



RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar
DOI - REBID - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

Title: Estimación del parámetro poblacional de la producción de lactosuero agroindustrial con el método bayesiano y simulación Monte Carlo

Author: Nicolás Francisco Mateo-Díaz

Editorial label ECORFAN: 607-8324
BCIERMIMI Control Number: 2016-01
BCIERMIMI Classification(2016): 191016-0101

Pages: 17
Mail: pacomatthew06@gmail.com
RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.

244 – 2 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

Bolivia	Honduras	China	Nicaragua
Cameroon	Guatemala	France	Republic of the Congo
El Salvador	Colombia	Ecuador	Dominica
Peru	Spain	Cuba	Haití
Argentina	Paraguay	Costa Rica	Venezuela
Czech Republic			



Resumen

La ecuación de la RM arrojó que la generación de lactosuero en cada una de las 19 agroindustrias en el municipio de interés, fue de 955.00 litros (lt) diariamente. Por su parte la ecuación para estimar μ^* poblacional como una probabilidad a posteriori por el método bayesiano arrojó 958.15. Ambos valores se encuentran en el intervalo bayesiano calculado de 945.11 -971.20 lt; así mismo la simulación Monte Carlo arrojó que hay un promedio de 984.45 lt con un coeficiente de variación de 6.15% y una precisión del error al 95% de confianza de 0.1205%.



Introducción

El interés de estimar estadísticamente la generación de lactosuero en las agroindustrias lácteas se debe a que el Norte del Estado de Veracruz se destaca principalmente por la actividad ganadera de doble propósito (carne y leche), siendo los residuos derivados de la leche los que representan daños ambientales al no tratar los desechos de los productos procesados. Por este motivo la estimación de la generación de lactosuero permitirá tener un diagnóstico cuantitativo para iniciar con diseños de tecnologías de tratamiento para esos volúmenes. El estudio busca comprobar la hipótesis de que en cada industria se generan por lo menos 1 000 litros de lactosuero diario.



Fundamentación: Inferencia Bayesiana

Si \bar{x} es la media de la muestra aleatoria de tamaño n de una población normal con varianza σ^2 conocida, y la distribución a priori de la media poblacional es una distribución normal con media μ_0 y varianza σ_0^2 , entonces la distribución a posteriori de la media poblacional también es una distribución normal con media μ^* y desviación estándar σ^* , donde (1) y (2) (Walpole, *et al.* 1999):



$$\mu^* = \frac{n\bar{x}\sigma_0^2 + \mu_0\sigma^2}{n\sigma_0^2 + \sigma^2} \quad (1)$$

$$\sigma^* = \sqrt{\frac{\sigma_0^2\sigma^2}{n\sigma_0^2 + \sigma^2}} \quad (2)$$

El intervalo bayesiano del $(1 - \alpha)100\%$ para μ es (3):

$$\mu^* - z_{\frac{\alpha}{2}}\sigma^* < \mu < \mu^* + z_{\frac{\alpha}{2}}\sigma^* \quad (3)$$



Características	Teoría Clásica	Teoría Bayesiana
Parámetros de Interés	Constantes desconocidas (parámetro fijo)	VARIABLES aleatorias (parámetro variable)
Probabilidad	Como frecuencia límite	Como incertidumbre
Distribución a priori	No existe	Existe y es explícita
Modelo Muestral	Se asume	Se asume
Distribución posteriori	No existe	Existe y se deriva
Intervalos	Intervalos de confianza	Intervalos de credibilidad
Razonamiento	Inductivo	Deductivo

Tabla 1 Diferencias entre la teoría Clásica y la teoría Bayesiana. *Fuente: Elaboración por los autores, adaptado Correa (2005) y palacios y Diko (2011)*



Metodología

Se hizo un muestreo por conglomerados con base en información del DENU (2016) que pertenece al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y del SIAP (2014).

Conglomerado 1 Conglomerado 2 Conglomerado 3

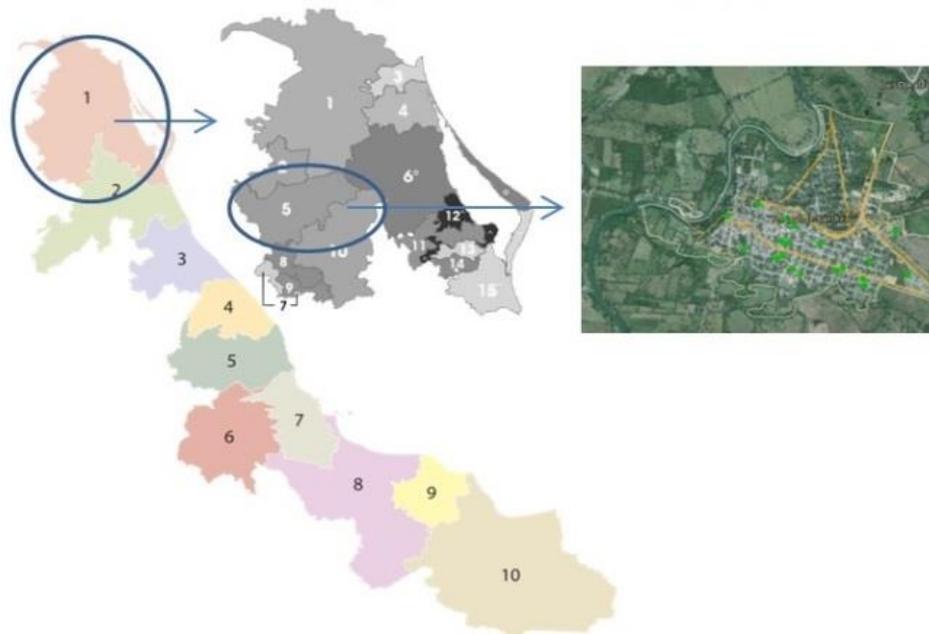


Figura 1 Muestreo por conglomerados. Fuente: Elaboración por los autores.



Se determinó el volumen de leche procesada por turno, la cantidad de lactosuero generado por leche procesada; lactosuero procesado para derivados; lactosuero comercializado y lactosuero desechado al sistema hidrosanitario (figura 1).

Destino del suero de queso en Agroindustrias de Tempoal, Ver.

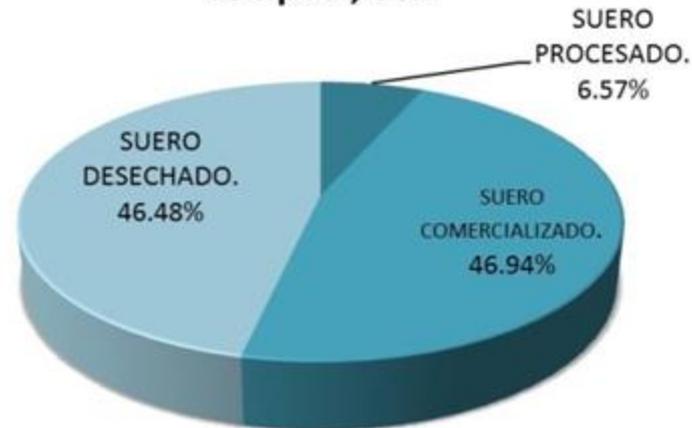


Grafico 1 Destino del suero de queso en agroindustrias de Tempoal, Veracruz, México. *Fuente: Elaboración por los autores.*



Se La media de medias de suero generado por cada agroindustria se utilizó como estadístico \bar{x} ; la varianza σ^2 fue obtenida primero por cada muestreo y después para todos los datos, y los valores a priori μ_0 y σ_0^2 fueron obtenidas de la expertise de los dueños del proceso. Los valores para la ecuación 1 y 2 se muestran en la tabla 3.

Origen de los datos	Estadísticos	Valor
Del muestreo	$\bar{x} =$	950.62
Del muestreo	$\sigma^2 =$	450.31
A priori	$\sigma_0^2 =$	208
A priori	$\mu_0 =$	986

Tabla 3 Valores obtenidos del muestreo y valores a priori para calcular el parámetro a posteriori. *Fuente: Elaboración por los autores.*

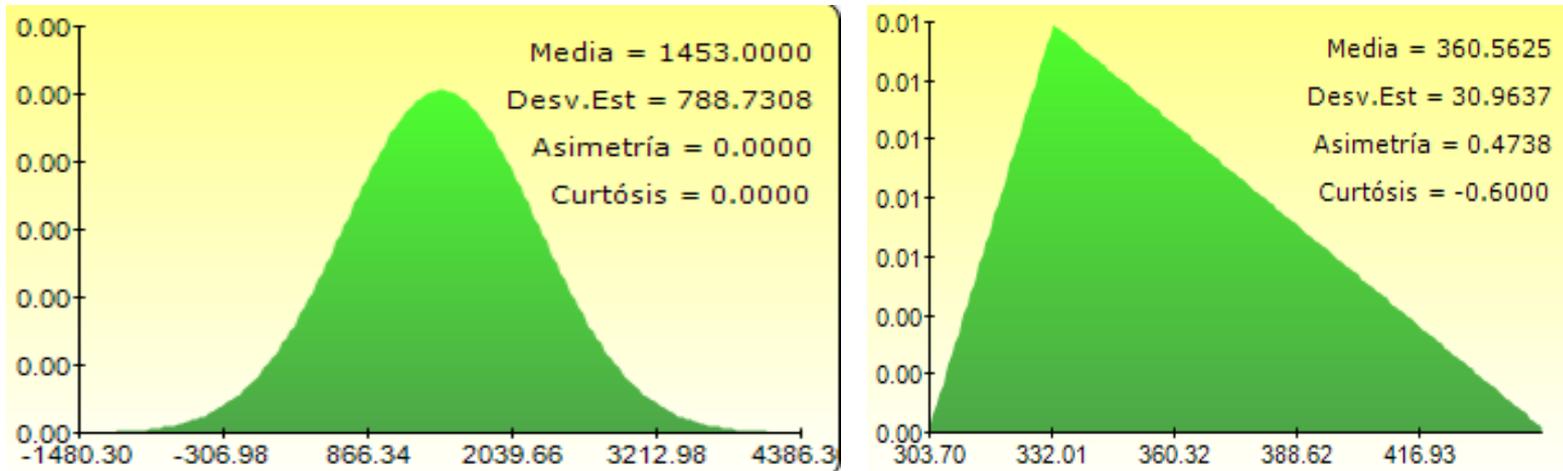


Gráfico 2 Distribuciones de probabilidad para las variables leche procesada y suero generado. *Fuente: Elaboración por los autores.*

La prueba de normalidad de Anderson-Darling (AD) arrojó que el conjunto de datos muestreados tanto de leche procesada como de suero obtenido siguen una distribución normal al 95% de confianza; en la tabla 2 se observan los valores P, los cuales son mayores al valor de significancia del 5% ($P > 0.05$).



Para contrastar los resultados, se realizó una comparación del método bayesiano de estimación con la técnica de Simulación Monte Carlo aplicado a una Regresión Múltiple (RM), cuyas variables independientes X_1 , X_2 se definen en la tabla 4:

Variable	Tipo de distribución	Parámetros
X_1 : Leche procesada. (lt)	Normal	\bar{x} : 1453; σ : 788.73
X_2 : Masa obtenida (kg)	Triangular	Min: 303.05, Moda: 332.10, Max: 446.51
y: Suero obtenido (lt)	-	-

Tabla 4 Parámetros de X_1 y X_2 usados en la RM. *Fuente: Elaboración por los autores.*



Las variables definidas son de tipo continua, el tipo de distribución y sus parámetros se observan en la tabla 4. Los parámetros fueron datos de entrada para la simulación, cuya variable y quedó definida como una ecuación de predicción de la RM (ecuación 4):

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon \quad (4)$$

Donde:

β_j : parámetros del modelo (coeficientes de regresión).

ε : Error aleatorio.

X_j : Variables independientes.



Resultados

La ecuación de la RM con la simulación Monte Carlo arrojó que la generación de lactosuero fue de 955.00 lt diariamente, con una media de 984.45 lt, un coeficiente de variación de 6.15% y una precisión del error al 95% de confianza de 0.1205%.

Por su parte la ecuación para estimar μ^* poblacional como una probabilidad a posteriori por el método bayesiano arrojó 958.15. Ambos valores se encuentran en el intervalo bayesiano calculado de 945.11 -971.20 lt. El Gráfico 4 muestra el histograma de la simulación a 10000 iteraciones empleando la RM.



Las estadísticas para simulación a 10 000 iteraciones de la estimación de μ^* , y el gráfico 4 de la simulación empleando RM se presenta en la tabla 5.

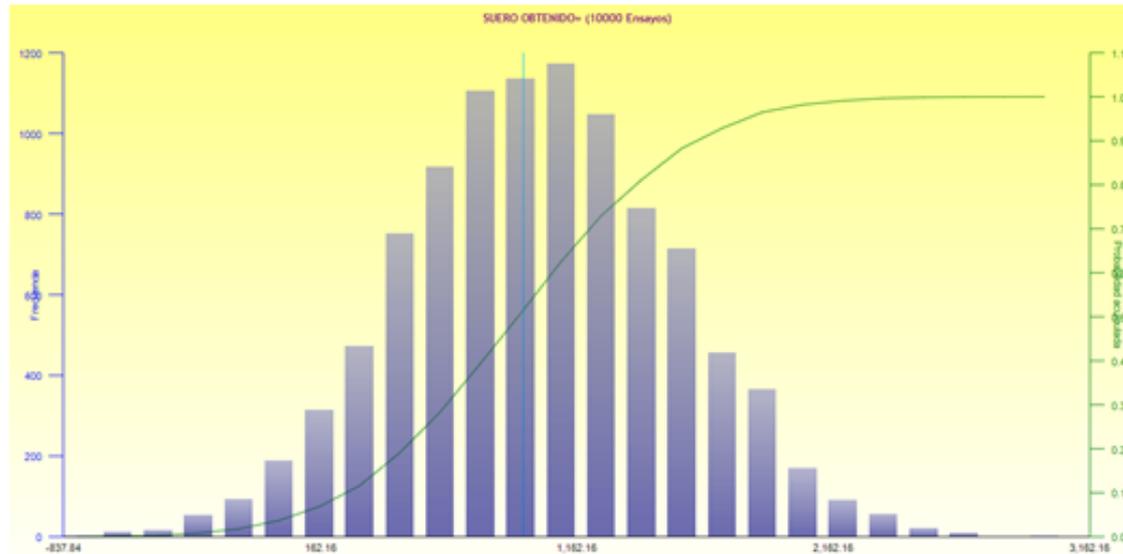


Gráfico 4 Histograma de 10 000 iteraciones para la simulación “Suero obtenido” de la R.M. *Fuente: Elaboración por los autores.*



Estadísticas de la simulación	Simulación RM	Simulación Método bayesiano
Media	938.2476	984.4572
Mediana	936.3914	986.1366
Desviación estándar	527.2971	60.5094
Variación	278,042.26	3661.38
Coefficiente de variación	0.5620	0.0615
Máximo	2984.13	1230.7739
Mínimo	-939.86	712.0999
Rango	3,924.00	518.6740
Asimetría	0.0330	-0.1317
Curtosis	-0.0690	0.0378
Precisión de error al 95% de confianza	1.1015%	0.1205%

Tabla 5 Resultados de la simulación. *Fuente: Elaboración por los autores.*



Conclusiones

La estimación por el método bayesiano, permitió cuantificar el volumen de lactosuero que las agroindustrias de Tempoal generan y vierten a los sistemas hidrosanitarios, estos resultados serán útiles para diseñar tecnologías de tratamiento con esa capacidad diaria.



Referencia

Correa, J. C. (2005). *Estadística Bayesiana*. Medellín: Universidad Nacional - Sede Medellín.

Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas.
<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/denue/>

Flora , Q. (2005). *Bayesian Forecasting of Stock Prices. Via the Ohlson model* (Tesis de maestría, Worcester Polytechnic Institute).

Geweke, J., & Whiteman, C. (2006). Bayesian forecasting. *The Handbook of Economic Forecasting*, 1-78. DOI: 10.1016/S1574-0706(05)01001-3

Tabares, C., y Velásquez, C. (2013). *Optimización del abastecimiento energético de Colombia, usando una técnica de pronóstico eficiente para la demanda*. (Tesis de maestría, Universidad Pontificia Bolivariana).



Lee, J., Boatwright, P., & Kamakura, W. A. (2003). A Bayesian Model for Prelaunch Sales Forecasting of Recorded Music. *Management science*. Vol. 49, N°2 , 179-196.)

Neelamegham, R., y Chintagunta, P. (1999). A Bayesian Model to Forecast New Product Performance in Domestic and International Markets. *Marketing science*. Vol. 18, N°2 , 115-136.

Raftery, A. E. (1999). *Bayesian Model Selection in Social Research*. Sociological Methodology. Vol 25. 111-163. Recuperado de <https://www.stat.washington.edu/raftery/Research/PDF/socmeth1995.pdf>

Serrano, J. (2003). *Iniciación a la Estadística Bayesiana*. España: La Muralla

Sistema de Información Agropecuario y Pesquero

<http://www.siap.gob.mx/ganaderia-resumen-estatal-pecuario/>

Urban, G. L., Hauser, J. R., y Roberts, J. H. (1990). Prelaunch Forecasting of New Automobiles. *Management Science*, Vol. 36, No. 4, 401-421.

**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2016
2016





ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMIMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)