation of the Hurst exponent can be synthesized in one single result which is the detection of a fall in the Hurst exponent about a year before 2007 crisis.

This result is actually quite unexpected as by now presented papers show that the Hurst exponent anticipates crises with no more than a three months' notice, that more often shortens to one single month's notice.

An even more puzzling result is the one in [16]. In this work the authors find evidences that companies that were going to be bailed out by USA authorities show a long run increasing in the values of the Hurst exponent.

As bailed out companies were reasonably the most hit by the crisis, we would have that an increase in the Hurst exponent would be the signal of coming crashes of the prices of a certain stock, that is the opposite of what was suggested by all previously cited papers.

The authors moreover detect a decreasing trend in the Hurst exponent in sectors that were less strongly hit by the crisis, as the one of Basic Materials.

Now that the current state of Hurst exponent academic investigation has been drawn, next step is to explain the data processing used to obtain Hurst exponent values, that is the topic of chapter 25.2, while the concrete results which were obtained are going to be exhibited in section 25.3. In the end the conclusions of the authors are presented.

25.3 The Hurst exponent and Detrended Fluctuation Analysis

25.3.1 Theoretical introduction

The Hurst exponent is a coefficient that arises naturally in the study of self-similar stochastic processes. The following definition is taken from [8].

Definition A stochastic process $\{X(t) : t \geq 0\}$ is said to be self-similar if for any $a > 0$, there exists $b > 0$ such that $\{X(at)\} \triangleq \{bX(t)\}$

With the symbol \triangleq we denote the equality of all joint distributions for stochastic processes. It is possible to prove ([8]) that for stochastic processes that are nontrivial, stochastically continuous at $t = 0$ and self-similar there exists a unique $H \geq 0$ such that $b = a^H$. In this case, H is called the Hurst exponent of the stochastic process. A variety of self-similar stochastic processes that admit a Hurst exponent have been studied.

Among them, fractional Brownian motion, fractional Gaussian noise and fractional ARIMA (also called ARFIMA) also have an autocorrelation function that depends on the value of H .

The autocorrelation function too allows for a probabilistic treatment of long-range dependence. In general, values of H strictly higher than $\frac{1}{2}$ indicate a long-term positive autocorrelation, whereas values of H strictly lower than $\frac{1}{2}$ indicate a long-term negative autocorrelation.

It should be noted however ([2]) that not every self-similar process with $H \neq \frac{1}{2}$ exhibits long time autocorrelations, as is sometimes erroneously asserted in literature, so analysis of long-range dependence should not be based on the Hurst exponent alone.

There is evidence ([3]) that the behavior of prices of financial assets can at least be approximated by one of the aforementioned stochastic processes, specifically the versatile ARFIMA model, that even allows for non-stationarities.

Various techniques for estimating the Hurst exponent of the underlying stochastic process, given a discrete time series, have been proposed in literature.

In particular, Detrended Fluctuation Analysis (often abbreviated DFA), first proposed by [17], designed specifically for nonstationary processes, provides an estimator of the Hurst exponent H that characterizes the underlying stochastic process.

A theoretical justification for the use of DFA in the case of fractional Gaussian noise or fractional ARIMA processes can be found in [19].

The initial step of the most basilar version of DFA consists in breaking up the time series in blocks of size s . Then, for each block, the partial sums of the series, $\{Y_i\}$, are calculated.

A straight line is fitted to $\{Y_i\}$ with the method of least squares and the sample variance of the residuals is computed.

The process is repeated for all the blocks and the average of all the variances for all the blocks of the same size is computed.

This number, for large enough s , is asymptotically proportional to s^H , as was proved in the appendix of [19].

25.4 Estimation of the local Hurst exponent

Our data consisted in financial time series representing the daily closure price of 21 stocks and 14 stock indices for thousands of trading days.

The time series that were believed to be generated by some process akin to fractional Gaussian noise or fractional ARIMA were the logarithmic returns, or log returns, defined as $l_i = \ln p_i - \ln p_{i-1}$, where p_i represents the closure price of the asset in the i^{th} trading day.

In order to gain an insight of the market dynamics, the local Hurst exponent was calculated.

The local Hurst exponent is defined ([11]), for each point j of a time series where it is applicable, as the DFA estimation of the Hurst exponent for the sample comprising points $j-L+1$ to j of the original time series, where L is the sliding window length.

The algorithm we employed included several steps and is here described in detail. We denote by $\{p_i\}_{1 \leq i \leq N}$ the sequence of prices of an asset for N trading days.

We start with $j = L$. Then the series $\{Y_i\}_{1 \leq i \leq L}$, representing the partial sums of the log returns, is constructed as $Y_i = \ln p_{i+j-L}$.

The series $\{Y_i\}_{1 \leq i \leq L}$ is divided in $\lfloor L/s \rfloor$ consecutive non-overlapping blocks of size L starting from the beginning and in additional $\lfloor L/s \rfloor$ starting from the end. Therefore no data is neglected even if L is not a multiple of s .

For each block k we denote its subseries of length s by $\{y_i^k\}_{1 \leq i \leq s}$.

A linear least square fit is performed for the data in $\{y_i^k\}_{1 \leq i \leq s}$, obtaining a straight line in the form $f_k(x) = m_k x + b_k$.

Then, the (squared) detrended fluctuation F_k^2 is calculated for each block as:

$$F_k^2 = \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s (y_i^k - f_k(i))^2$$

The squared detrended fluctuations for all the blocks are averaged obtaining a number that is a function of s , the length of the blocks, and that we denote by $\langle F^2 \rangle(s)$

Steps 2-4 are repeated for all the values of s between some minimum s_{\min} and some maximum s_{\max}

$\sqrt{\langle F^2 \rangle(s)}$ is plotted on a log-log graph for all the considered values of s . The slope of the linear fit to the data is taken as H_j the estimate of the Hurst exponent for the current value of j

The procedure in steps 1-6 is repeated for $j = (L + 1)$, then for $j = (L + 2)$, and so on, until $j = N$

At the end we obtain a time series of estimated Hurst exponents $\{H_i\}_{L \leq i \leq N}$ that we may compare with $\{p_i\}_{1 \leq i \leq N}$.

For $L \leq i \leq N$, H_i represents the Hurst exponent estimated with DFA on the “sliding window of length L ” encompassing the prices from p_{i+1-L} to p_i .

For our analysis we selected the same parameters as [11], therefore we chose a sliding window of $L = 500$ trading days (corresponding roughly to two years) and we considered values of s between $s_{\min} = 10$ and $s_{\max} = 50$.

25.5 Data processing

25.5.1 The data

All the data that are going to be used were taken from historical time series available from the website of Yahoo! Finance (<http://finance.yahoo.com/>).

The procedure described in chapter 25.2 was applied to the 35 indices and stocks listed in Appendix A that were chosen in a way to have a wide and varied specimen representing both different geographical areas and economical sectors.

In the appendix are also reported the country to which each index is referred to and some Companies names' abbreviations that from now on are going to be used. For the above analyses only adjusted close values have been used.

The results of the calculation of the Hurst exponent are reported in Appendix B. For each index/stock adjusted two graphs are present.

Each graph shows in the x axis the date each datum is referred to; the upper graph shows in the y axis the price of its object in a log scale while the other one shows the values of the Hurst exponent. It should be noted that each datum corresponds to a trading day and that for the first 500 data the Hurst exponent was not evaluated because the procedure requires a time window of 500 data. As 500 data represents approximately a time period of length of two years (500 trading days equals two years), each Hurst exponent's graph has therefore no values for this first period.

The Hurst exponent values obtained are then going to be studied to verify whether or not they can be an useful indicator to forecast 2007 crisis on indices and stocks analyzed.

Once this has been done, the procedure in chapter 25.1 section 25.2 is going to be applied to the data set to find out if it provides consistent outcomes. The results obtained are then discussed.

25.6 Crisis detection with Hurst exponent

To ascertain if the Hurst exponent could forecast a crisis it was first of all needed to identify the period of the crisis. For each stock and index the date when the value of the price reaches its relative maximum in the period ranging from of the 1st of January 2007 and the 31st of December 2009 have been therefore found (from now on we refer to this date as to max date).

This date has been considered to separate the crisis period from the pre crisis one; if an Hurst exponent decrease really anticipates crises, a crash in its values should be present in the days before max date.

In table 1, column "Before max date", the values of the minimum of the Hurst exponent in the 21 days preceding max date are reported in subcolumn Min. }

The two following subcolumns, H21 and H5, contain the average value of the Hurst exponent in the 21 and 5 days periods preceding this same date.

These values have been reported for every period mentioned in the very first row of the table. These same calculations have been repeated for different time spans, whose initial date is reported in the following three columns.

These different time spans consist in two randomly chosen ones (the 12th of May 2006 and the 15th of March 2012) and finally a day identified looking for the one that minimizes the mean value of H21 of all 35 indices/stocks (the 20th of November 2008).

In the last row of the table, for each column, the number of data superior to their "Before max date" peer are counted. Not available data have been marked with a --- symbol in their corresponding boxes.

	Before max date			12/05/06			15/03/12			20/11/08		
	Min	H21	H5	Min	H21	H5	Min	H21	H5	Min	H21	H5
AEX	0.47463	0.49142	0.48589	0.48678	0.50247	0.49619	0.43319	0.44761	0.45315	0.43392	0.46149	0.48582
ATHEX	0.48111	0.49541	0.49985	0.42141	0.47006	0.43486	0.42992	0.45417	0.45920	0.44913	0.46912	0.48761
ATX	0.52144	0.53334	0.52681	0.47495	0.53237	0.48654	0.39812	0.42562	0.45954	0.38202	0.40425	0.42773
DAX	0.40266	0.42426	0.41576	0.41226	0.43405	0.42222	0.41582	0.42578	0.43430	0.39747	0.42669	0.45043
CAC	0.41811	0.43809	0.44426	0.38636	0.40889	0.39516	0.39318	0.40725	0.41371	0.34700	0.37131	0.38838
EXCH	0.48416	0.49253	0.48885	0.47852	0.51136	0.52261	0.41025	0.43114	0.44522	0.39785	0.42301	0.44638
FTSE	0.47517	0.49002	0.49073	0.49000	0.52382	0.51442	0.41127	0.42660	0.43535	0.36059	0.38632	0.41104
IBEX	0.45784	0.47263	0.46233	0.47663	0.49606	0.48582	0.37333	0.37986	0.38049	0.31092	0.32970	0.32863
ISEQ	0.42648	0.45940	0.44228	0.54275	0.59030	0.59495	0.38136	0.40252	0.40584	0.36645	0.37800	0.38236
NASDAQ	0.37403	0.39444	0.39365	0.43680	0.46868	0.47992	0.44470	0.45942	0.47260	0.34544	0.37180	0.38222
NIKKEI	0.46679	0.47567	0.48088	0.43522	0.45244	0.44112	0.44717	0.46426	0.46508	0.36515	0.39474	0.41615
OMXS	0.41642	0.43520	0.43053	---	---	---	0.36317	0.37730	0.38087	0.37099	0.39290	0.41397
S&P/TSX	0.46659	0.48609	0.48908	0.47986	0.50504	0.51833	0.41788	0.43203	0.42983	0.37266	0.40034	0.42895
SMI	0.46359	0.48083	0.49130	0.46501	0.49897	0.49818	0.42444	0.44279	0.45111	0.31375	0.33146	0.33324
AG	0.46944	0.48752	0.47816	0.54736	0.56494	0.56254	0.41191	0.43020	0.42802	0.34957	0.37213	0.38249
Apple	0.48157	0.50198	0.50634	0.43955	0.44958	0.44289	0.38888	0.41253	0.43385	0.51222	0.52522	0.53702
Barclays	0.49486	0.50304	0.50235	0.50382	0.55321	0.57516	0.34770	0.35957	0.36044	0.33789	0.36584	0.34872
Bayer	0.41796	0.43297	0.42282	0.52086	0.52859	0.52711	0.40764	0.42613	0.43921	0.44849	0.45958	0.46545
BCP	0.41273	0.43279	0.41956	0.38466	0.40723	0.40800	---	---	---	0.43275	0.46621	0.44826
Coca Cola	0.40854	0.42068	0.41979	0.55680	0.57021	0.58521	0.42695	0.44156	0.43401	0.30734	0.33861	0.35016
EDF	---	---	---	---	---	---	0.47913	0.48769	0.49404	0.46532	0.48105	0.49809
ENEL	0.40564	0.41755	0.40833	0.53053	0.53958	0.54421	0.42920	0.44557	0.45116	0.35529	0.36964	0.36980
ENI	0.49245	0.52707	0.50013	0.45609	0.47912	0.46837	0.47416	0.48813	0.49081	0.40553	0.44785	0.47891
Exxon	0.52316	0.53402	0.53957	0.48317	0.49463	0.49349	0.46699	0.48616	0.50244	0.31114	0.33574	0.34974
FT	0.45442	0.47181	0.46458	0.37571	0.38831	0.38952	0.39921	0.41586	0.42645	0.32849	0.34194	0.34895
IBM	0.41937	0.43123	0.42409	0.59445	0.60536	0.60802	0.39819	0.40714	0.41094	0.39300	0.42321	0.43093
Microsoft	0.42473	0.45857	0.44293	0.45918	0.49338	0.51825	0.48969	0.51829	0.53524	0.32207	0.33251	0.33840
PSA	0.54434	0.56969	0.55286	0.53596	0.54854	0.55693	0.44618	0.46654	0.47158	0.34442	0.36053	0.36661
RDS	0.35886	0.52145	0.51724	---	---	---	0.48794	0.50106	0.50409	0.41152	0.43972	0.46802
Renault	0.40403	0.41833	0.41223	0.51715	0.53099	0.53323	0.41174	0.43014	0.41957	0.35355	0.39471	0.37211
Santander	0.41708	0.44204	0.42474	0.46370	0.50826	0.47200	0.35561	0.36790	0.36212	0.30670	0.38632	0.36681
SG	0.48148	0.50084	0.50577	0.40161	0.42559	0.44063	0.36069	0.38669	0.37505	0.32274	0.34865	0.34221
Toyota	0.43511	0.45336	0.47083	0.41519	0.44690	0.43100	0.46939	0.48881	0.49323	0.35419	0.38816	0.39142
Vow	0.08343	0.40321	0.25776	0.52732	0.56125	0.57236	0.47078	0.48655	0.48860	0.08549	0.17360	0.12964
Xstrata	0.43532	0.44745	0.44404	0.36115	0.40231	0.37978	0.41765	0.43057	0.43689	0.32978	0.35617	0.40163
Number of data superior than "Before max date" column				18	19	20	9	8	9	5	4	5

Data set's Hurst exponent averages and minima over different periods

A first test on the ability of the Hurst index to foresee crises can be done comparing the values in the three columns composing “Before max date” with the ones of the following two columns, obtained choosing randomly two dates and applying the same procedure.

If the Hurst exponent diminished before 2007 crisis, the values of “Before max date” should be sensibly lower than the other ones and therefore the majority of the data of these last two columns should be superior than the ones of “Before max date”. This prediction is slightly verified in the 12th of May 2006 case, when 19 data coming from “Before max date” out of a total of 34 are minor than their correspondent ones. On the other hand this hypothesis is openly contradicted by the columns 15th of March 2012, when the number of data of “Before max date” minor to their correspondent ones decreases to 9, and 20th of November 2008, where this last number even falls to 5.

The results of identically conducted investigations on the periods of 21 and 5 days after max date and other two randomly chosen date (27th of November 2004 and 1st of September 2009) are moreover presented in Appedix C. Being the results of these analyses very similar to previously shown ones, it could be argued that the Hurst exponent does not seem to suffer any anticipate fall forecasting crises.

The hypothesis presented in [5] has been then tested. This hypothesis stated that the Hurst exponent indicates a coming crisis in the case the following conditions were verified:

- The Hurst exponent is in decreasing trend
- $H-21 \leq 0.5$
- $H-5 \leq 0.45$
- The minimum value of the Hurst exponent in the period just before the crisis is inferior to 0.4 (as the Hurst exponent trend is decreasing the minimum should stay the nearest to the moment of the market crash)

To verify the first condition all the periods of 21 successive trading days of all indices/stocks were considered. Once the coefficient indicating the slope of the line coming from a linear regression of the Hurst exponent values of each period were calculated, only the days presenting a negative value of this coefficient were taken into consideration for next steps.

This procedure should have selected only periods verifying the first condition, that is to say decreasing Hurst exponent values. Each period of 21 days was then labeled with the date of the last day, that is the one from which it would have been concretely possible to detect the crisis as in the previous days it would not have been possible to have an idea of how the Hurst exponents value could have evolved afterwards. Next two conditions were then applied ($H-21 < 0.5$ and $H-5 < 0.45$) and in the end a value of the Hurst exponent of 0.4 have been looked for in each remaining 21 days period. Determining the period where at least one value of the Hurst exponent inferior to 0.4 should have been present was done arbitrarily. It could nevertheless be noted that this period should not be bigger than 21 days, that is the length of a period; we then have that decreasing its size should not affect much final results as being the values of the Hurst exponent decreasing (see first condition) the values minor to 0.4 should be close to the end of the period.

A final and additional condition requested was that each crisis detected in this way was at least 30 days far from the subsequent one.

This was done to avoid having many subsequent days all identified as crisis periods because the really interesting value is just the first day from which it was possible to detect each crisis while other immediately subsequent are redundant.

The results of the analysis described in the previous paragraph are reported in Appendix D. First the name of each index/stock is followed by the date when the price hits its relative maximum in the period ranging from the 1st of January 2007 to the 31st of December 2009, that is so far called max date. In the same row, it is also reported the minimum price registered in the same time period, corresponding to the hardest time in the crisis.

The following dates are the ones when the adopted procedure indicates a coming fall in the quotation of the index/stock.

Finally the dates when coming crises are detected follows.

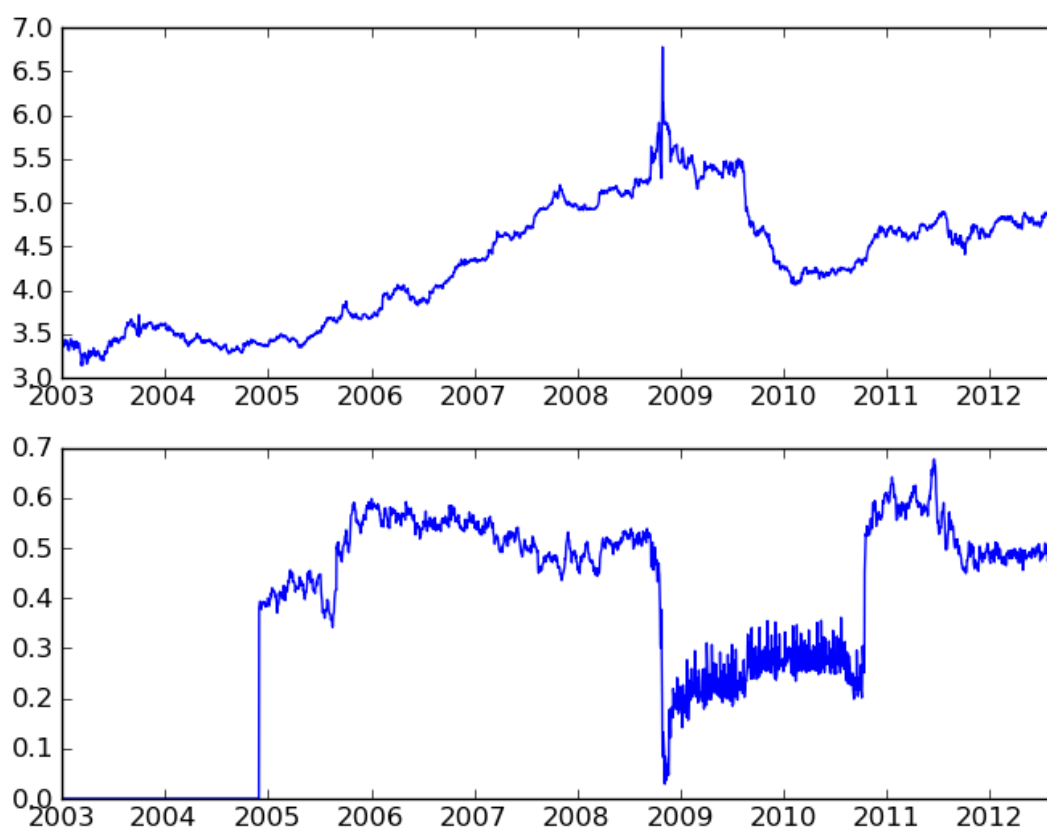
Next step was then to count how many times our procedure detected a crisis in the period between max date and three months before this day, that is to say how many times Hurst exponent analysis effectively forecast 2007 crisis.

Out of 35 indices/stocks only in 3 cases the coming crisis was forecast. It was also noted that this procedure identified many dates that were not followed by any fall in the index/stock considered. This result is evidently in contrast with the hypothesis that the Hurst exponent decreases considerably before a crisis and thus this hypothesis has to be rejected.

This is to say Hurst exponent analysis does not seem apt to forecast crises.

25.7 Discussion

Let's now consider the quite curious case of Volkswagen. Its Hurst exponent, as shown by the following graph, decreases considerably after an abrupt movement in its price:



Prices and local Hurst exponent values of Volkswagen stock

A brusque movement in the prices as the one of Volkswagen increases their mean value that compared with the data shows first a period of low prices (that are the ones occurring in normal market period) followed by an high one (that is the peak) and then other low prices. As the couple high-low values indicates anticorrelation, this causes the Hurst exponent to crash. The same effect is not necessarily produced by a peak followed by other normal values but could also be caused by one single considerable movement.

Let's consider a sudden decrease in a stock quotation: this movement would cause a fall in the mean value so that quotations before the turning point would seem high values followed by low ones. All this is to say that the crisis could be considered as a quick and brusque movement in the prices causing the Hurst exponent to fall. The same effect could be moreover magnified by the increase of volatility usually following crises, that mimic the big movement effect in a smaller scale.

This hypothesis seems to be confirmed by the time period minimizing the mean of H21 values of the data set. This period is indeed the 20th of November 2008 that is sited in such a way to collect the biggest number of price crashes, including the ones of European companies happened later than the American ones. The procedure previously described to detect crises applied to the period of time of three months centred on the 20th of November 2008 would give positive results 20 times out of 35. Increasing the time window to six months, we have 27 alerting results out of a sample of 35 indices/stocks.

25.7.1 Interpreting obtained results

25.7.1.1 Interpreting found results

But then why have many authors found correspondences between Hurst exponent crashes and coming crises? One first answer is the chance: many papers concentrating only on one single index could have had a sort of bad luck, and this could be the case of [11].

In this article the author only considers NASDAQ, Dow Jones and S&P indices, that being very similar convey to the case of the analysis of one single index. Unluckily NASDAQ is in addition one of the 3 indices out of 35 that were found to react positively to previously described procedure that was used to detect crises.

Another issue could have affected many other works.

Some authors indeed underlines that the Hurst exponent does not work properly if the crisis period is not preceded by a clear and very strong increasing trend in prices. This trend could be considered as a sort of brusque movement similar to the one that caused the Hurst exponent crash in the case of Volkswagen.

The Hurst exponent crash would not therefore detect the coming crisis but just a quick movement in prices. As many economic crashes are preceded by speculative bubbles, this could be a reason to this phenomenon.

25.8 Conclusions

The analysis of the data set reported in Appendix A did not seem to give any positive confirmation to the hypothesis of connection between coming crises and falls in the Hurst exponent. This hypothesis has been therefore abandoned and considered erroneous.

A deeper look at the Hurst exponent suggested that this apparent correlation is a consequence of its property of decreasing in cases of abrupt movements and very volatile market conditions. These conditions could have been caused by speculative bubbles preceding the crashes.

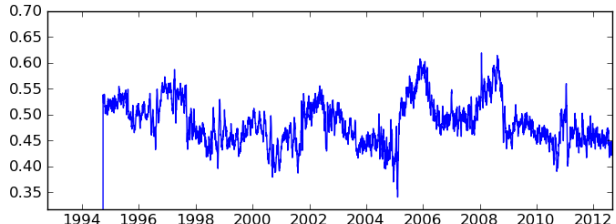
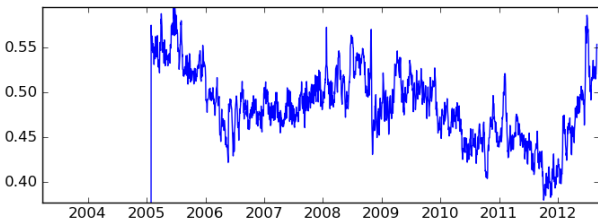
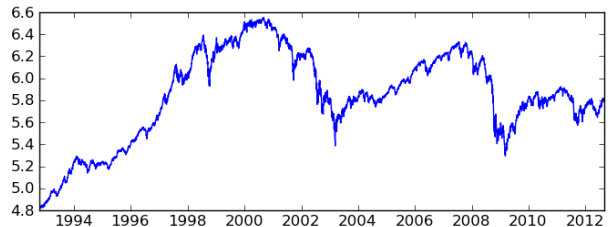
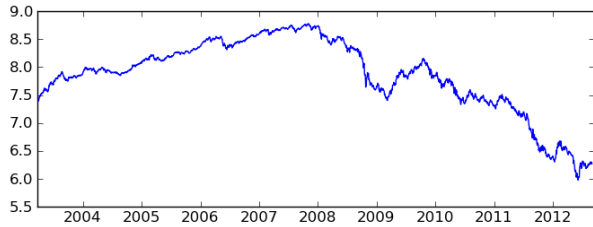
Appendix A:

Stocks/indices considered

Index/Stock	Abbreviation	Country
AEX	AEX	Netherlands
ATHEX	ATHEX	Greece
ATX	ATX	Austria
CAC	CAC	France
DAX	DAX	Germany
EXCH	EXCH	Norway
FTSE	FTSE	United Kingdom
IBEX	IBEX	Spain
ISEQ	ISEQ	Ireland
NASDAQ	NASDAQ	USA
NIKKEI	NIKKEI	Japan
OMXS	OMXS	Sweden
S&P/TSX	S&P/TSX	Canada
SMI	SMI	Switzerland
Assicurazioni Generali	AG	Italy
Apple	Apple	USA
Barclays	Barclays	United Kingdom
Bayer	Bayer	Germany
Banco Comercial Português	BCP	Portugal
Coca Cola	Coca Cola	USA
Électricité De France	EDF	France
Ente Nazionale per l'energia Elettrica	ENEL	Italy
Ente Nazionale Idrocarburi	ENI	Italy
Exxon Mobil	Exxon	USA
France Télécom	FT	France
IBM	IBM	USA
Microsoft	Microsoft	USA
PSA Peugeot Citroen	PSA	France
Royal Dutch Shell	RDS	Netherlands
Renault	Renault	France
Grupo Santander	Santander	Spain
Société Générale	SG	France
Toyota Motor Corporation	Toyota	Japan
Volkswagen	Vow	Germany
Xstrata	Xstrata	United Kingdom

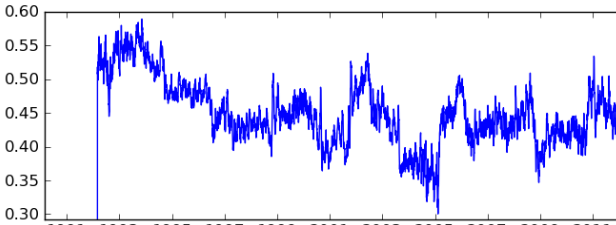
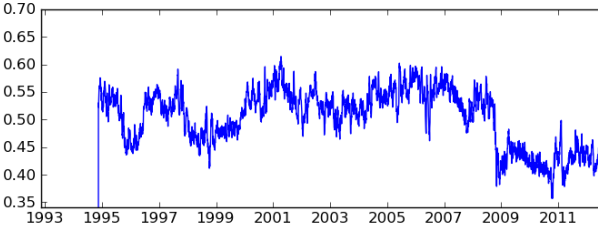
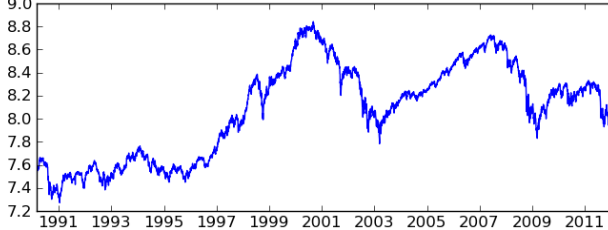
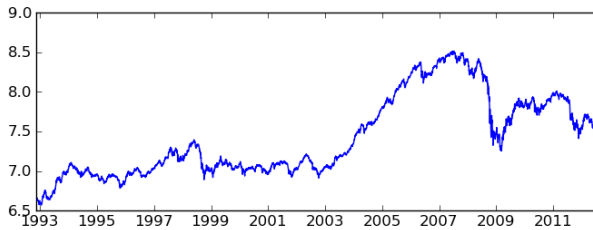
Appendix B:

Hurst exponent graphs



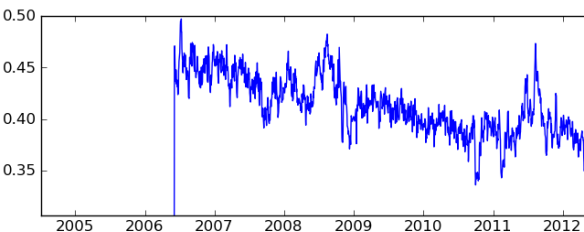
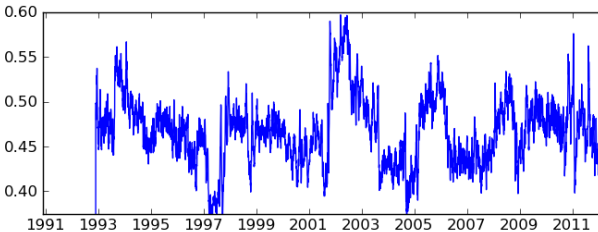
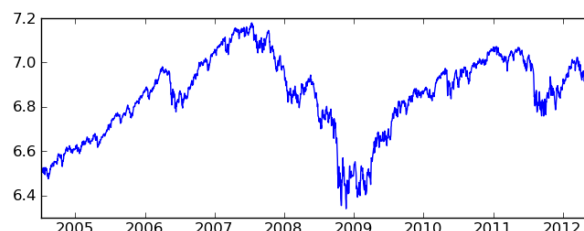
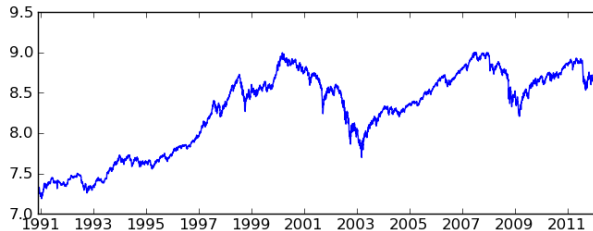
AEX

ATHEX



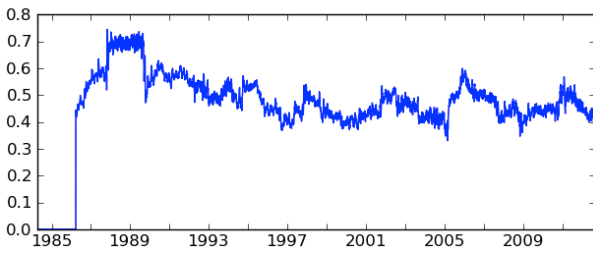
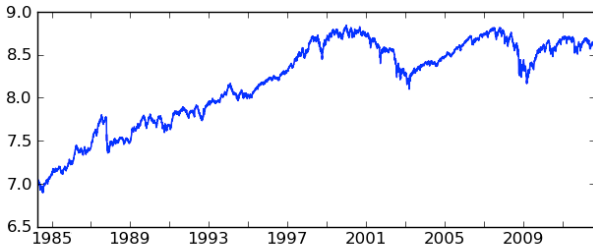
ATX

CAC

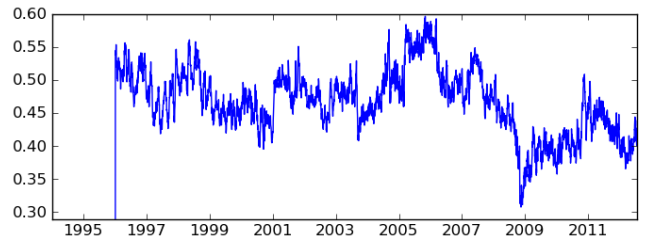
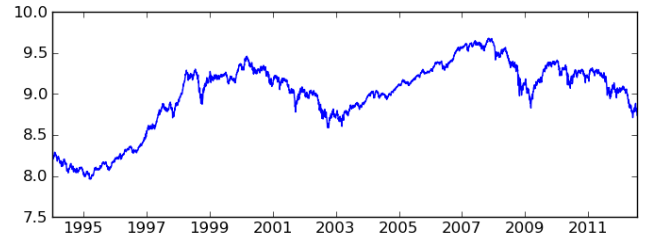


DAX

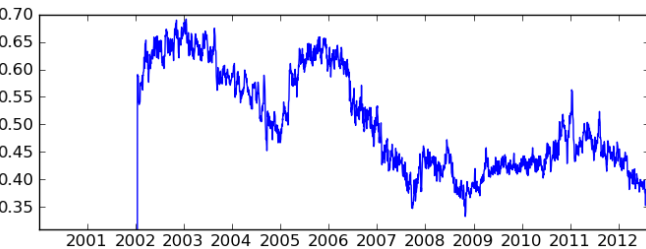
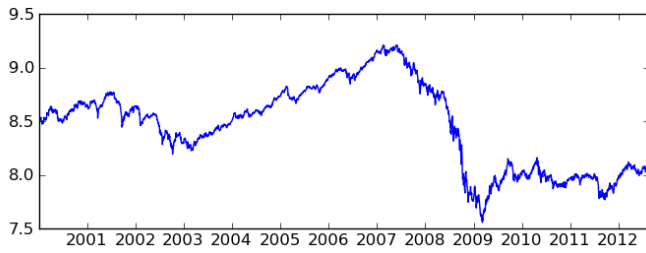
EXCH



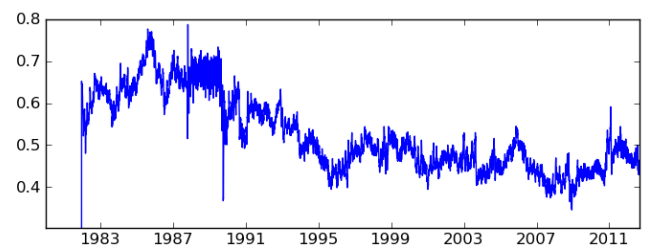
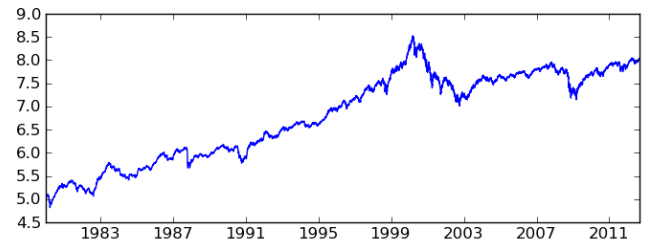
FTSE



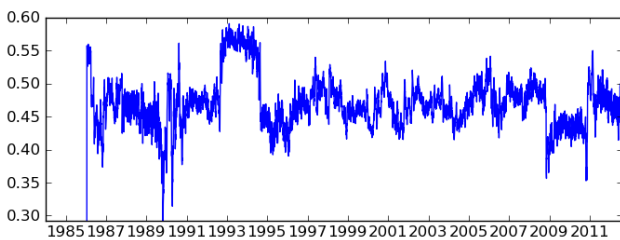
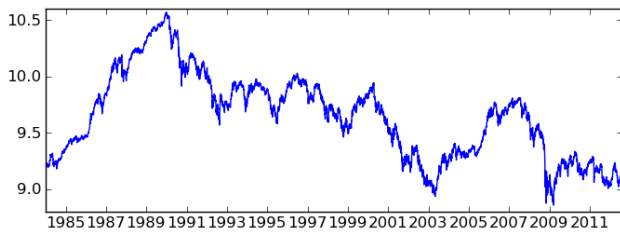
IBEX



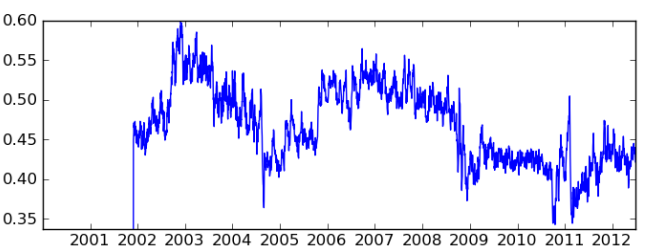
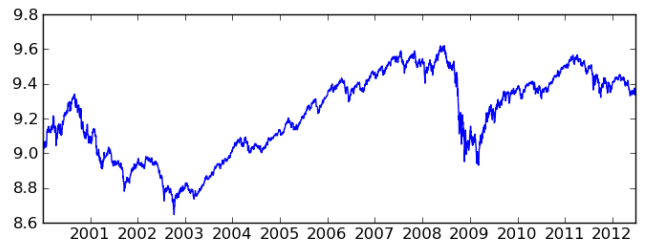
ISEQ



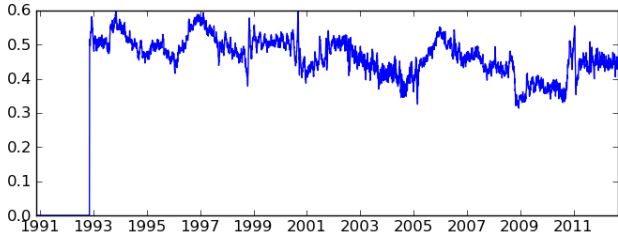
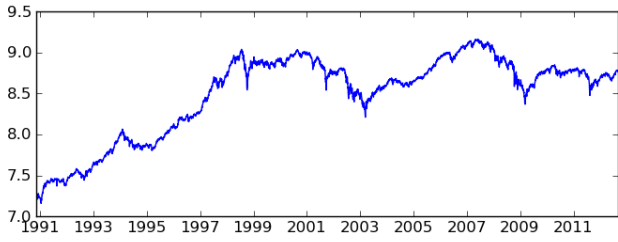
NASDAQ



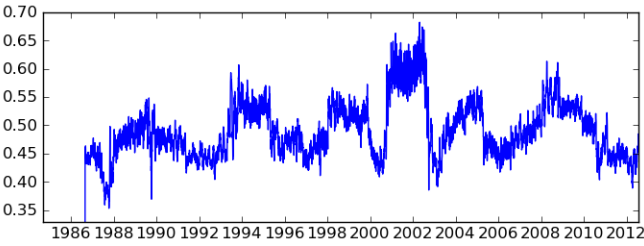
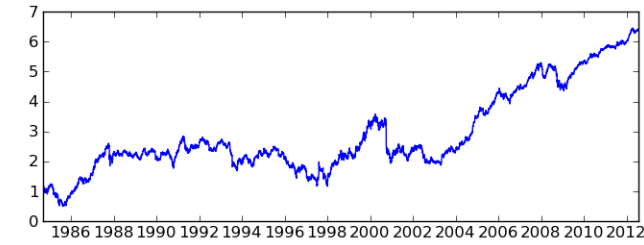
OMXS



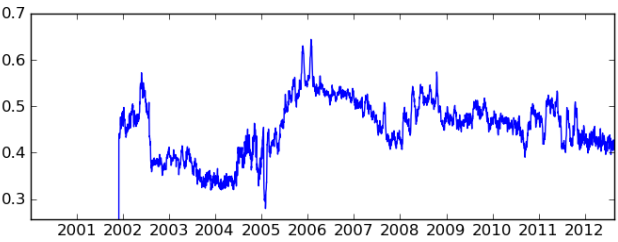
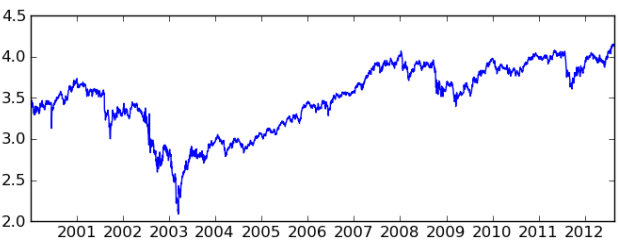
S&P/TSX



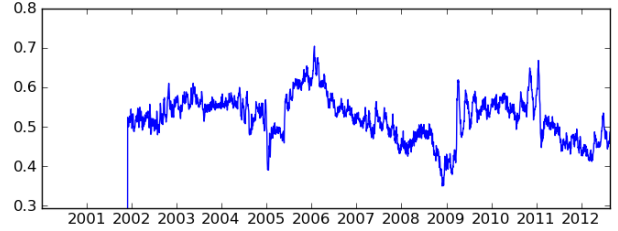
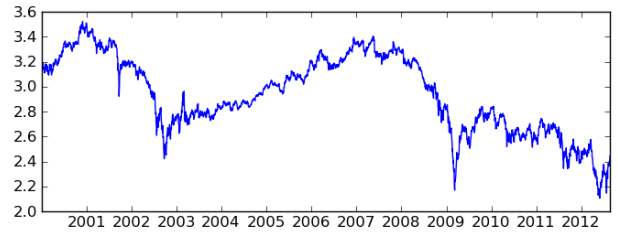
SMI



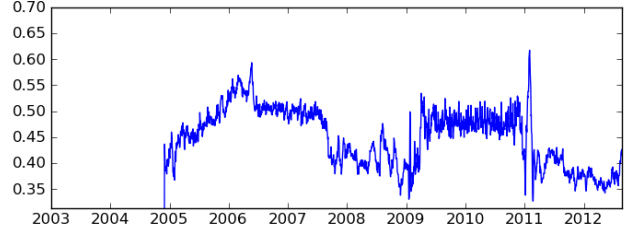
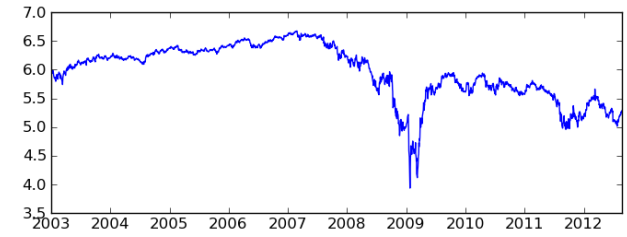
Apple



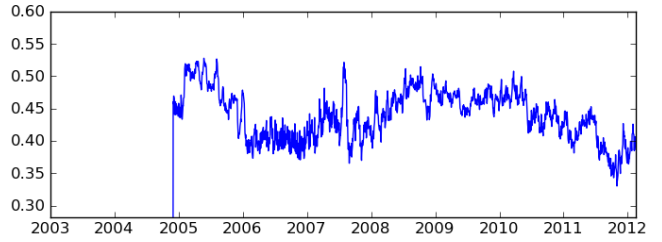
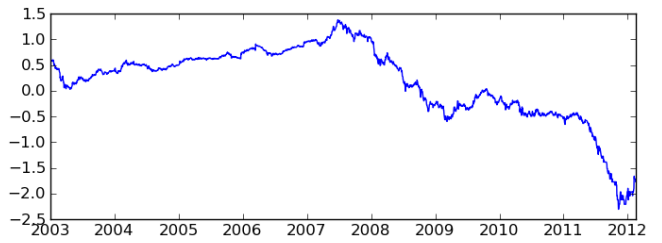
Bayer



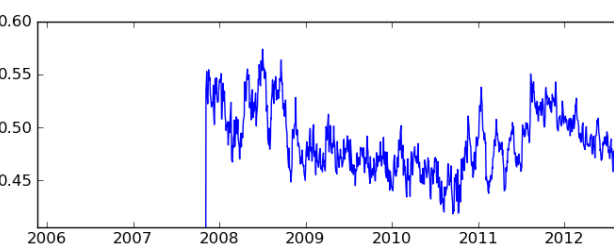
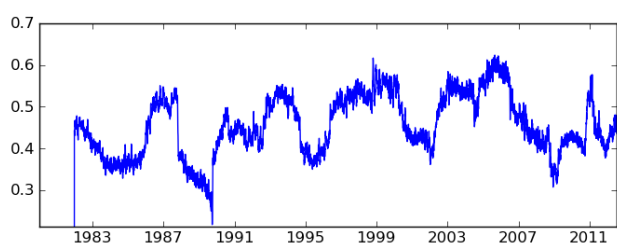
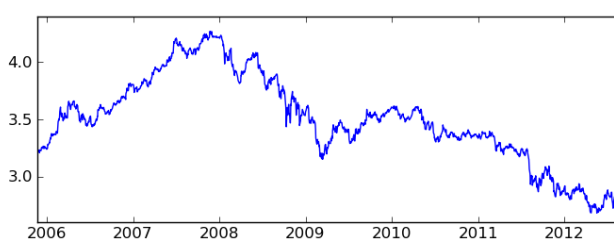
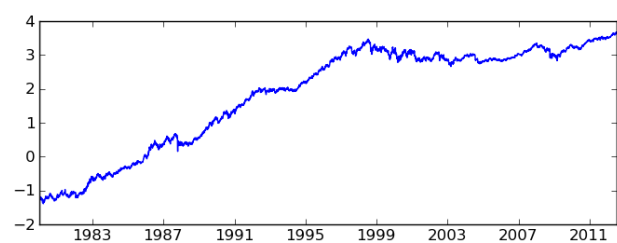
AG



Barclays

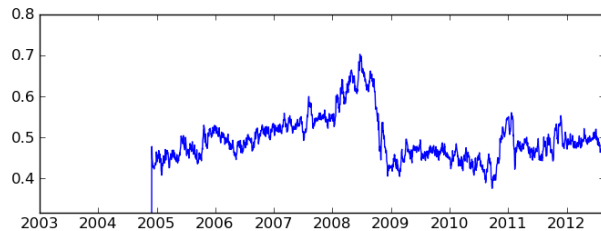
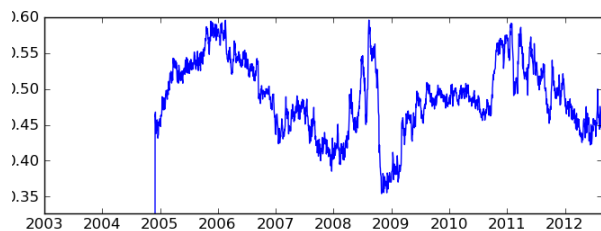
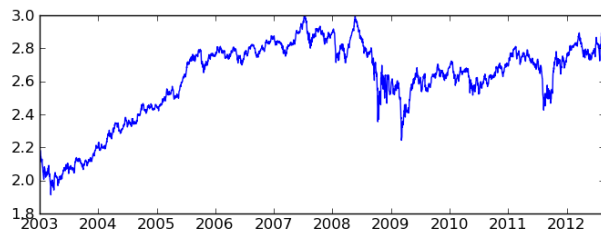
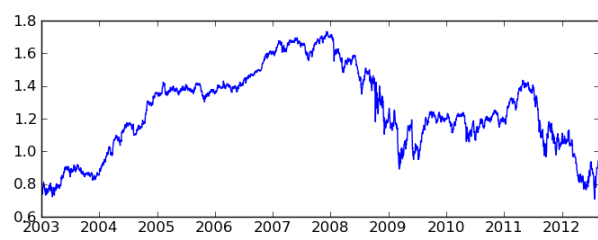


BCP



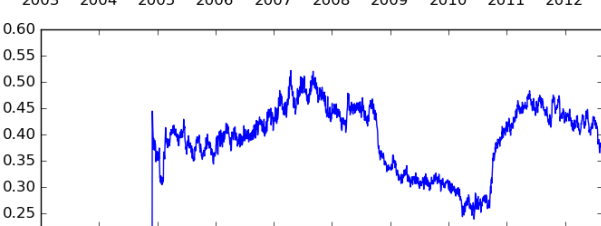
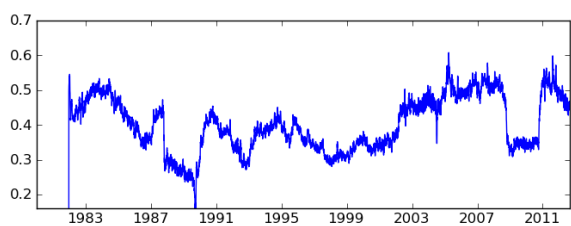
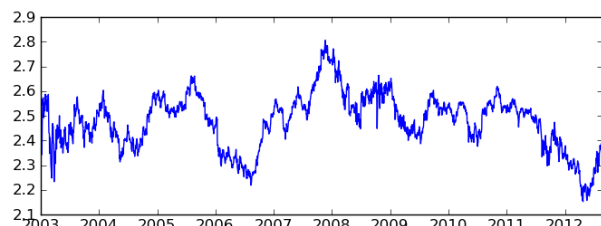
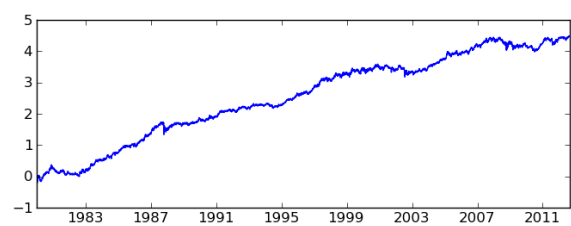
Coca Cola

EDF



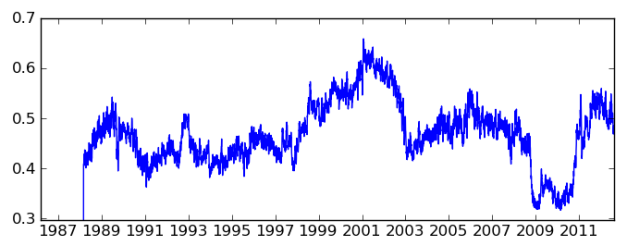
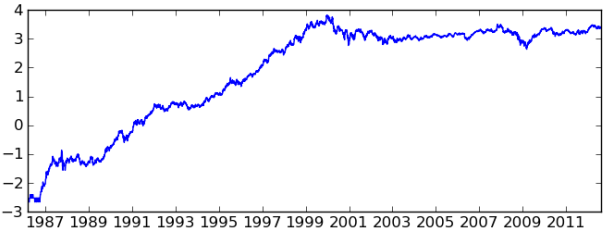
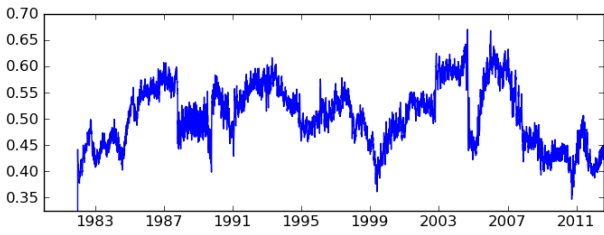
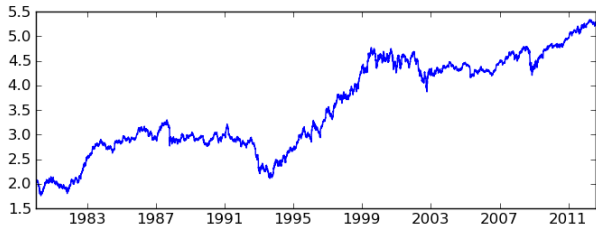
ENEL

ENI



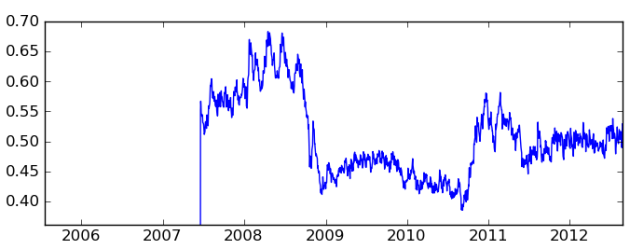
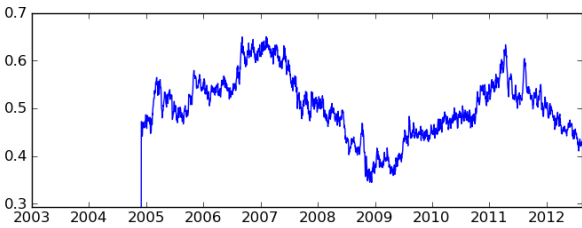
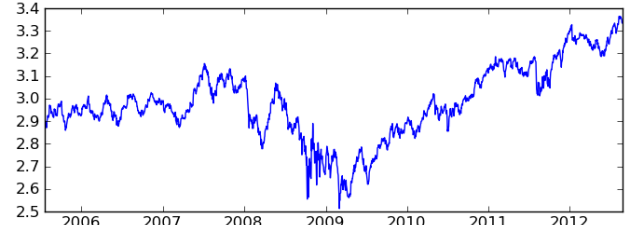
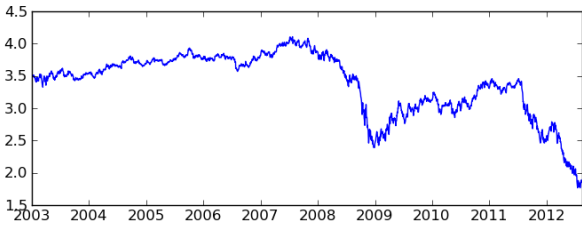
Exxon

FT



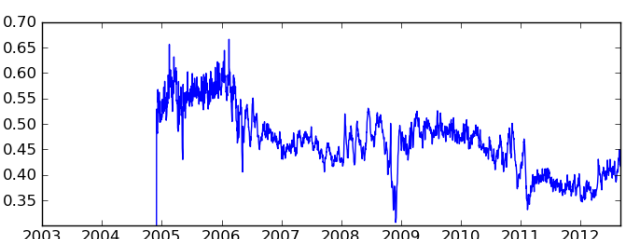
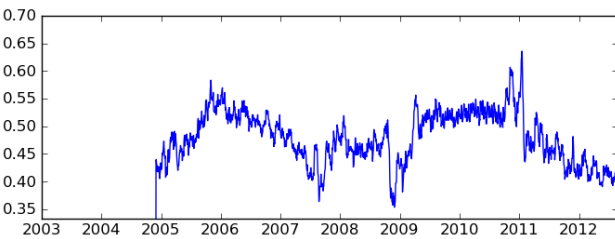
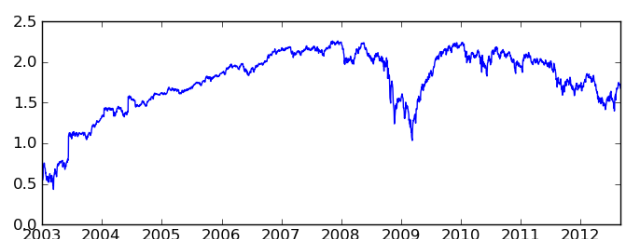
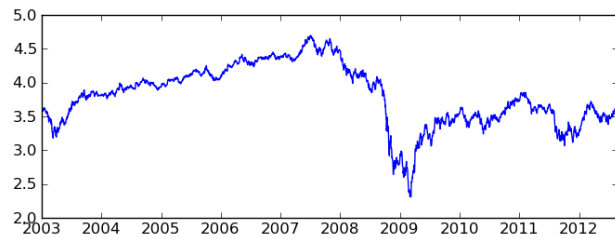
IBM

Microsoft



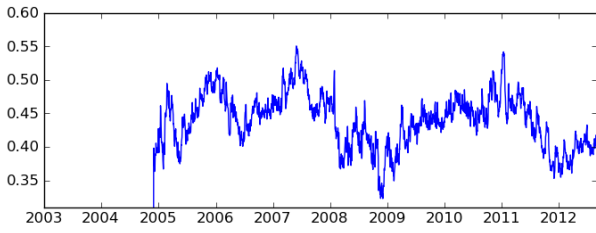
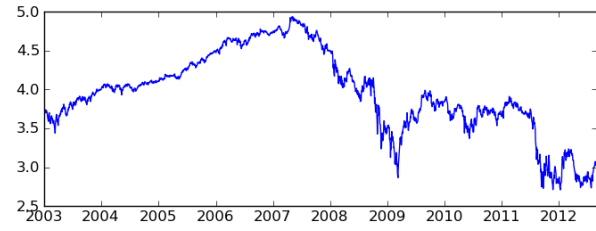
PSA

RDS

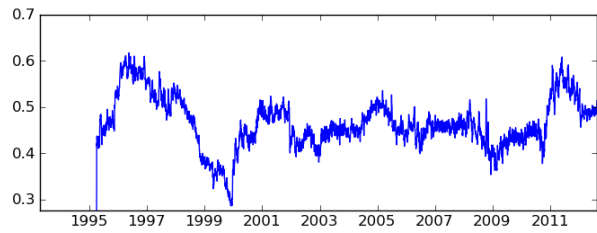
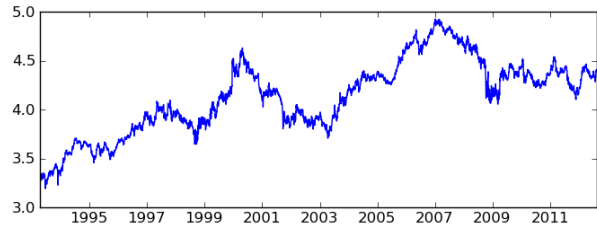


Renault

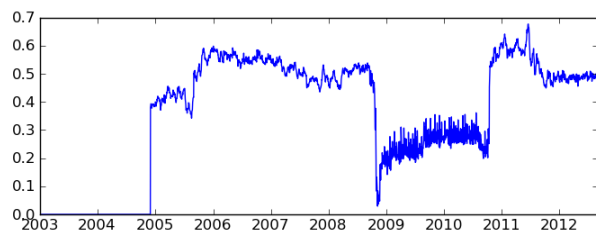
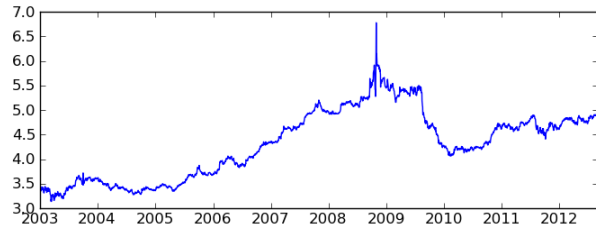
Santander



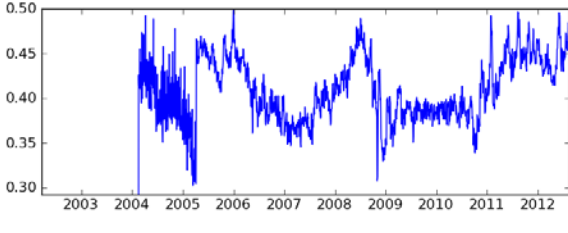
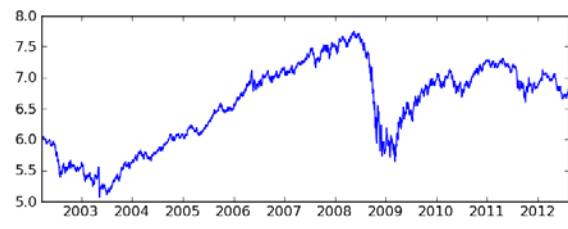
SG



Toyota



Vow



Xstrata

Appendix C: Other tests on Hurst exponent values

	Before max date			After Max			27-nov-04			01-set-09		
	Min	H21	H5	Min	H21	H5	Min	H21	H5	Min	H21	H5
AEX	0.47463	0.49142	0.48589	0.46926	0.49197	0.47905	0.36976	0.40987	0.44188	0.47140	0.48278	0.49418
ATHEX	0.48111	0.49541	0.49985	0.48676	0.50470	0.50064	---	---	---	0.48621	0.50233	0.51674
ATX	0.52144	0.53334	0.52681	0.51455	0.52907	0.52695	0.52727	0.54277	0.53951	0.42952	0.44117	0.44894
CAC	0.41811	0.43809	0.44426	0.42709	0.44689	0.45036	0.31868	0.34933	0.37183	0.40805	0.42034	0.43049
DAX	0.40266	0.42426	0.41576	0.39807	0.42322	0.40280	0.39657	0.41149	0.41888	0.46905	0.48695	0.50065
EXCH	0.48416	0.49253	0.48885	0.48246	0.50746	0.49587	0.55012	0.56235	0.56054	0.41708	0.43611	0.44315
FTSE	0.47517	0.49002	0.49073	0.47498	0.48525	0.48344	0.37405	0.41413	0.42193	0.43533	0.44616	0.45900
IBEX	0.45784	0.47263	0.46233	0.45479	0.47447	0.46394	0.48174	0.49967	0.49915	0.38485	0.39531	0.40400
ISEQ	0.42648	0.45940	0.44228	0.42986	0.45469	0.44662	0.46661	0.48473	0.49242	0.40862	0.42033	0.42782
NASDAQ	0.37403	0.39444	0.39365	0.38705	0.40592	0.39058	0.42936	0.44793	0.44794	0.41527	0.43644	0.44806
NIKKEI	0.46679	0.47567	0.48088	0.46772	0.48229	0.47216	0.44614	0.46308	0.46618	0.43115	0.44502	0.44842
OMXS	0.41642	0.43520	0.43053	0.41977	0.43497	0.43208	---	---	---	0.39832	0.41222	0.42007
S&P/TSX	0.46659	0.48609	0.48908	0.48171	0.49972	0.49020	0.40223	0.41785	0.42409	0.41336	0.42451	0.42876
SMI	0.46359	0.48083	0.49130	0.45750	0.46782	0.47360	0.37081	0.40745	0.42463	0.36338	0.38401	0.39632
AG	0.46944	0.48752	0.47816	0.48192	0.52121	0.49398	0.48925	0.53033	0.54233	0.51068	0.53072	0.54118
Apple	0.48157	0.50198	0.50634	0.48845	0.50253	0.50588	0.50254	0.52137	0.51920	0.51947	0.54124	0.55174
Barclays	0.49486	0.50304	0.50235	0.47168	0.50122	0.49489	---	---	---	0.45102	0.47889	0.49069
Bayer	0.41796	0.43297	0.42282	0.40730	0.45179	0.41442	0.32851	0.36012	0.36373	0.47191	0.49371	0.50803
BCP	0.41273	0.43279	0.41956	0.39259	0.42797	0.42287	---	---	---	0.44851	0.46064	0.46584
Coca Cola	0.40854	0.42068	0.41979	0.38963	0.41759	0.40496	0.54658	0.56174	0.55967	0.40691	0.41870	0.41528
EDF	---	---	---	0.50268	0.52813	0.52383	---	---	---	0.44716	0.46928	0.47167
ENEL	0.40564	0.41755	0.40833	0.38535	0.40626	0.40505	---	---	---	0.47198	0.48316	0.48616
ENI	0.49245	0.52707	0.50013	0.50950	0.53876	0.51281	---	---	---	0.46121	0.47008	0.47226
Exxon	0.52316	0.53402	0.53957	0.49147	0.50558	0.51186	0.47555	0.48861	0.48422	0.33407	0.34321	0.34702
FT	0.45442	0.47181	0.46458	0.43155	0.44535	0.45033	---	---	---	0.29273	0.30601	0.30188
IBM	0.41937	0.43123	0.42409	0.41870	0.43251	0.43250	0.42216	0.44823	0.45279	0.41885	0.43644	0.44378
Microsoft	0.42473	0.45857	0.44293	0.40871	0.44751	0.44927	0.45564	0.48379	0.48776	0.35348	0.36559	0.36835
PSA	0.54434	0.56969	0.55286	0.51759	0.55042	0.54986	---	---	---	0.43750	0.44966	0.46019
RDS	0.35886	0.52145	0.51724	0.51637	0.54910	0.52704	---	---	---	0.45386	0.47008	0.47046
Renault	0.40403	0.41833	0.41223	0.40189	0.42286	0.41543	---	---	---	0.49619	0.51225	0.52799
Santander	0.41708	0.44204	0.42474	0.41650	0.42815	0.41921	---	---	---	0.46574	0.48458	0.49412
SG	0.48148	0.50084	0.50577	0.48681	0.51558	0.49165	---	---	---	0.42524	0.43803	0.44056
Toyota	0.43511	0.45336	0.47083	0.44770	0.46019	0.46160	0.48228	0.50205	0.49732	0.41637	0.43267	0.44105
Vow	0.08343	0.40321	0.25776	0.02920	0.08112	0.09688	---	---	---	0.23876	0.27328	0.27832
Xstrata	0.43532	0.44745	0.44404	0.44704	0.46125	0.44898	0.36359	0.38320	0.39684	0.37173	0.38289	0.38916
Number of data superior than "Before max date" column				14	18	16	11	11	12	12	11	13

Appendix D:
Crises detected

EX:			
Max	2007-07-16,	Min	2009-03-09
2004-08-26			
2004-12-15			
2010-09-17			
ATHEX:			
Max	2007-10-31,	Min	2009-03-09
2011-09-30			
ATX:			
Max	2007-07-09,	Min	2009-03-09
2008-10-30			
2009-02-17			
2010-05-04			
2010-08-24			
2011-02-22			
2012-04-03			
CAC 40:			
Max	2007-06-01,	Min	2009-03-09
2004-04-22			
2004-12-03			
2005-02-02			
2006-05-12			
2007-09-25			
2008-10-25			
2009-02-12			
2009-05-06			
2009-07-07			
2010-01-01			
2010-02-18			
2010-06-09			
2012-01-25			
2012-03-06			
2012-07-13			
DAX:			
Max	2007-07-16,	Min	2009-03-06
2004-09-04			
2004-12-11			
2005-02-10			
2007-07-18			
2008-12-09			
2011-02-04			
2012-07-24			
EXCH:			
Max	2007-07-19,	Min	2008-12-05
2008-12-10			
2010-01-09			
2010-04-28			
2012-06-15			
FTSE:			
Max	2007-06-15,	Min	2009-03-03
2004-05-11			
2004-10-30			
2004-12-23			
2007-09-28			
2008-10-21			
2009-02-11			
2012-05-01			
2012-07-28			
IBEX:			
Max	2007-11-08,	Min	2009-03-09
2008-09-19			
2009-02-13			

2009-04-23
 2009-07-01
 2009-09-03
 2010-02-19
 2010-04-20
 2011-12-03
 2012-07-31

ISEQ:

Max 2007-02-20, Min 2009-03-09

2007-08-03
 2007-12-01
 2008-03-28
 2008-07-31
 2009-01-21
 2012-03-21

NASDAQ:

Max 2007-10-31, Min 2009-03-09

2007-07-04
 2008-02-12
 2008-05-06
 2008-07-19
 2008-10-25

NIKKEI 225:

Max 2007-07-09, Min 2009-03-10

2008-10-30
 2009-02-18
 2010-10-19

OMX:

OMX: Max 2007-07-16, Min 2008-11-21

2007-09-15
 2008-04-24
 2008-10-29
 2009-03-31
 2009-05-12
 2009-07-09
 2010-02-26
 2010-04-27
 2010-12-09
 2011-07-08
 2011-09-10
 2012-02-10

SMI:

Max 2007-06-01, Min 2009-03-09

2004-05-14
 2004-12-14
 2005-02-12
 2007-10-03
 2008-10-14
 2009-04-21
 2009-06-30
 2009-09-10
 2010-04-09
 2011-01-28
 2011-10-08

S&P/TSX:

Max 2008-06-18, Min 2009-03-09

2004-08-21
 2008-10-29
 2009-01-27
 2010-08-21
 2010-12-25
 2011-02-15
 2011-06-04
 2011-08-26

2012-05-03			
AG:			
Max	2007-05-18,	Min	2009-03-09
2005-01-12			
2008-11-04			
Apple:			
Max	2009-12-30,	Min	2009-01-20
2012-03-29			
Barclays:			
Max	2007-02-23,	Min	2009-01-23
2005-01-22			
2007-09-28			
2008-03-04			
2008-07-01			
2008-09-13			
2009-01-14			
2011-01-01			
2011-02-22			
2011-07-05			
2012-07-13			
Bayer:			
Max	2008-01-09,	Min	2009-03-17
2004-04-16			
2004-07-24			
2004-10-01			
2005-05-07			
2010-09-14			
2012-01-25			
2012-06-14			
BCP:			
Max	2007-06-26,	Min	2009-03-09
2006-01-18			
2007-02-09			
2007-07-05			
2007-08-22			
2007-10-31			
2008-01-02			
2008-02-27			
2011-01-29			
2011-07-09			
2011-12-28			
Coca Cola:			
Max	2008-01-10,	Min	2009-03-05
2008-01-18			
2008-10-01			
2009-04-22			
2009-06-23			
2010-07-24			
2011-10-12			
2012-01-18			
EDF:			
Max	2007-11-22,	Min	2009-03-13
ENEL:			
Max	2007-12-06,	Min	2009-03-09
2007-10-11			
2007-12-12			
2008-02-08			
2008-10-18			
2009-01-29			
ENI:			
Max	2007-07-09,	Min	2009-03-06
2010-08-10			
Exxon Mobil:			
Max	2008-05-20,	Min	2008-10-15
2004-07-01			

2008-10-16
 2009-02-11
 2009-04-24
 2009-06-24
 2010-07-24

FT:
 Max 2007-11-20, Min 2009-07-10

2004-12-29
 2005-03-16
 2005-04-23
 2005-06-25
 2006-02-14
 2006-03-29
 2006-11-03
 2008-10-14
 2009-04-22
 2009-08-27
 2009-10-27
 2011-01-25
 2012-04-03
 2012-06-08
 2012-07-24

IBM:
 Max 2009-12-30, Min 2008-11-20

2008-12-10
 2009-02-07
 2010-07-24
 2011-11-16

Microsoft:
 Max 2007-11-01, Min 2009-03-09

2008-10-11
 2009-04-24
 2009-07-02
 2010-04-21
 2010-06-16
 2010-08-18

PSA:
 Max 2007-07-24, Min 2008-12-23

2008-10-28
 2009-01-31
 2009-03-31

RDS:
 Max 2007-07-06, Min 2009-03-03

2010-09-01
Renault:
 Max 2007-07-03, Min 2009-03-03
 2007-08-22
 2008-10-31
 2009-01-15
 2012-05-05
 2012-07-18

Santander:
 Max 2007-11-08, Min 2009-03-09

2008-11-05
 2010-12-07
 2011-02-01
 2011-05-04
 2012-02-28
 2012-05-08
 2012-07-06

SG:
 Max 2007-05-04, Min 2009-03-09

2005-01-25
 2005-04-28
 2008-02-22

2008-07-04
 2008-09-13
 2009-01-17
 2009-04-22
 2011-09-10
 2012-05-05
 2012-07-05

Toyota:

Max	2007-01-04,	Min	2009-03-09
2006-06-27			
2008-09-30			
2009-07-09			
2010-09-22			

Vow:

Max	2008-10-28,	Min	2009-12-21
2004-12-29			
2005-02-02			
2005-05-11			
2005-07-12			
2008-10-18			
2009-01-07			
2009-03-04			
2009-05-05			
2009-09-18			

Xstrata:

Max 2008-05-19, Min 2009-03-09

2004-04-30
 2006-05-05
 2006-08-18
 2007-06-12
 2007-09-01
 2007-11-10
 2008-01-25
 2008-09-27
 2009-02-03
 2009-04-23
 2009-06-27
 2009-08-28
 2010-12-11
 2011-02-12

References

- M. Bartolozzi, C. Mellen, F. Chan, D. Oliver, T. Di Matteo, T. Aste, "Application of Physical Methods in High-Frequency Futures Markets", 2007, *European Physical Journal B* 58 207-220
- K. E. Bassler, J. L. Mc Cauley, G. H. Gunaratne, "Hurst Exponents, Markov Processes, and Fractional Brownian Motion", 2007, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 379
- G. Bhardwaj and N. R. Swanson, "An Empirical Investigation of the Usefulness of ARFIMA Models for Predicting Macroeconomic and Financial Time Series", 2006, *Journal of Econometrics* 131 539--578
- N. Crato, R. Linhares, S. Lopes, "Statistical Properties of Detrended Fluctuation Analysis", 2010, *Journal of Statistical Computation and Simulation* 80 625-641
- Ł. Czarnecki, D. Grech, G. Pamuła, "Comparison Study of Global and Local Approaches Describing Critical Phenomena on the Polish Stock Exchange Market", 2008, *Physica A* 387, 6801-6811.
- T. Di Matteo, T. Aste, Michel M. Dacorogna, "Long Term Memories of Developed and Emerging Markets: Using the Scaling Analysis to Characterize their Stage of Development", 2005, *Journal of Banking & Finance* 29 827-851
- T. Di Matteo, "Multi-Scaling in Finance", 2007, *Quantitative Finance*, Vol. 7, No.1
- P. Embrechts, M. Maejima, "Selfsimilar Processes", 2001, Princeton University Press
- D. Grech, Z. Mazur, "Can One Make Any Crash Prediction in Finance Using the Local Hurst Exponent Idea?", 2004, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 336 133-145
- J. W. Kantelhardt, E. Koscielny-Bunde, H. H. A. Rego, S. Havlin, A. Bunde, "Detecting Long-Range Correlations with Detrended Fluctuation Analysis", 2001, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 295 441-454
- L. Kristoufek, "Fractal Markets Hypothesis and the Global Financial Crisis: Scaling, Investment Horizons and Liquidity", 2012, *Advances in Complex Systems* 15
- L. Kristoufek, "Local Scaling Properties and Market Turning Points at Prague Stock Exchange", 2010, *Acta Physica Polonica B* 41(6), 1223-1336,
- D. Krzisztof, "The use of the Hurst exponent to predict changes in trends on the Warsaw Stock Exchange", 2010, *Physica A* 390, 98-109.
- D. Krzisztof, "The use of the Hurst exponent to investigate the global maximum of the Warsaw Stock Exchange WIG20 index", 2011, *Physica A* 391, 156-169.
- B. B. Mandelbrot, J. W. Van Ness, "Fractional Brownian Motions, Fractional Noises and Applications", 1968, *SIAM review* 10 422--437

R. Morales, T. Di Matteo, R. Gramatica, T. Aste, “Dynamical Generalized Hurst Exponent as a Tool to Monitor Unstable Periods in Financial Time Series”, 2012, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*

C. K. Peng, S. V. Buldyrev, S. Havlin, M. Simons, H. E. Stanley, A. L. Goldberger, “Mosaic Organization of DNA Nucleotides”, 1994, *Physical Review E* 49 1685

R. Smith, “Is high-frequency trading inducing changes in market microstructure and dynamics?”, 2010, available at SSRN
<http://ssrn.com/abstract=1632077>

M. S. Taqqu and V. Teverovsky and W. Willinger, “Estimators for Long-Range Dependence: An Empirical Study”, 1995, *Fractals* 3 785--798

Hurst exponent, 2012, August 22, In Wikipedia, The Free Encyclopedia.
http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Hurst_exponent&oldid=508608347

Yahoo! Finance website
<http://finance.yahoo.com/>

Apéndice A . Comité Científico ECORFAN

PhD. Gerardo Ángeles Castro-Posgrado -Escuela Superior de Economía-IPN.
 PhD. Cecilia Peralta Ferriz- Washington University, EUA.
 PhD. Irma Manríquez Campos- Instituto de Investigaciones Económicas-UNAM.
 PhD. Fernando Miranda Torrado- Universidad de Santiago de Compostela, España.
 PhD. Carlos Gómez Chiñas- Universidad Autónoma Metropolitana- Azcapotzalco.
 PhD. Elizabeth Gandica de Roa- Universidad Católica del Uruguay, Montevideo.
 PhD. Lizbeth Salgado Beltrán- Universidad de Sonora.
 PhD. Andrés Guzmán Sala- Université de Perpignan, Francia.
 PhD. José G. Vargas-Hernández-Universidad de Guadalajara.
 PhD. German David Feldman- Johann Wolfgang Goethe Universität, Alemania.
 PhD. Belem Iliana Vásquez Galan- SNI –El Colegio de la Frontera Norte.
 PhD. Anil Hira- Simon Fraser University, Canada.
 PhD. Enrique García y Moisés - SNI – FEST Acatlán- UNAM.
 PhD. Juan F. Palacio- University of St. Gallen, Suiza.
 PhD. Federico Jesús Novelo y Urdanivia -Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.
 PhD. Germán Raúl Chaparro – Universidad Central- Colombia.
 PhD. Deneb Elí Magaña Medina -Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
 PhD. Francisco Ortiz Arango - Universidad Panamericana.
 PhD. Fernando Aranda Cruz - Universidad Panamericana.
 PhD. Arturo Perales Salvador- (Universidad Autónoma Chapingo.
 PhD. Osvaldo U. Becerril Torres- Universidad Autónoma del Estado de México.
 PhD. Gustavo Vargas Sánchez- Posgrado de la Facultad de Economía-UNAM.
 M en C. Pedro F. Solares Soto-Universidad Iberoamericana.
 Act. Gerardo San Román Muñoz-Instituto Tecnológico de Estudios Superiores Monterrey.
 Dr. Fernando Ojeda Villagómez-Universidad Anáhuac.
 Dr. José Dionicio Zacarías Flores-Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
 Dr. Pedro Jiménez Flores-ESIME-IPN-Posgrado.
 M en C. Ana María Hernández Hernández – CINVESTAV.
 Mtro. Salvador Romero Ramírez- Universidad de Londres.
 Mtro. Eduardo Rodríguez Juárez- Universidad Autónoma de Hidalgo.
 Dr. Rogelio Huerta Quintanilla-UNAM – Posgrado.
 Mtra. Maribel García Elizalde-Posgrado de la Facultad de Economía, UNAM.
 Mtra. Odeth Moreno Carrillo- Colegio Nacional de Economistas.
 M en F. Melquiades León Morales- Universidad del Valle de México.
 Mtro. Noé Guadalupe Chan Chi- Universidad Autónoma de Yucatán.
 Mtro. Román Moreno Soto- FES Aragón-UNAM.
 Mtro. Rubén Martínez Camacho- Facultad de Ciencias Políticas y Sociales- UNAM.

ISBN: 978-607-00-5902-5



9 786070 059025