

ISSN 2410-3438

Volumen 3, Número 6 — Enero — Marzo — 2016

Revista de Análisis Cuantitativo  
**y Estadístico**

**ECORFAN<sup>®</sup>**

## Indización



**ECORFAN-Bolivia**

- Latindex
- Google Scholar
- Research Gate
- REBID
- Mendeley
- Hispana
- Universia

## **ECORFAN-Bolivia**

### **Directorio**

#### **Principal**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

#### **Director Regional**

IGLESIAS-SUAREZ, Fernando. BsC

#### **Director de la Revista**

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

#### **Relaciones Institucionales**

TREJO-RAMOS, Iván. BsC

#### **Edición de Logística**

CLAUDIO-MÉNDEZ, Paul. BsC

#### **Diseñador de Edición**

LEYVA-CASTRO, Iván. BsC

Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico, Volumen 3, Número 6, de Enero a Marzo - 2016, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Bolivia. Loa 1179, Cd. Sucre. Chuquisaca, Bolivia. WEB: [www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org), [revista@ecorfan.org](mailto:revista@ecorfan.org). Editora en Jefe: RAMOS-ESCAMILLA, María, Co-Editor: IGLESIAS-SUAREZ, Fernando. ISSN: 2410-3438. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN, Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 31 de Marzo 2016.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Instituto Nacional del Derecho de Autor.

## **Consejo Editorial**

SALGADO-BELTRÁN, Lizbeth. PhD  
*Universidad de Barcelona, Spain*

QUINTANILLA-CÓNDOR, Cerapio. PhD  
*Universidad Nacional de Huancavelica, Peru*

GARCÍA-ESPINOSA, Cecilia. PhD  
*Universidad Península de Santa Elena, Ecuador*

PEREIRA-LÓPEZ, Xesus. PhD  
*Universidad de Santiago de Compostela, Spain*

VASQUEZ-GALÁN, Belem. PhD  
*El Colegio de la Frontera Norte, México*

BANERJEE, Bidisha. MsC  
*Amity University, India*

JESUS-NOVELO, Federico. PhD  
*Universidad Autónoma Metropolitana, México*

SUYO-CRUZ, Gabriel. PhD  
*Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú*

## **Consejo Arbitral**

**BTO. PhD**

*Universidad Autónoma del Estado de México, México*

**APB. PhD**

*University of the Punjab, Pakistan*

**VSG. PhD**

*Posgrado de la Facultad de Economía, México*

**BGS. PhD**

*Universidad Complutense de Madrid, Spain.*

**MGM. PhD**

*Universidad Complutense de Madrid, Spain.*

**GCC. PhD**

*Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco, México*

**MI. PhD**

*Instituto de Investigaciones Económicas – UNAM, México*

**SCJ. PhD**

*Universidad Juárez del Estado de Durango, México*

## Presentación

ECORFAN, es una revista de investigación que publica artículos en las áreas de: Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico.

En Pro de la Investigación, Docencia, y Formación de los recursos humanos comprometidos con la Ciencia. El contenido de los artículos y opiniones que aparecen en cada número son de los autores y no necesariamente la opinión de la Editora en Jefe.

En el primer número es presentado el artículo *Análisis de la Confiabilidad Energética en Estudios de Suficiencia en el Mercado Restructurado Parte I* por JURADO-PÉREZ, Fernando, SÁNCHEZ-ALMANZA, Edgar A., LOZANO-LUNA, Alfonso y RAZO-HERNÁNDEZ, José Roberto con adscripción en el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, como segundo artículo está *Diferencias en el estilo de liderazgo de tres generaciones de empleados de la industria maquiladora en México* por HERNÁNDEZ-PALOMINO, Jorge Arturo, ESPINOZA-MEDINA, José y AGUILAR-ARELLANO, Manuel con adscripción en Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, como tercer capítulo está *Diseño de un modelo matemático para determinar los valores ideales de variables en el crecimiento óptimo de una planta de jitomate en invernadero* por MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, Sergio, LAGUNA-AGUILAR, Fabiola María del Carmen, SERRANO-CABALLERO, Amando Gabriel y GUERRERO-REYES, Rosalba con adscripción en la Universidad Tecnológica Tula-Tepeji, el cuarto artículo está *Diseño y construcción de un prototipo de Calculadora Fiscal* presentado por SÁNCHEZ-TIZAPANTZI, Pedro, AGUILAR-PÉREZ, Esmeralda y RODRÍGUEZ-GARCÍA, Fernando con adscripción en el Instituto Tecnológico de San Martín Texmelucan, en el quinto artículo está *Minería de Datos UTSOE* presentado por AGUIRRE-PUENTE, José, HUERTA-MASCOTTE, Eduardo, RODRIGUEZ-VARGAS, María y RAYA-PÉREZ, Jesús, en el penúltimo artículo está *Sistema de control de alimentación para cultivo lote alimentado exponencial* presentado por HERNÁNDEZ-DÍAZ, Aldo & VARGAS-GARCÍA y como último capítulo está *Herramientas para evaluación automática en algoritmos y bases de datos* por GUTIÉRREZ-TORRES, Luis, MARTÍNEZ-LÓPEZ, Fernando y VEGA-CHÁVEZ, Efrén.

## Contenido

Artículo	Pág.
<b>Análisis de la Confiabilidad Energética en Estudios de Suficiencia en el Mercado Restructurado Parte I</b> JURADO-PÉREZ, Fernando, SÁNCHEZ-ALMANZA, Edgar A., LOZANO-LUNA, Alfonso y RAZO-HERNÁNDEZ, José Roberto	1-13
<b>Diferencias en el estilo de liderazgo de tres generaciones de empleados de la industria maquiladora en México</b> HERNÁNDEZ-PALOMINO, Jorge Arturo, ESPINOZA-MEDINA, José y AGUILAR-ARELLANO, Manuel	14-35
<b>Diseño de un modelo matemático para determinar los valores ideales de variables en el crecimiento óptimo de una planta de jitomate en invernadero</b> MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, Sergio, LAGUNA-AGUILAR, Fabiola María del Carmen, SERRANO-CABALLERO, Amando Gabriel y GUERRERO-REYES, Rosalba	36-42
<b>Diseño y construcción de un prototipo de Calculadora Fiscal</b> SÁNCHEZ-TIZAPANTZI, Pedro, AGUILAR-PÉREZ, Esmeralda y RODRÍGUEZ-GARCÍA, Fernando	43-49
<b>Minería de Datos UTSOE</b> AGUIRRE-PUENTE, José, HUERTA-MASCOTTE, Eduardo, RODRIGUEZ-VARGAS, María y RAYA-PÉREZ, Jesús	50-56
<b>Sistema de control de alimentación para cultivo lote alimentado exponencial</b> HERNÁNDEZ-DÍAZ, Aldo & VARGAS-GARCÍA	57-65
<b>Herramientas para evaluación automática en algoritmos y bases de datos</b> GUTIÉRREZ-TORRES, Luis, MARTÍNEZ-LÓPEZ, Fernando y VEGA-CHÁVEZ, Efrén	66-70
<i>Instrucciones para Autores</i>	
<i>Formato de Originalidad</i>	
<i>Formato de Autorización</i>	

## Análisis de la confiabilidad energética en estudios de suficiencia en el mercado reestructurado parte I

JURADO-PÉREZ, Fernando\*†, SÁNCHEZ-ALMANZA, Edgar A., LOZANO-LUNA, Alfonso y RAZO-HERNÁNDEZ, José Roberto

*Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. Carretera Irapuato - Silao Km. 12.5, C.P. 36821 Irapuato, Gto.*

Recibido 18 Enero, 2016; Aceptado 03 Marzo, 2016

### Resumen

En la presente investigación se plantea la evaluación y el valor de la confiabilidad en sistemas eléctricos de potencia y se describen algunos conceptos básicos de confiabilidad y probabilidad aplicables para el cálculo de índices de confiabilidad. Mediante la descripción de los principales índices para la medición de la confiabilidad que son expuestos de un sistema en el caso de estudio del sistema "Roy Billinton Test System (RBTS)" en el cual se muestra la aplicación del programa computacional realizado con lenguaje Matlab usando el paquete Matpower para realizar el análisis de suficiencia de generación aplicado al sistema de prueba mencionado, para obtener los índices de confiabilidad LOLP y EENS, evaluando los posibles estados de contingencia n-1, Así como los resultados de la generación, los precios nodales y costos de operación del sistema.

**LOLP (Loss of Load Probability), y EENS (Expected Energy Not Supplied)**

### Abstract

In this research the evaluation and the value of reliability in electrical power systems is proposed and some basic concepts of reliability and probability applicable for calculating reliability indices are described. By describing the main index for measuring reliability that are used exposed a system case study "Roy Billinton Test System (RBTS)" system in which the application of the computer program shown made with Matlab language using the Matpower package for the analysis of adequacy of generation applied to the test system mentioned, for the reliability indices LOLP and EENS, thus evaluating the possible states of contingency n-1, and the results of the generation, nodal prices and operating costs of the system.

**LOLP (Loss of Load Probability), y EENS (Expected Energy Not Supplied)**

**Citación:** JURADO-PÉREZ, Fernando, SÁNCHEZ-ALMANZA, Edgar A., LOZANO-LUNA, Alfonso y RAZO-HERNÁNDEZ, José Roberto. Análisis de la confiabilidad energética en estudios de suficiencia en el mercado reestructurado parte I. Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico. 2016. 3-6: 1-13

\*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: fejurado@itesi.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.



## Introducción

Las sociedades modernas demandan que la energía eléctrica sea lo más económicamente posible con un razonable grado de continuidad y calidad (un mínimo y máximo de horas de interrupción anual por contratos establecidos).

Un sistema eléctrico de potencia es usualmente dividido en subsistemas de generación, transmisión y distribución.

En un sistema eléctrico verticalmente integrado, la empresa a menudo es dueña de todos los subsistemas. En este caso, la planeación de un sistema eléctrico puede relacionarse fácilmente con los accesos para obtener la mayoría de los requerimientos de información para conocer el crecimiento futuro de las demandas nodales y satisfacer los niveles requeridos de confiabilidad.

El balance entre confiabilidad y las restricciones económicas son usualmente juzgadas por los responsables de planificar el sistema de acuerdo a experiencias pasadas y pronósticos de demandas [1].

En un esquema de competencia, los subsistemas de: generación, transmisión o distribución pueden llegar a ser totalmente de diferentes propietarios.

Esta situación hace más complicada la planificación del sistema a los técnicos de hacer el balance entre la confiabilidad del sistema y las restricciones económicas.

Los técnicos de planificar el sistema tienen que hacer la planificación, operación y expansión de los sistemas basados no solo en experiencias pasadas y el interés de las empresas que integran el sistema, sino también en las consideraciones de adquisición de los consumidores.

Los principales factores que toman en cuenta las compañías generadoras son planes consistentes para operación y decisiones de inversión que pueden ser evaluados por las siguientes decisiones: demanda y variabilidad, los precios que otros generadores ofertan, la disponibilidad en las líneas de transmisión y las tarifas asociadas. Una compañía distribuidora de electricidad y sus consumidores también requerirían de información para poder seleccionar la mejor compañía generadora; en este caso, tales factores como la confiabilidad de las compañías generadoras, las ofertas de precios, la confiabilidad en los sistemas de transmisión y distribución, y el balance de confiabilidad entre varios subsistemas es incluido [2].

Los consumidores potenciales tienen un gran rango de elecciones para adquirir suministradores de energía basados en los precios y confiabilidades correspondientes. La Tabla 1 muestra los principales índices de confiabilidad que se utilizan en los sistemas de potencia.

Índices
LOLP (Loss Of Load Probability), Probabilidad de pérdida de carga
LOLE (Loss Of Load Expectation), Pérdida de carga esperada
ENS (Energy Not Supplied), Energía no suministrada
NCOST (Nodal Interruption Cost), Costo de interrupción nodal

**Tabla 1** Principales índices de confiabilidad en sistemas eléctricos de potencia

## Evaluación de la confiabilidad en un sistema centralizado o verticalmente integrado

La evaluación de la confiabilidad en los sistemas eléctricos de potencia puede ser usada para proporcionar una medición de la capacidad en conjunto de los sistemas eléctricos para realizar las funciones proyectadas.

El concepto de confiabilidad puede ser subdividido en dos principales aspectos: la suficiencia del sistema (es la habilidad del sistema eléctrico para suministrar potencia con un voltaje y frecuencia dentro de sus límites normales de operación).

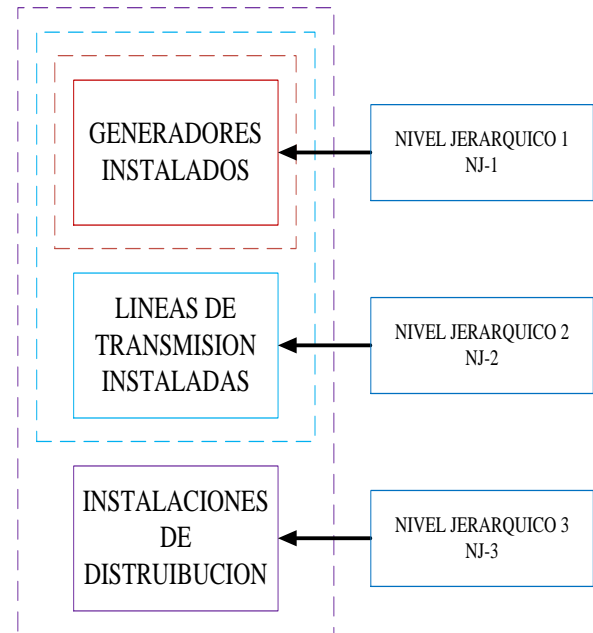
El sistema será confiable si tiene suficiente capacidad instalada y es operada dentro de los límites de seguridad) y la seguridad del sistema (es la habilidad del sistema eléctrico para resistir disturbios repentinos tales como cortos circuitos o pérdida repentina de elementos en el sistema).

La seguridad del sistema se relaciona a la habilidad de responder a disturbios derivados dentro de operación del sistema. La suficiencia se relaciona con la existencia de recursos que hay en el sistema para satisfacer las demandas de los consumidores con las restricciones de operación.

Esto incluye los medios necesarios para generar suficiente energía y la asociación de las redes de transmisión y distribución para el transporte de la energía a los usuarios finales [1-3].

Los tres subsistemas del sistema eléctrico de potencia: generación, transmisión y distribución pueden ser asignados como zonas funcionales.

La evaluación de la confiabilidad puede ser conducida en cada una de estas zonas o en combinación de los niveles jerárquicos como se muestra en la Figura 1.



**Figura 1** Niveles jerárquicos para un sistema verticalmente integrado

La evaluación de la confiabilidad como nivel jerárquico I (NJ-1) es asignada solo a la parte de generación y se hace de acuerdo a la disponibilidad e indisponibilidad que haya por parte de los generadores en el sistema. En un estudio del NJ-1 la generación total del sistema es examinada para determinar el nivel adecuado de satisfacción de la demanda requerida por la carga total del sistema, considerando las fallas aleatorias y los mantenimientos preventivos y correctivos de las unidades generadoras. Este estudio es usualmente conocido como: “evaluación de la confiabilidad tomando en cuenta la capacidad de generación” y es realizada por el planificador del sistema, quien evalúa los generadores necesarios para generar la energía suficiente para satisfacer la demanda. La evaluación del nivel jerárquico 2 (NJ-2) incluye ambos subsistemas, generación y transmisión.

Los estudios hechos por el operador del sistema en NJ-2 pueden ser usados para evaluar la suficiencia del sistema incluyendo el impacto de varias alternativas para ambos casos en los niveles de generación y transmisión, el volumen de carga y los índices del sistema se usan para un análisis adecuado en este nivel. En este nivel es usado el término “sistema compuesto (generación-transmisión) o evaluación del volumen de transmisión”, y se busca evaluar si los sistemas de transmisión son capaces de soportar las cantidades de energía por cada punto de generación o si se necesita incrementar la capacidad del sistema para que en conjunto se pueda llegar a los puntos de demanda dentro del sistema. Las fases de planeación para el NJ1 y NJ2 pueden ser planeadas en tres distintos periodos de operación:

- Corto Plazo (3-7 años): Entran en construcción y posteriormente en operación las instalaciones proyectadas [3].
- Mediano Plazo (5-12 años): Durante este periodo las instalaciones programadas para este periodo se encuentran en proceso de decisión, existiendo la posibilidad de ajustes mayores al programa.
- Largo Plazo (10-25 años): Este es un periodo de incertidumbre en la evaluación de la demanda, tecnologías disponibles, precios y disponibilidad de energéticos primarios, entre otros aspectos.

La evaluación del nivel jerárquico 3 (NJ-3) incluye los dos niveles anteriores y los inicios de los puntos de generación y la terminación de los puntos nodales individuales en el sistema de distribución. Un sistema de potencia en la práctica es muy complejo y por lo tanto muy difícil de evaluar como una sola entidad usando técnicas totalmente realistas y exhaustivas. Los análisis son usualmente solo en la zona funcional de distribución y en NJ-2 los índices nodales son usados como valores de entrada para esta zona.

La evaluación de los sistemas de distribución puede ser usada para obtener un adecuado índice a los puntos nodales de demanda. Estos índices reflejan la topología de la red, los componentes usados, la filosofía de operación y otras funciones particulares del sistema. La planeación del NJ-3 esta hecha en un periodo de corto plazo, pues se van ajustando las instalaciones a nivel distribución de acuerdo al nivel de demanda.

Las interrupciones causadas a los consumidores por las fallas de los sistemas generación y transmisión son normalmente solo el 20 % del total de las interrupciones nodales; el 80 % de las interrupciones restantes a los consumidores ocurre en los sistemas de distribución. [7] La evaluación de la confiabilidad de los sistemas eléctricos, sin considerar los sistemas de distribución es reconocida solo como una pequeña parte del total de los costos. [8]

### **Evaluando la confiabilidad en un Sistema descentralizado**

Hace algún tiempo atrás, numerosos sistemas eléctricos se estructuraban en torno a empresas verticalmente integradas y eran propiedad del estado. Actualmente, en numerosos países se ha dado paso a la descentralización de funciones y al establecimiento del libre mercado en los sistemas eléctricos de potencia, lo cual ha desencadenado profundos cambios, junto al nacimiento de nuevas estructuras y organizaciones, las cuales han delimitado un nuevo entorno bajo el cual se deben desarrollar y operar los sistemas eléctricos.

De esta forma, cada mercado tiene su propia forma de evaluar su confiabilidad. A continuación, se presenta un análisis de la forma de evaluar la confiabilidad en el mercado colombiano. [2-6]

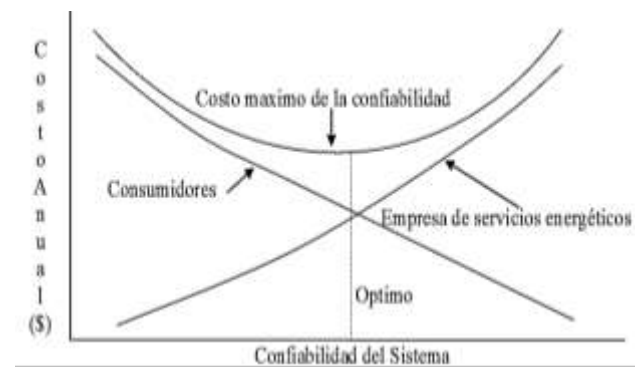
Este esquema de pago por confiabilidad es diferente al esquema del Pago por Capacidad que no garantizaba la disponibilidad de generación para cubrir la demanda en caso de contingencias extremas. Se tiene un mecanismo de subasta para el mecanismo de subasta del cargo por confiabilidad: Se establece una demanda objetivo total a cubrir con Energía base. Se determina el faltante de energía base a cubrir en un periodo de tiempo determinado. Las compañías generadoras ofertan Energía base según el precio del pago por confiabilidad, si hay exceso de oferta se reduce el precio tantas veces sea necesario hasta encontrar un equilibrio de las ofertas con los requerimientos y ese será el precio de cierre. Las nuevas compañías generadoras adquieren Obligaciones entre 10 y 20 años. [4]

### Valor/costo de la confiabilidad

La evaluación de la suficiencia en los tres niveles jerárquicos, sin tener en cuenta los aspectos económicos es sólo parte de una evaluación global. Con el fin de hacer una evaluación económica y de la confiabilidad, es necesario combinar los criterios de confiabilidad con ciertas consideraciones de costo. La evaluación de valor/costo de la confiabilidad proporciona la oportunidad de incorporar el análisis de costos y la evaluación cuantitativa de la confiabilidad en un marco estructurado común.

Los costos de confiabilidad se refieren a las necesidades de invertir para lograr un cierto nivel de suficiencia. El valor de la confiabilidad es el beneficio derivado de las compañías eléctricas, los consumidores y la sociedad. El concepto de valor/costo puede ser ilustrado usando el Gráfico 1, la cual muestra que los costos del sistema generalmente incrementarán con los costos de inversión superior en equipos e instalaciones que ofrezcan un mayor nivel de confiabilidad.

Por otro lado, los costos de interrupción son causados, debido a que no se tiene un sistema altamente confiable y con el paso del tiempo la confiabilidad ira en decremento, causando un mayor numero de interrupciones. El costo total para la sociedad es la suma de estos dos costos. Hay un punto mínimo en la curva de costo total la cual indica el óptimo nivel fijado de confiabilidad. El Análisis de valor/costo de la confiabilidad se realiza para encontrar este punto óptimo.



**Gráfico 1** Costo como una función del sistema de confiabilidad

Es difícil de medir directamente el valor de la confiabilidad. Una medida indirecta del valor de la confiabilidad se puede obtener mediante la evaluación de los costos asociados con la interrupción del servicio a los consumidores. Numerosos estudios se han realizado sobre las interrupciones y los costos de interrupción. [2]

Una serie de encuestas sobre el impacto económico de las interrupciones para los diferentes tipos de usuarios ha sido llevada a cabo en diferentes regiones de Canadá. Grandes usuarios, pequeños industriales, agricultores, comercializadores, residenciales, institucionales y oficinas han sido encuestados por las pérdidas incurridas debido a la duración de las interrupciones que se presentaron durante el periodo de trabajo.

Las encuestas muestran que el costo de interrupción de un consumidor individual en un nodo depende del tipo de cliente, la carga cortada, la duración de la interrupción y el tiempo de interrupción.

Los costos de interrupción correspondientes a las diferentes duraciones para cada consumidor es determinado por la función de daño a los consumidores (Customer Damage Functions, CDF por sus siglas en inglés) que muestra la variación del costo de interrupción con una cierta duración de interrupción.

La evaluación de valor/costo de la confiabilidad puede ser evaluada en tres niveles jerárquicos. [2]

En los estudios de NJ-1, para las inversiones en la expansión y los costos de operación para diferentes capacidades de generación, corresponden a los distintos niveles de confiabilidad y a los costos de interrupción en el sistema, para ser evaluados y comparados en este nivel jerárquico.

El nivel de confiabilidad óptimo que corresponde al costo total mínimo de operación del sistema es determinado en este nivel jerárquico. El plan de expansión óptimo para generación puede ser determinado basado en mantener los niveles óptimos de confiabilidad.

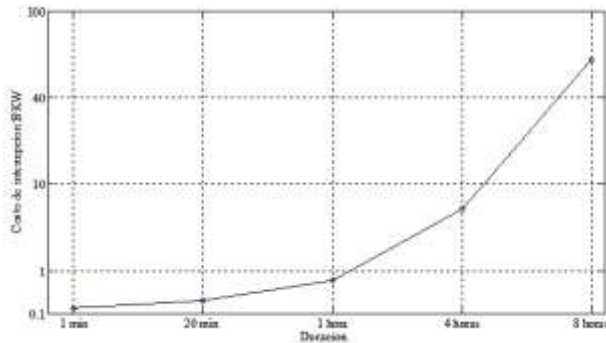
Los estudios de NJ-2 no solo evalúan el valor/costo de la confiabilidad para diferentes planes de expansión de la generación; además, evalúan el valor/costo de la confiabilidad de las diferentes expansiones de las líneas de transmisión.

En los estudios de NJ-1 y NJ-2, la demanda es una mezcla de los diferentes tipos de consumidores y, por consiguiente, se puede expresar como una función compuesta de daño a los usuarios (Composite Customer Damage Functions, CCDF, por sus siglas en inglés), el cual estima los costos asociados con las interrupciones de energía como una función de la duración de las interrupciones nodales para las mezclas de consumidores en el servicio de un área en particular o para el total del sistema, es como se utiliza en el estudio de impacto en los niveles jerárquicos mencionados. A continuación, se presenta un ejemplo de CCDF, que es un esquema compuesto por los diferentes tipos de usuarios (industriales, comerciales, residenciales entre otros) que conforman el sistema. La Tabla 2 muestra el componente de función de daño a los usuarios. Esta Tabla es tomada de [2] y representa la función compuesta de los daños a los usuarios y el tiempo que dura la falla.

Duración de interrupción	Costo de interrupción (1987 \$/KW)
1 minuto	0.37
20 minutos	0.56
1 hora	1.85
4 horas	2.14
8 horas	12.41

**Tabla 2** Función compuesta de daño a los usuarios (CCDF)

El gráfico 2 muestra el CCDF, el cual indica cuánto le cuesta a los usuarios, por kW evaluado en un periodo de tiempo, los cortes de carga en el sistema.



**Gráfico 2** Función compuesta de daño a los usuarios

El valor/costo en la confiabilidad de los sistemas eléctricos de potencia puede ser usado para el estudio del valor de la confiabilidad de los diferentes refuerzos en los subsistemas. La evaluación del valor/costo de la confiabilidad en las instalaciones de los sistemas eléctricos tiene una relación directa con el servicio a los consumidores actuales. Los siguientes factores son importantes en el análisis:

- 1) La predicción de índices nodales en el sistema directamente relacionado con la experiencia de los usuarios actuales en esa área. La predicción de la frecuencia de fallas y la duración física de la falla describe las interrupciones que serán vistas por un consumidor en un punto nodal dado.
- 2) Los tipos de usuarios no son agregados a las demandas nodales de distribución como en las demandas nodales del sistema o como en el sistema de potencia entero. La composición de los consumidores que son interrumpidos durante una falla en el sistema de distribución es por lo tanto bien definida. El objetivo de las estimaciones de la carga y el tipo de consumidores es factible en cada punto nodal.
- 3) Los datos específicos del usuario pueden ser fácilmente aplicados y la CCDF no se requiere por lo general. Los datos globales con frecuencia son inadecuados por la gran diversidad de tipo de usuarios en un nodo o en el total del sistema.

- 4) Los costos de interrupción para los usuarios individuales importantes y sensibles puede ser estimado y, por lo tanto, el sistema local o individual puede examinar hacer mejoras en las instalaciones de los usuarios.

Mientras la evaluación de la confiabilidad en sistemas eléctricos de potencia se ha vuelto una práctica bien establecida en las últimas décadas, la evaluación del costo/valor de la confiabilidad todavía es inmadura, especialmente en las áreas de distribución. [2]

### Impacto de la confiabilidad en los sistemas eléctricos de potencia

El concepto de confiabilidad puede ser definido en términos de los componentes o del sistema, para ejecutar satisfactoriamente sus funciones, sobre algún periodo de tiempo, sujeto a las condiciones de operación actual. [2] El propósito de un sistema eléctrico de potencia es suministrar energía a los consumidores que la requieran, en el tiempo y lugar que ellos elijan, mientras se mantenga una calidad del servicio aceptable (ejemplo: niveles de voltaje y frecuencia específicos). De esta manera, un sistema eléctrico ideal el cual suministre incansablemente energía a los consumidores, siempre que sea requerido es, por definición, perfectamente confiable. Recíprocamente, un sistema que no es capaz de entregar electricidad a los usuarios puede ser definido totalmente como insuficiente. En el mundo real los sistemas eléctricos, no hay datos precisos acerca de estos dos extremos, y además, de cómo los niveles de confiabilidad son presentados. Existe un cambio inherente entre el crecimiento de los costos de generación y la reducción en la inconveniencia de los costos asignados a los consumidores, ambos relacionados con los costos que producen los cortes de carga, los cuales incrementan el precio a los consumidores al elegir un pago por más confiabilidad en el suministro eléctrico.

Por esto, es importante desarrollar criterios y métodos para asignar y jerarquizar los diferentes servicios de acuerdo a su nivel de confiabilidad, y así, los consumidores pueden elegir entre el servicio más acorde a sus necesidades [1-3].

Como en los casos de algún otro producto o servicio, los cortes del servicio en los sistemas eléctricos ocurren cuando hay ausencia en los suministros para cubrir la demanda solicitada por los usuarios, debido a la insuficiencia de generación por la presencia de contingencias forzadas o repentinas o ante una planeación en el balance de generación-demanda deficiente para prevenir contingencias por mantenimientos correctivos o preventivos.

La naturaleza estocástica del incremento en la demanda se hace de acuerdo a modelos de pronósticos de la demanda en un horizonte de tiempo (horas, días, meses, años), por ejemplo, el súbito aumento en la demanda por los sistemas de refrigeración o calefacción.

Igualmente, el suministro aleatorio está caracterizado por fallas inesperadas o contingencias de varios componentes del sistema eléctrico como, por ejemplo, fallas en las líneas de transmisión o la indisponibilidad de algunas plantas de generación para suministrar la demanda total en el sistema, por mencionar algunos de los más importantes, los cuales influyen en un inesperado cambio en la confiabilidad del sistema.

Desde el punto de vista de los consumidores, la escasez de energía en el servicio eléctrico se manifiesta en ellos de varias maneras: cortes de carga en el sistema, alteraciones en la frecuencia, efectos de inestabilidad como fluctuaciones en los voltajes o armónicas en la red.

Mientras que es probable que todos estos fenómenos incomoden y se vean reflejados en el precio para los usuarios; las interrupciones en el suministro son los efectos que más afectan al consumidor y probablemente los más fáciles de definir, por ejemplo, que una falla en la red de suministro corte los procesos de producción en una planta acerera, o fluctuaciones en el voltaje y con esto tener efectos visuales en las lámparas causados por el oscurecimiento del alumbrado lo cual afecta a las maquiladoras que emplean procesos de fabricación a detalle.

Por consiguiente, el término de costos significa el daño a los consumidores en sus actividades, la interrupción del servicio y su impacto en las pérdidas por dejar de efectuar las actividades que requieren un servicio continuo de electricidad (por ejemplo pérdidas en línea de producción de una armadora automotriz debido a la discontinuidad en el servicio eléctrico).

### **Confiabilidad en los sistemas eléctricos de potencia**

Los conceptos de confiabilidad son requeridos para establecer el objetivo de los niveles de confiabilidad que serán propuestos en el sistema, así como el analizar y comparar los niveles futuros de confiabilidad del sistema con estos objetivos por cumplir. Históricamente, el uso temprano de los criterios de confiabilidad en la planeación del sistema se cuenta en una simple regla, tales como los conceptos de asegurar un adecuado manejo de las reservas del sistema o el uso de un simple o doble criterio para la prevención de fallas en el sistema. Sin embargo, un concepto básico probabilístico en la confiabilidad del sistema y en los componentes de fallas lleva a la siguiente etapa de sofisticación en el análisis de la confiabilidad y conducen a desarrollar una combinación de métodos probabilísticos.

Estos conceptos y modelos se combinan para un posible cálculo del diseño de las condiciones esperadas a largo plazo y un sistema complejo estaría en un estado o una condición dada, para el uso relevante de los datos de demanda en conjunto con la información respecto a las probables condiciones de disponibilidad de los componentes del sistema de manera individual. [7]

La última generación de herramientas probabilísticas para el análisis de los niveles de confiabilidad del sistema está basada en la idea de cubrir la combinación de técnicas probabilísticas con el concepto de los procesos estocásticos. Con esta última aproximación, los sistemas son comúnmente modelados en un estado discreto. En algún momento los sistemas pueden cambiar de un estado a otro, o por las acciones de diseño regresar a sus condiciones de operación normal.

Una vez que los diferentes estados del sistema son identificados, y las razones de transición entre estos estados son conocidas, el sistema puede ser analizado.

La matriz de transición, la cual especifica las transiciones entre todos los posibles pares de estados, provee un uso matemático adecuado del problema, esto último también puede ser representado por un diagrama de espacio/estados, con un número de cajas cerradas representando los estados del sistema, y una serie de líneas acopladas a las cajas representando las posibles transiciones. Entre las ventajas de este tipo de modelos están las facilidades con las que se puede manejar: la estimación de las frecuencias y duraciones esperadas de los cortes de carga para hacer un análisis más preciso de los impactos que tienen los índices de confiabilidad en el sistema [1].

Conceptos probabilísticos en los sistemas eléctricos de potencia.

Las ecuaciones 1-3 son utilizadas para el cálculo de las probabilidades contenidas dentro de cada estado para n-1 y n-2 elementos fuera. Considere un sistema eléctrico con  $N_c$  componentes independientes. Entonces, los parámetros de confiabilidad para las contingencias del estado j con b elementos fallados, es:

$$P_j = \prod_{c=1}^b U_c \prod_{c=b+1}^{N_c} A_c \quad (1)$$

$$D_j = \sum_{c=1}^b \mu_c + \sum_{c=b+1}^{N_c} \lambda_c \quad (2)$$

$$d_j = 1/D_j \quad (3)$$

Donde  $P_j$  es la probabilidad de ocurrencia del estado j,  $D_j$  es la razón de la salida del componente fallado del sistema,  $U_c$  la indisponibilidad del componente fallado,  $A_c$  la disponibilidad de los componentes que están funcionando,  $\mu_c$  la tasa de reparación del componente fallado y  $\lambda_c$  la tasa de falla del componente,  $d_j$  es la duración media de falla [1-2]

### Índices de confiabilidad

La confiabilidad de un sistema eléctrico de potencia se expresa mediante índices, los cuales cuantifican la calidad del suministro de energía eléctrica. Deben ser consistentes y sensibles para distinguir varias situaciones alternativas y expresarle al operador o planificador del sistema (según el propósito de estudio de la confiabilidad) lo que necesita saber del mismo: apoyo a la operación del sistema, análisis de la operación ya ejecutada, justificar nuevas inversiones, comparar alternativas de expansión, informar a terceros qué tan confiable es el sistema, así como evaluar razón costo/beneficio, entre otros aspectos.



Algunos de los índices más utilizados en la planificación de la generación son los siguientes:

Probabilidad de pérdida de carga (LOLP). Es un número promedio de los días en los cuales el pico de carga diario se espera que exceda la capacidad de generación disponible; es decir, indica el número esperado de días en los cuales una pérdida de carga o deficiencia ocurrirán, causada por una pérdida de generación o enlaces. Además, este índice tiene un estándar el cual permite saber si el índice calculado es apropiado para el sistema o si no lo es. A este índice se le denomina “1 día en X años”, donde X representa la cantidad de años en la planeación, por ejemplo, 1 día en 10 años ó 1 día en 20 años. Hay que entender que “1 día en 10 años” no significa que hay una esperanza de 24 horas de interrupción en 10 años, sino más bien, indica que hay 1 en 10 posibilidades que durante el año habrá una interrupción durante uno de los 365 días, por lo que cualquier LOLP calculado no debe exceder se del 10% ó 0.1. Este índice de confiabilidad es uno de los más usados, especialmente en la planeación de la generación y transmisión. La falla del sistema a menudo es definida en términos de la inhabilitación de conocer la carga pico diaria [2].

El LOLP puede ser calculado a partir de:

$$LOLP_k = \sum_{j=1}^{NTE} [P(B_j)(Pg_j + Pl_j - Pl_jPg_j)] \quad (4)$$

Donde NTE es el número total de elementos en el sistema, P(B<sub>j</sub>) representa las condiciones de interrupción en la red eléctrica (incluyendo cero interrupciones), P<sub>g<sub>j</sub></sub> es la probabilidad de la salida de generación excediendo la capacidad de reserva, y P<sub>l<sub>j</sub></sub> es la probabilidad de carga en el nodo k sea mayor a la carga máxima que puede ser entregada en el nodo sin falla el elemento j, es decir:

$$Pl_j = \left( \frac{\text{Demanda Pico} - (\text{Total Generación} - \text{Generación fuera})}{\text{Demanda Pico} - \text{Demanda Mínima}} \right) \quad (5)$$

Pérdida de carga esperada (LOLE). LOLE es el número esperado en días u horas en un periodo específico, en que la carga pico diaria excede la capacidad disponible. Al igual que el índice anterior, LOLE cuenta con su estándar, LOLE = 0.1 días/año o LOLE = 2.4 horas/año, dependiendo del tipo de cargas pico a analizar, para indicar la magnitud de energía que no se entregara por algún periodo de tiempo y es definido por:

$$LOLE_k = \sum_{j=1}^{NTE} [F(B_j)(Pg_j + Pl_j - P_{g_j}P_{l_j})] \quad (6)$$

Donde F(B<sub>j</sub>) es la frecuencia de ocurrencia de corte B<sub>j</sub>. Estas dos ecuaciones tienen una relación basada en la probabilidad de falla para cada condición del estado fallado que se presente en el sistema.

Los índices descritos anteriormente son comúnmente utilizados como parte de la reestructuración de la industria eléctrica, y son utilizados como estándares necesarios para la consideración de la capacidad de generación instalada y proporcionar un nivel adecuado del suministro de energía confiable y suficiente a largo plazo. En varios países se hace uso de diferentes índices de confiabilidad para la planificación de generación y transmisión del servicio eléctrico para el crecimiento de los sistemas eléctricos de potencia con los índices mencionados previamente.

Los índices que reflejan el daño a los usuarios son descritos a continuación.

Corte de Carga Nodal (NLC-Nodal Load Curtailment).

Es el corte de carga nodal de la demanda solicitada y normalmente es afectada por las contingencias de líneas, generación o una combinación de ambos casos, podrían surgir por algún imprevisto, y esta definida por la ecuación (7). [9-14]

$$CCN_i^j = \sum_{i=1}^{NB_i^j} CC_{pi}^j \quad (7)$$

Donde CCp es la sumatoria de los cortes de carga en MW causado por la contingencia j en el nodo i y va de nodo 1 hasta NB, que es el número total de nodos en el sistema.

Energía No Suministrada (ENS). Es la cantidad de energía que no es suministrada a los consumidores y se presenta por:

$$ENS_i^j = d_j \sum_{i=1}^{NB_i^j} CC_{pi}^j \quad (8)$$

Donde dj es la duración media de la falla ocurrida en la contingencia, NB es el número total de nodos en el sistema, CCp es la sumatoria de los corte de carga en MW causado por la contingencia j en el nodo i.

Costo de Interrupción Nodal (NCOST-Nodal Cost Interruption), Representa el costo de no suministrar la energía demanda en el nodo y está dada en \$/MWhr. La ecuación (9) muestra este índice:

$$NCOST_i^j = d_j \sum_{i=1}^{NB_i^j} (CC_{pi}^j \times CDF(d_j)) \quad (9)$$

Energía esperada no suministrada (EENS), es el valor esperado de la ENS calculado a partir de las probabilidades de todos los estados del sistema, y se muestra en la ecuación (10)

$$EENS = \sum_{j=1}^{NTE} D_j \times p_j \times ENS_i^j \left( \frac{MWh}{Año} \right) \quad (10)$$

Costo de interrupción nodal esperado (ENCOST). Es el valor esperado del (NCOST) el cual se calcula con la (11):

$$ENCOST = \sum_{j=1}^{NTE} D_j \times p_j \times NCOST_i^j \left( \frac{\$}{Año} \right) \quad (11)$$

Considerando los posibles estados para contingencias de n-1y n-2, el valor esperado del i-ésimo precio nodal esta dado por [3-4]

$$\bar{\rho}_i = \sum_{j=1}^{NTE} p_j \rho_{pi}^j \left( \frac{\$}{MW} \right) \quad (12)$$

### Caso de estudio RBTS 6 nodos

El “Roy Billinton Test System (RBTS)”[15-17] es un sistema compuesto generación/transmisión desarrollado en la Universidad de Saskatchewan, Canadá, para propósitos académicos y de investigación, siendo lo suficientemente pequeño como para permitir la ejecución de pruebas para estudios de evaluación de la confiabilidad en tiempos razonablemente cortos. El diagrama unifilar del RBTS se muestra en la Figura 2.

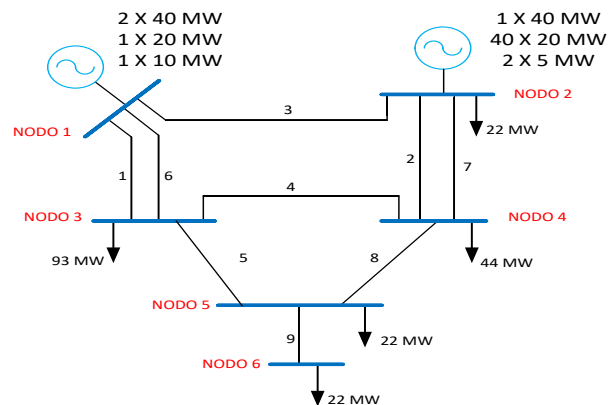


Figura 2 Diagrama unifilar del sistema eléctrico de potencia RBTS 6 nodos

Datos del sistema RBTS 6 nodos.

El sistema está conformado por seis nodos, cinco de los cuales poseen cargas conectadas, siendo la demanda agregada máxima anual de 203 MW.

Por otra parte, once unidades generadoras están conectadas a dos nodos, con una capacidad instalada de 240 MW.

Además, el sistema consta de nueve líneas de transmisión y el nivel de voltaje es de 230 kV. Todos los datos de características eléctricas y de confiabilidad se muestran mas adelante.

Para la aplicación de la herramienta computacional al RBTS se considera que la proporción de la carga en cada nodo con respecto a la demanda total del sistema se mantiene constante en los niveles indicados en el diagrama unifilar.

Asimismo, se supone que la oferta se mantiene constante a lo largo del año, es decir, cuando se encuentran en operación, las unidades generadoras pueden ser despachadas sin restricciones a su máxima capacidad.

Para la evaluación de la suficiencia de generación del sistema RBTS, se realizó una herramienta computacional con lenguaje Matlab que permite mediante Matpower obtener un análisis de la suficiencia de generación en los posibles estados de contingencia n-1, simulando la pérdida de cada uno de las unidades de generación, analizando el comportamiento de la generación eléctrica en el sistema, los precios nodales, costos de operación, los índices de confiabilidad LOLP y EENS.

## Conclusiones

La planeación de los sistemas eléctricos de potencia tiene como finalidad la programación de los trabajos necesarios para suministrar la energía eléctrica sin interrupciones a un costo mas barato tomando en cuenta la suficiencia de generación, seguridad y calidad de la energía eléctrica, para esto es necesario conocer el sistema, las partes que lo conforman y definir que es lo que se quiere analizar del sistema, para evitar paros no programados que involucren pérdidas económicas, incidentes o accidentes que produzcan lesiones al personal involucrado en la operación del sistema, en esta investigación se presenta el análisis de la confiabilidad de un sistema eléctrico "Roy Billinton Test System (RBTS)" del cual se tomaron los datos originales realizando una modificación en las demandas de los nodos en un 10% ya que el estudio con los datos originales en los 11 posibles estados de contingencia n-1 no presento problemas para despachar la demanda requerida, por tal motivo y para fines de este caso se incrementaron las demandas.

## Referencias

- [1] Nestor Gonzalez Cabrera, "Mercado de energía con múltiple clases en confiabilidad considerando preferencias de usuarios finales", Tesis de Maestria, Instituto Tecnológico de Morelia, Agosto 2011.
- [2] Guillermo Gutiérrez Alcaraz, Apuntes Operación y Control de Sistemas Eléctricos de Potencia, Instituto Tecnológico de Morelia, 2010.
- [3] N. Gonzalez Cabrera, G Gutierrez-Alcaraz, Effect assessment of demand response on nodal prices by types of classes, procc. North American power system, Boston, EU, Julio 2011.

- [4] N. Gonzalez Cabrera, G Gutierrez-Alcaraz, Nodal reliability pricing for multiple available types of classes end-users, procc. POWERCON, Hoanzou, China, Nov. 2010
- [5] N. Gonzalez Cabrera, G Gutierrez-Alcaraz, "Pricing reliability service based on end-users choice", procc. IEEE 11th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems, Singapore, Singapore, June 2010.
- [6] Peng wang, Reliability Cost/Worth Considerations in Distribution System Evaluation, Ph. D. Thesis, University of Saskatchewan 1998
- [7] Planeamiento del Sector Eléctrico Colombiano, Unidad de Planeación Minero Energética, Octubre 2010.
- [8] Horacio Tovar, Apuntes Cursos de Planeación de SEP's, Instituto Tecnológico de Morelia, 2008.
- [9] R. Billinton, R.N. Allan, Reliability Evaluation of Power Systems, 2ª Ed. Plenum Press, New York, 1996.
- [10] Juan Pablo Díaz Vera, Confiabilidad en el Marco Reestructurado de los Sistemas Eléctricos Competitivos, Tesis Maestría, Pontifica Universidad Católica de Chile, Chile 2000
- [11] Mohan Munasinghe, "Optimal Electricity Supply: Reliability, Pricing and System Planning", Energy Economics, July 1981
- [12] Yi Ding, Peng Wang, Lalit Goel and Qiuwei Wu, "Reliability Assesment Of Deregulated Generating Systems Using Reliability Network Equivalent And Pseudo-Sequential Simulation Techniques", 15th PSCC, Session 25, paper1, August 2005.
- [13] Youssef Hegazy, Reliability-Based Pricing of Electricity Service, Ph.D. Thesis. The Ohio State University, 1993
- [14] R. Billinton, R.N. Allan, Basic Power Systems reliability concepts, Reliability Engineering and System Safety, Vol. 27, 1990.
- [15] R. Billinton, S. Kumar, N. Chowdhury, K. Chu, K. Debnath, L. Goel, E. Khan, P. Kos, G.Nourbaksh, J. Oteng-Adjei, "A reliability test System for Educational Purposes Basic Data" Power Systems Research Group, University of Saskatoon, Saskatchewan Canada, IEEE Transactions on Power System, Vol. 4, No. 3, Agosto 1989.
- [16] Allen J. Wood, Bruce F. Wollenberg. "Power Generation Operation and Control" Seginada ediscion a Wiley-Interscience Publication John Wiley & Sons, inc. 1996 pag. 9
- [17] Roy Billinton, Ronald N. Allan "Reliability Evaluation of Power Systems" A Division of Plenum Publishing Corporation, New York, 1996 Pag. 42

## Diferencias en el estilo de liderazgo de tres generaciones de empleados de la industria maquiladora en México

HERNÁNDEZ-PALOMINO, Jorge Arturo\*†, ESPINOZA-MEDINA, José y AGUILAR-ARELLANO, Manuel

*Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez*

Recibido Enero 06, 2016; Aceptado Marzo 18, 2016

### Resumen

Esta investigación analiza con un diseño cuantitativo la diferencia en el estilo de liderazgo percibido y preferido por los seguidores de tres cohortes generacionales trabajando en la industria maquiladora en México. Los baby boomers, la generación X y la generación Y, confluyen en un ambiente laboral en que de sus interrelación dependerá el éxito de las actuales y futuras empresas. Siguiendo el diseño de Cohen, se realizaron 68 encuestas por cohorte generacional. La hipótesis asociada con la pregunta de investigación fue probada mediante la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon. La normalidad de los datos fue tratada con la prueba estadística de Kolmogorov-Smirnov (K-S). Los resultados de este estudio encontraron diferencias entre el liderazgo percibido y preferido en el cohorte generacional de los baby boomers. Por lo que las empresas requieren estar atentos a estas diferencias generacionales. Los resultados de esta investigación demuestran y confirman la naturaleza integral e interdependiente de los conceptos clave que se utilizan como fundamentos teóricos para el estudio del entorno operativo en el desarrollo del liderazgo. Las implicaciones prácticas de los resultados son sujetas a discusión. Las oportunidades para futuras investigaciones y las limitaciones del estudio son presentadas.

### Recursos humanos, liderazgo, cohortes generacionales

### Abstract

This research analyzes with a quantitative design, the difference in the leadership style perceived and preferred by followers of three generational cohorts working in the maquiladora industry in Mexico. The baby boomers, generation X and generation Y, converge in a work environment in which their interaction depend on the success of current and future businesses. Following the design of Cohen, 68 surveys were conducted by generational cohort. The question associated with the research hypothesis was tested by the Wilcoxon signed-rank. The normality of the data was treated with the Kolmogorov-Smirnov (K-S) statistical test. The results of this study found differences between perceived and preferred leadership by followers of the generational cohort of baby boomers. So companies need to be aware of these generational differences. The results of this research demonstrate and confirm the integral and interdependent nature of the key concepts used as a theoretical basis for the study of the operating environment in leadership development. The practical implications of the results are subject to discussion. Opportunities for future research and the limitations of the study are presented.

### Human Resources, leadership, generational cohorts

**Citación:** HERNÁNDEZ-PALOMINO, Jorge Arturo, ESPINOZA-MEDINA, José y AGUILAR-ARELLANO, Manuel. Diferencias en el estilo de liderazgo de tres generaciones de empleados de la industria maquiladora en México. Revista de Análisis Cuantitativos y Estadísticos. 2016. 3-6: 14-35

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: mt00831@yahoo.com.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor

## Introducción

Generalmente, se utiliza la palabra líder para designar a quien destaca en una área, en una empresa, en una comunidad (Hernández, Gallarzo y Espinoza, 2011). Las grandes corporaciones, universidades y centros de investigación y desarrollo, identifican el perfil del líder actual como multidimensional; sin embargo, frecuentemente solo eligen aquellos con un liderazgo parcial, es decir, que reflejan competencia en una sola dimensión, no en todas las que se requiere. Dotlich y Cairo (1999), abordan este interesante enfoque y afirman que un líder completo, tal como lo demandan las organizaciones actuales, necesita identificar sus talentos naturales y saber lo que está mayormente predispuesto.

Weber (1947), considera el carisma como la cualidad que pasa por extraordinaria de una personalidad, por cuya virtud se le considera en posesión de fuerzas sobrenaturales o sobrehumanas. McClelland (1967), establece que repetidamente se ha descubierto que los líderes no son tanto nacidos, sino hechos. Por su parte Conger y Kanungo (1988), afirman que existe una seria escasez de liderazgo en la industria. Los gerentes han sido entrenados y socializados para ser administradores, no líderes. Los hermanos Boyett (1999), han apoyado la idea de que probablemente el tema más popular en toda la literatura sobre el mundo de las empresas es el liderazgo. Una parte importante de la responsabilidad de un líder es garantizar la existencia de una organización, que pueda llevar a cabo la misión y la estrategia de apoyo a la visión del líder (Bass, 1995). Buscando garantizar una sucesión efectiva de liderazgo, el mejor líder desarrolla individuos talentosos que pueden asumir roles de liderazgo en el futuro. Existen una variedad de factores que pueden afectar el éxito de las actividades de desarrollo de liderazgo.

Las transformaciones sociales, económicas y tecnológicas suponen un nuevo contexto de la actividad empresarial y productiva. Actualmente, está cambiando lo que se entiende por un buen líder. Ya no se trata únicamente de hacer bien lo que está establecido. Otras características cobran mayor peso: la iniciativa, la toma de decisiones, la asunción de riesgos para resolver problemas, la innovación en el puesto de trabajo, los mecanismos de autocontrol y autorregulación y el desarrollo de estrategias de automotivación (Peiró, 2004).

De acuerdo con Peiró (2004), todas estas transformaciones surgidas a través del tiempo, llevan a un cambio radical en el concepto de ajuste de la persona al puesto de trabajo y también cambios fuertes en la gestión y el desarrollo de la propia carrera. Por otra parte, la actuación ante los cambios también ha tendido a ser diferente. Frente a las estrategias pasivas y reactivas, se requieren ahora otras proactivas e interactivas, es decir, que la persona contemple múltiples escenarios y que según estos evolucionen vaya también adoptando diversas actuaciones previamente preparadas.

Las décadas pasadas se observaron el crecimiento del análisis de los seguidores bajo el contexto de nuevas teorías y más complejas. Analizar el liderazgo hoy desde el punto de vista del seguidor es fundamental para tener la fotografía global de la efectividad organizacional y el liderazgo. El estudio de los seguidores y su impacto en los líderes es considerado clave en el estudio del liderazgo. Entendemos como seguidores a la relación entre subordinados y superiores y la respuesta del formador a los subordinados (Kellerman, 2008). En orden de comprender el concepto de seguidor desde un enfoque actual, resulta importante comprender como se debe examinar el tema bajo el contexto actual del liderazgo.

Este estudio se encuentra organizado como sigue: la revisión de literatura discute el marco teórico y estudios empíricos previos en las que descansan las hipótesis; posteriormente la metodología es presentada y posteriormente los resultados de la investigación; finalmente, las conclusiones y recomendaciones son abordadas.

### **Revision de literatura**

En su origen, el estudio del liderazgo se centró en el líder encabezando una organización. Este análisis de los líderes, generó la exclusión del análisis del seguidor (Hopen, 2010). Dos estudios concurrentes a largo plazo realizados en las universidades de Ohio State y Michigan ayudaron a sentar las bases para futuros estudios en las teorías de comportamiento y situación de liderazgo que incluyeron la interacción líder-seguidor. Estos estudios marcaron un punto de inflexión en el estudio de la teoría del liderazgo.

Los estudios de la Universidad del Estado de Ohio utilizaron cuestionarios que se distribuyeron tanto a líderes y seguidores. Los investigadores descubrieron dos características que podrían ser categorizadas en altas o bajas y eran independientes una de la otra. Los investigadores llamaron a estas dos características: estructura inicial y consideración (Fleishman, 1953). La estructura inicial implica la preocupación del líder por el cumplimiento de la tarea, mientras la consideración involucra la preocupación del líder por las personas y las relaciones interpersonales (Yukl, 2006).

Los objetivos de los estudios de la universidad de Michigan fueron el descubrimiento de las relaciones entre la conducta del líder, procesos grupales y las mediciones de rendimiento del grupo (Yukl, 2006).

Los estudios de la universidad de Michigan, fueron realizados por separado de los estudios de la universidad del Estado de Ohio y encontraron resultados similares.

Los investigadores encontraron tres tipos de comportamientos de liderazgo que diferenciaban a los gerentes eficaces e ineficaces: comportamiento orientado a la tarea, el comportamiento orientado a las relaciones, y de liderazgo participativo.

Respecto a la actuación de los seguidores, estudios adicionales tanto la universidad de Michigan como la universidad de Ohio en la década de 1960, empezaron a introducir a los seguidores como una variable más en la explicación de los modelos de liderazgo. Las teorías desarrolladas del comportamiento del líder han integrado a través de los años los conceptos desarrollados por ambas universidades.

McGregor (1960), desarrolló su teoría X y teoría Y con fundamento en los conceptos de la orientación a las tareas y a las relaciones. La teoría X establece que los gerentes ven a los seguidores como individuos perezosos que necesitan ser empujados para realizar sus tareas. Mientras que la teoría Y establece que los gerentes ven a los seguidores con habilidades para realizar el trabajo y aplican un comportamiento más democrático y participativo con sus trabajadores. Por otra parte, Blake y Mouton (1964), desarrollaron un modelo de comportamiento bidimensional, que llamaron matriz gerencial. Estos autores confrontaron las tareas con las relaciones para crear una mejor forma de explicar el liderazgo. Mientras ellos se enfocaban en el comportamiento del líder, la inclusión del concepto de la relación de los gerentes con sus seguidores, empezaba a marcar una tendencia en una definición más amplia de liderazgo.

Las décadas siguientes con el surgimiento de las teorías de liderazgo situacional y de contingencia mostraron un movimiento en el enfoque de los seguidores y a tener una mayor relevancia en el campo del liderazgo. Una de estas teorías surgió por parte de Hersey y Blanchard (1977), con su modelo de liderazgo situacional. En este modelo se ubica al seguidor en un papel más protagónico en la selección del estilo del liderazgo. De la misma manera, significó un primer intento por demostrar una relación adecuada entre el comportamiento del líder y el nivel de preparación demostrado por los seguidores. De acuerdo con este modelo la preparación de los seguidores guiaba el comportamiento del líder.

Por otra parte, encontramos las teorías del liderazgo de contingencia, que también hacen referencia a la interacción entre seguidores y líderes. Dentro de estas teorías no hay estilo de liderazgo que sea considerado mejor en todas las situaciones. De acuerdo con Yukl (2006), el éxito depende de un número de variables, incluyendo las cualidades de los seguidores. De acuerdo con el mismo autor, las teorías de contingencia tratan de explicar la efectividad del liderazgo conforme a diferentes variables situacionales. Uno de los factores que dictan las acciones de los seguidores es su relación con los seguidores. House (1971) propuso su teoría Patrón-Meta para explicar como el comportamiento del líder tiene influencia en la satisfacción y el desempeño de los seguidores. En esta versión inicial de House, se consideraban dos estilos de liderazgo: el de apoyo y el directivo. El estilo de apoyo, consideraba las necesidades de los seguidores. El liderazgo directivo informaba a los seguidores que era lo se esperaba de ellos. Poco después House y Mitchell (1974), ampliaron la teoría agregando el liderazgo participativo. Dentro de este estilo de liderazgo, el líder toma en cuenta las opiniones de los seguidores en el proceso de toma de decisiones.

Para que el liderazgo participativo pueda tener éxito, es necesario que los seguidores puedan disponer de información y tengan participación en la situación. De esa manera, se presenta una relación transaccional entre líder y seguidores.

Dentro de esta relación, el líder puede afectar el rendimiento, la satisfacción y la motivación de los seguidores ofreciendo recompensas para alcanzar las metas. Este modelo describe el incremento en la importancia del seguidor en la teoría del liderazgo.

Dentro de estos cambios, el desarrollo de las teorías de liderazgo vio un claro movimiento hacia una relación de intercambio entre líderes y seguidores. Varios investigadores desarrollaron teorías de liderazgo sobre la base de un intercambio entre el líder y los seguidores, lo que refleja el logro de objetivos (House, 1971; House y Mitchell, 1974). A medida que más investigación se realizó en el campo, se hizo cada vez más evidente que el liderazgo era complejo y no una operación unidireccional. Los líderes y los seguidores dependían unos de otros cuando llegó a la consecución de objetivos (Bass, 1990).

Recientemente a inicios de este siglo 21, los investigadores se centraron más atención en el liderazgo transaccional y transformacional (Bass y Riggio, 2006; Burns, 2003; Dvir, Eden, Avolio, y Shamir, 2002; Kouzes y Posner, 2007). Mientras el liderazgo transaccional tiene como objetivo principal alcanzar las metas, el liderazgo transformacional busca cambiar a los seguidores a personas a las que otros pueden seguir en el futuro (Bass, 2000). Burns (2003), describe este intercambio activo entre los seguidores y los líderes de la transformación como una fuerza poderosa para el cambio.



De acuerdo con Park y Rainey (2008), el liderazgo transaccional se centra en la realización de la tarea, mientras que el liderazgo transformacional se centra en el desarrollo de seguidores (Dvir et al., 2002). Para Paarlburg y Lavigna (2010), el estilo transaccional del liderazgo no puede ser visto como la única opción para cada situación de liderazgo ya que este enfoque suele pasar por alto la contribución del seguidor. Después de realizar un análisis del estudio de Downton (1973), respecto a los aspectos del liderazgo transaccional-transformacional, Burns (1978) coloca la transformación de liderazgo en el ámbito académico mundial.

Proporcionar una visión compartida es un tema común entre los investigadores que abogan por el liderazgo transformacional (Kouzes y Posner, 2007). Los seguidores ven algo dentro líderes transformacionales que les obliga a buscar metas más altas, tanto a nivel individual como a nivel de grupo (Wang y Huang, 2009).

El estudio de los seguidores se encuentra mucho más integrado en el campo del liderazgo de lo que a veces se ha creído. Un aspecto de esta relación es el hecho de que todos los líderes en un momento u otro, son seguidores. Los estudios realizados en la Marina de los Estados Unidos encontraron que cuando se preguntó a los compañeros para designar a los buenos líderes y buenos seguidores, se encontraron relaciones entre ambas opciones. Los resultados indicaron que los buenos líderes también fueron juzgados como buenos seguidores (Hollander, 1978; Hollander y Webb, 1955). Los mejores seguidores son los que participan activamente con sus líderes para el mejoramiento de las organizaciones (Chaleff, 2003; Kellerman, 2008).

Otro estudio realizado por Hollander (1992), encontró que las conexiones importantes entre el líder y el seguidor son las percepciones del seguidor de la relación líder-seguidor. Comprender la perspectiva de los seguidores es útil como una forma de liderazgo entendimiento (Hollander, 1992). La investigación encontró que los seguidores buscan líderes que sean capaces, eficaces, honestos y competentes (Kouzes y Posner, 2007; Salahuddin, 2010; Wieck, 2000).

Es claro, que aún en pleno siglo XXI, el desarrollo del campo de los seguidores ha causado un aumento en el interés por ellos dentro de las organizaciones. La relación se extiende más allá de del rol centrado en el líder como se propone en las primeras teorías de comportamiento (Blake y Mouton, 1964; Likert, 1967; McGregor, 1960) y las variaciones de los procesos de intercambio entre líderes y seguidores (Bass, 1985; House, 1971).

Las organizaciones están compuestas de grupos de personas, incluyendo líderes y seguidores. Estas personas se pueden clasificar por su fecha de nacimiento que los coloca en determinadas cohortes generacionales identificables.

La comprensión de las características únicas generalizadas de las cohortes generacionales permite a los líderes y gerentes tengan un punto de partida para lograr una mayor comprensión de sus empleados, de sus motivaciones y preferencias de liderazgo (Jefferies y Hunte, 2004; Singham, 2009). Este estudio analiza a los miembros de la generación de los baby boomers, generación X y generación Y.

A principios de la década del 2000, los profesionistas más jóvenes que nacieron después de 1980 se empezaron a contratar en las organizaciones, convirtiéndose en la cuarta generación de trabajadores calificados, trabajando juntos en las empresas (Hernández, Espinoza y Aguilar, 2016).

Estas cuatro generaciones de los tradicionalistas, nacidos antes de 1946; los baby boomers, nacidos entre 1946 y 1964; la generación X, nacidos entre 1965 y 1979 y; la generación Y, nacidos después de 1979, han empezado a coincidir en las organizaciones con sus propias necesidades, valores y creencias (Hernández, et al., 2016). Si bien, el grupo generacional de los tradicionalistas son un grupo importante, por su pequeño número en la industria, no son fueron considerados como parte de este estudio.

Dado que en las empresas de hoy confluyen estos tres cohortes generacionales y uno de los elementos más importantes que impactan a las organizaciones, es el estilo de liderazgo de cada cohorte en su interacción con las otras generaciones. Por ello es importante comprender como cada generación entiende y acepta a la otra. Por ejemplo, la característica que identifica a los baby boomers es el consenso; los miembros de la generación X por la competencia y la generación Y por la conciliación. Por tanto, el éxito para las empresas depende fundamentalmente de comprender las diferencias entre los diferentes cohortes generacionales y generar los ajustes que sean necesarios beneficiando la convivencia, el clima y los resultados.

### **Generación de los Baby Boomers**

Esta cohorte generacional nacido entre 1946 y 1964, crecieron dentro de familias numerosas, lo que da origen al nombre de la generación.

El idealismo radical en la década de 1960 se centró en los Baby Boomers en edad universitaria (Howe y Strauss, 2000). Su idealismo los puso en conflicto con el mundo tradicional de la generación de sus padres (Weston, 2006). A pesar de que los integrantes de esta generación representan un gran número potencial de jubilaciones en los próximos 10 a 15 años, no significa necesariamente que los baby Boomers se jubilarán por completo.

Como generación, comparten la experiencia del surgimiento de la televisión a color, el movimiento de los Derechos Civiles, la liberación de la mujer, el movimiento estudiantil del 68, la prosperidad económica, el asesinato de John F. Kennedy y el fenómeno de los Beatles.

De la misma manera presenciaron disturbios políticos, la llegada del hombre a la Luna, la guerra de Vietnam, protestas contra la guerra, la experimentación social, la libertad sexual, el movimiento ecologista, el movimiento feminista, protestas y disturbios y la experimentación con diversas sustancias tóxicas recreativas (Hernández, et al, 2016).

Al tiempo que mantiene su idealismo, los baby boomers resultaron ser adictos al trabajo y materialistas leales a sus empresas (Tolbize, 2008). Ellos tienden a valorar los títulos de trabajo y buscan la realización personal.

Diversa inquietudes han surgido para analizar este cohorte generacional. Estudios analizando un grupo multigeneracional de enfermeras encontró que los baby boomers estuvieron significativamente más satisfechos con las recompensas extrínsecas, tales como el pago y las prestaciones que recibían que las otras generaciones de trabajadores (Alsop, 2008).

Los baby boomers se caracterizan en que han dedicado sus vidas al trabajo. Desafortunadamente los declives en la economía en la década de 1970's y 1980's, afectó a los baby boomers, ya que muchas empresas decidieron reducir el costo económico despidiendo a un grupo importante de miembros de esta generación sin tomar en cuenta su lealtad a la empresa (Howe y Strauss, 2000).

Otra característica importante del grupo generacional de los Baby Boomers es que crecieron en un tiempo anterior al actual auge de la innovación tecnológica. Como resultado de ello, los Baby Boomers están en el extremo tardío de la curva de adopción de tecnología (Simons, 2010).

Esta brecha tecnológica pone frecuentemente a los baby boomers en conflicto con las generaciones más jóvenes. A pesar de ser altamente respetuosos de la autoridad, son propensos a resentir el autoritarismo o la pereza y tienden a realizar sus gestiones basados en el tiempo (Morton, 2001).

Entre las fortalezas que identifican a este grupo es su estilo participativo, y su capacidad para liderar desde el corazón. Sus retos suelen encontrarse en desarrollar sus habilidades de liderazgo, enfrentar los conflictos practicando lo que predicen.

## Generación X

El siguiente cohorte generacional de la fuerza de trabajo en las empresas maquiladoras es la conocida como la generación X. Nacidos entre 1965 y 1980, representan el 34% de la fuerza de trabajo. El nombre de la Generación X fue acuñado por Coupland (1991), en el título de una novela que describe a esta nueva generación con diferentes valores y las aspiraciones de los Baby Boomers.

Mientras que para muchos miembros de la generación no fue de mucho agrado el nombre, la identificación sigue siendo el título más popular para el grupo (Rainer y Rainer, 2011). La generación X también se conoce como la generación Baby-Buster debido a su pequeña población en relación con los Baby Boomers. La generación X luchó para definirse a sí mismos y la literatura refleja el amplio rango de creencias sobre este grupo generacional.

La generación X fue la primera que vio a ambos padres trabajar tiempo completo. Dicha situación de trabajo creó una generación de niños que fueron forzados a cuidarse a sí mismos después del horario escolar. Fueron la primera generación cuyas madres trabajaban. Dada esta circunstancia, los adultos pertenecientes a esta generación son muy independientes (Muetzel, 2003). Esta independencia ayudó a crear la reputación de que los miembros de la generación X eran autosuficientes, cínicos, desconfiados de la autoridad, y llenos de recursos (Renn, 2008). Por otra parte, esta independencia creó trabajadores que son menos dependientes de los jefes inmediatos (Jurkiewicz, 2000).

Los miembros de la generación X no ven el éxito de la misma manera que sus padres. Se caracterizan por ser un grupo escéptico y su desilusión por los valores de sus padres. En el marco de la generación X, se identifica el surgimiento de una subcategoría, la de los yuppies. Appelbaum, Serena y Shapiro (2004) identifican a este segmento por un alto poder adquisitivo y una auténtica pasión por lucrar social, profesional y económicamente. A finales de la década de los ochenta, el término yuppie, se empezó a utilizar con ciertas características negativas. Esto dio como resultado el agotamiento del modelo y el estilo de vida que proclamaba, todo se vale con la intención de alcanzar el éxito económico y social.

Adicionalmente, podemos identificar dentro de este grupo de los yuppies a los dinkies, vocablo que surge de las palabras en inglés “Double-Income Not Kids Yet”. Los dinkies son parejas de yuppies que posponen la formación de una familia para dedicarse exclusivamente a sus carreras profesionales. Suelen ser profesionales de alto nivel y su éxito lo miden con el mantenimiento de un alto nivel socioeconómico, lo que ha generado críticas por su actitud egoísta y hedonista. Sus valores se caracterizan por el consumismo, por encima de los valores familiares.

Estudios realizados sobre la generación X han revelado percepciones opuestas. Algunos investigadores encontraron a los miembros de la Generación X distantes, independientes y cansados de sus jefes inmediatos (Johnson, 2006; Muetzel, 2003; Tolbize, 2008). Por otra parte, Jurkiewicz (2000), encontró una falta de similitud entre lo que los miembros de la Generación X querían de sus puestos de trabajo y lo que se cree comúnmente en el campo. Este hallazgo llevó a los investigadores a considerar que lo que se cree comúnmente sobre la Generación X y lo que realmente es verdad, es bastante diferente. El estudio encontró que los miembros de la Generación X pueden llegar a ser agentes de cambio naturales para las organizaciones. Los miembros de la Generación X son rápidos para iniciar sus tareas, centrados en la familia y se colocan un alto valor a la conciliación de la vida. Quizás en el análisis ha influido la presencia de la subcategoría de los yuppies en los diversos estudios.

Los tiempos de nacimiento de la generación los colocó en una era de cambio significativo en la aplicación de la tecnología (Kupperschmidt, 2000). Un tema común en la literatura señala que la Generación X fue la primera generación en poseer un amplio conocimiento de las computadoras y la tecnología, especialmente en los miembros más jóvenes del cohorte (Alsop, 2008).

La generación X es ahora la que escala las posiciones en la industria maquiladora en México y ejerce un fuerte impacto en el liderazgo dentro de dichas empresas. La realidad es que muchos de estos líderes de la generación X, se encuentran en las condiciones descritas para los yuppies.

### **La generación Y**

Esta generación de nacidos entre 1981 y el 2000 representa el 20% de la fuerza laboral y por si sola será la generación que llene el vacío que vayan dejando los baby boomers que se vayan retirando. La generación Y, es también conocida como los Milenians, la generación Einstein y es el grupo que está impactando la fuerza de trabajo de hoy y que seguirá impactando por décadas. Los más viejos de ésta generación están a punto de alcanzar los treinta y cinco años. Los miembros de la generación Y son niños deseados y protegidos por una sociedad que se ha preocupado por su completa seguridad.

Sus miembros son alegres, seguros de sí mismos y enérgicos. Es la generación del Internet, la generación de las tecnologías que cambian constantemente. La generación Y está resultando compleja de integrar en las empresas, considerando sus nuevas expectativas y también se les conoce como la generación excluida. Seguramente serán hijos únicos o tendrán pocos hermanos y su madre también trabaja. La tecnología no es un problema para ellos, el 91.6% de los jóvenes entre 16 y 24 años son usuarios de internet. Ese porcentaje desciende al 63.4% en usuarios entre 35 a 44 años. Al igual que en la generación X, la generación Y posee una subcategoría que es identificada como los Cosmopolitan Business People, en español, Personas Cosmopolitas de empresa. Por las características de la generación a ellos les gusta que los identifiquen en inglés.

Ellos representan una élite urbana, la cual cristaliza los valores y estilos de vida de la generación. Se comunican en varios idiomas, principalmente en inglés, son políglotas, bilingües o trilingües.

Poseen niveles de educación altos con posgrados o estudian en universidades de prestigio. Son solteros o casados con pocos hijos y comúnmente su pareja también pertenece a la élite de los Cosmopolitan, lo que genera familias inestables. Buscan carreras brillantes, altos sueldos y adoran las empresas multinacionales.

A este respecto establece Bauman (2003), que vivimos el fin de la sociedad sólida y pasamos a la sociedad líquida. La incertidumbre en que vivimos se corresponde a transformaciones como el debilitamiento de los sistemas de seguridad que protegían al individuo y la renuncia a la planificación de largo plazo: el olvido y el desarraigo afectivo se presentan como condición del éxito. Esta nueva sensibilidad exige a los individuos flexibilidad, fragmentación y compartir intereses y afectos. Se debe estar siempre bien dispuesto a cambiar de tácticas, a abandonar compromisos y lealtades.

La revisión de la literatura muestra opiniones contradictorias sobre la generación Y (Hoover, 2009; Rawlins, Indvik, y Johnson, 2008; Twenge, Konrath, Foster, Campbell y Bushman, 2008). Los temas comunes entre los estudiosos, que examinaron la generación Y señalaron que las diferencias en la nueva generación incluyen baja aptitud mecánica y una mayor necesidad de apoyo y aliento (Ferri-Reed, 2010). Por otra parte, la opinión general sobre la generación Y es vista por algunos investigadores como un mito.

Tienen un aire entre irreverente e ingenuo que no llegamos a descifrar.

Nos hablan de igual a igual, no conciben la idea de pagar derecho de piso, eso del sacrificio no les va, los largos horarios les parecen descabellados, quieren hacer sólo lo que les divierte, quieren viajar, no tienen compromiso con la empresa y viven conectados a algo, sea la web, el iPod, el celular, facebook, y muchas veces todo a la vez.

Para ellos, la familia es hoy en día un lugar muy importante. A los jóvenes les gusta estar juntos, les encantan las relaciones en armonía y necesitan, por tanto, un hogar en el que sean sinceras e importantísimas, y en el que la amistad y la familia jueguen un papel esencial. En definitiva, una familia en la que se pueda compartir actividades con los demás, se pueda pasar el rato y sea posible jugar a algo durante un buen tiempo es pequeña, acogedora e íntima, y ofrece un espacio de protección, seguridad y confianza en un mundo cada vez más grande.

Como resultado de su visión del mundo, la generación Y convive en el mundo laboral con diferentes ideas sobre el orden, las reglas y el liderazgo. Las experiencias de vida de la generación Y, ha creado una generación que posee rasgos tales como la falta de confianza en las corporaciones, un enfoque en el éxito personal, y una perspectiva de carrera a corto plazo (Swenson, 2008). La Generación Y considera muy importante a la flexibilidad laboral y a la conciliación entre la esfera profesional y personal.

Ellos esperan oportunidades de aprendizaje y desarrollo en el trabajo, acceso a una comunicación abierta y fluida y que se respete su estilo de vida. Creen más en la colaboración y la toma conjunta de decisiones que en la jerarquía. Son unos firmes defensores de la responsabilidad individual y quieren libertad para tomar decisiones. Por otra parte, representan la diversidad, y también la valoran.

Son personas emprendedoras y con una gran capacidad para resolver problemas. Por eso valoran positivamente los entornos laborales que impulsan y premian la iniciativa. Buscan un entorno de trabajo agradable, que fomente las relaciones sociales. No les asusta la rotación laboral y les motiva escalar posiciones, no porque represente más rango o poder, sino porque implica obtener reconocimiento y mayor capacidad para poner en marcha sus iniciativas. La generación Y entra a un ambiente de trabajo conformado por tradiciones y comportamientos moldeados por los Baby Boomers, los tradicionalistas y la Generación X.

Un estudio mixto diseñado para determinar las preferencias de liderazgo de los trabajadores de la generación Y, ubicó la competencia, las relaciones interpersonales, el manejo de los recursos humanos, la auto-gestión, y las comunicaciones como temas centrales dentro del cohorte (Dulin, 2008). La generación otorga una alta consideración a sus superiores que son mentores.

Los estudios realizados muestran que la variable que mayormente impacta los integrantes de la generación Y es su intensa exposición a la tecnología (Alsop, 2008; Durkin, 2007). Estos integrantes usan la tecnología en aspectos muy cercanos de sus vidas. La usan para trabajar, para jugar o simplemente para pasar el tiempo. El celular siempre está a su lado, incluso al ir a dormir, lo que les garantiza que ellos estarán comunicados todo el tiempo.

La fuerza de trabajo de la generación Y ingresó en los inicios del siglo XXI caracterizado por una gran inestabilidad económica y social. La generación Y acepta que vivir en los tiempos de hoy, es vivir en la incertidumbre (Muetzel, 2003). Fusionar sus estilos de vida en el medio ambiente laboral de hoy, es una aventura retadora.

Actualmente, la población de las empresas maquiladoras en México se compone de cuatro cohortes con la posibilidad de malentendidos entre las generaciones. Para que las organizaciones, incluyendo la industria maquiladora en Ciudad Juárez, pueda cosechar los beneficios de la diversidad generacional, es importante comprender las experiencias y modelos mentales asociados desarrollados por las diferentes cohortes generacionales a lo largo de sus vidas (Kunreuther, 2003; Tulgan, 2003).

La adaptación a la diversidad de las perspectivas generacionales puede conducir a un ambiente de trabajo más sólido, creativo y adaptable (Kupperschmidt, 2000; Weston, 2006). La entrada de cada nuevo cohorte generacional en el lugar de trabajo crea la especulación acerca de las diferencias en los valores del trabajo entre esa generación y sus predecesores (Renn, 2008).

Los resultados de la investigación examinando las posibles diferencias generacionales en la fuerza de trabajo refleja las distintas percepciones encontradas en la literatura popular, incluyendo una creciente opinión de que pueden existir más similitudes entre las generaciones de lo que se pensaba.

En medio de esta problemática de convergencia de generaciones, encontramos lo que Bauman (1999), llama la modernidad líquida. De acuerdo con el autor, ésta modernidad líquida, es un tiempo sin certezas, donde los hombres que lucharon durante la ilustración por poder obtener libertades civiles y deshacerse de la tradición, se encuentran ahora con la obligación de ser libres asumiendo los miedos y angustias existenciales que dichas libertades implica. La cultura laboral de la flexibilidad arruina la previsión del futuro, genera incertidumbre.

La incertidumbre en que vivimos se debe a transformaciones como el debilitamiento de los sistemas de seguridad al individuo y a la planificación de largo plazo: el desarraigo afectivo y el olvido se presentan como condición de éxito.

Esta nueva (in)sensibilidad exige a los trabajadores flexibilidad, fragmentación y compartición de intereses y afectos, se debe estar siempre dispuesto a cambiar de tácticas, a abandonar compromisos y lealtades.

Cada vez se señala con más énfasis que lo único permanente es el cambio y por ello, consolidar un cambio en un sistema de trabajo puede ser sólo la fase previa de un nuevo cambio. En esta situación resulta fundamental la forma en la que se introducen esos cambios.

Un cambio tiene más probabilidades de éxito, cuando se informa con antelación a las personas implicadas, se toma en consideración sus aportes y opiniones, y se les prepara, con la formación adecuada, para facilitar su adaptación (Peiró, 2004).

La fuerza de trabajo actualmente, por primera vez en la historia, se compone de tres generaciones principales (Eisner, 2005), que presenta nuevos retos en las estrategias de organización para atraer, motivar y retener a los empleados (Earle, 2003; Harris, 2005).

Hacer frente a estos retos es esencial para mantener la armonía, la productividad y la estabilidad dentro de las organizaciones. Los líderes y los seguidores con sus diferentes expectativas, el miedo a establecer relaciones duraderas y la fragilidad de los lazos solidarios que parecen depender de los beneficios que generan es un reto que las organizaciones actuales habrán de enfrentar (Hernández, et al, 2016).

Ciudad Juárez, Chihuahua, México es la principal fuente de empleo de la industria maquiladora del país.

De hecho, 1 de cada 10 empleos dentro de ésta industria, se generan en dicha localidad. Juárez cuenta con varias empresas multinacionales y que su origen de capital se encuentra en Estados Unidos, Canadá, China, Francia, Japón, Corea del Sur, Alemania, entre otros países.

De esta manera, los trabajadores mexicanos conviven diariamente con personas de diferentes países y se comunican en diferentes idiomas, confrontando sus raíces sociales y culturales.

Otra característica adicional de Ciudad Juárez, es que más que sufrir la fuga de talentos, se caracteriza por recibir una serie de talentos de los diferentes países de origen o con operaciones de las empresas maquiladoras. Por ello, en México, la salida de trabajadores calificados de diferentes generaciones al extranjero se mueve entre la retórica oficial de falta de reconocimiento y su aplastante realidad (Bustillos, Rincones, Jiménez, Hernández, 2009).

La razón de esta salida de trabajadores está relacionada con la búsqueda de mejores empleos con mayores niveles de remuneración, un mayor reconocimiento al trabajo realizado y un medio ambiente más seguro y estable (McKenzie y Sasin, 2007).

En consistencia con Santos (2006), de que las creencias o teorías no son un reflejo del mundo actual, la empresa maquiladora de Ciudad Juárez se ha vuelto un semillero de gente talentosa y bien pagada que abarca a estas tres generaciones de empleados en el mismo lugar de trabajo y que en lo general no aspira al famoso sueño americano (Bustillos, et al 2009).

Si en alguna industria trabaja una gran parte de trabajadores extranjeros, esa es la industria maquiladora asentada en Ciudad Juárez. Hoy existen 326 empresas maquiladoras que a enero del 2016 emplea alrededor de 254,000 empleados (AMAC, 2016).

Para administrar de manera efectiva en este entorno, las empresas maquiladoras deben generar una ecología de saberes (Santos, 2006).

Esto es, aprender desaprendiendo, crear políticas flexibles y procedimientos que se adapten a todas las generaciones, algo que no ha sido el estándar para las organizaciones de hoy.

La ecología de saberes tiene como base la idea de que el conocimiento es interconocimiento.

Las nuevas formas de organizar el trabajo buscan una mayor eficiencia y eficacia, una mayor flexibilidad, una optimización de los recursos tecnológicos y una mayor productividad y calidad como diferencia competitiva de la empresa.

Todos estos planteamientos tienen fuertes implicaciones sobre las actividades laborales y la cualificación de los trabajadores.

Determinados conocimientos, habilidades y destrezas que eran importantes en el desempeño del trabajo resultan ahora prácticamente irrelevantes y competencias que antes ni siquiera se tomaban en consideración resultan, ahora imprescindibles (Peiró, 2004).

Autor	Aportación	Contenido
Weber (1977)	Teoría del liderazgo carismático	El carisma como la cualidad que pasa por extraordinaria de una personalidad
McGregor (1960)	Teoría X y teoría Y	Son dos teorías contrapuestas de dirección; en la primera, los directivos consideran que los trabajadores sólo actúan bajo amenazas, y en la segunda, los directivos se basan en el principio de que la gente quiere y necesita trabajar.
McClelland (1961)	Teoría de las tres necesidades secundarias	La motivación de un individuo puede deberse a la búsqueda de satisfacción de tres necesidades dominantes: necesidad de logro, necesidad de poder y necesidad de afiliación.
Santos (2006)	Ecología del saber, emancipación del conocimiento	En la búsqueda del saber es importante el desaprender y más que buscar por igualdades, lo que se requiere es apreciar las diferencias.
Peiró (2004)	Riesgos psicosociales	Las transformaciones sociales, económicas y tecnológicas han generado un nuevo panorama en la actividad de las empresas.
Bass (1995)	Liderazgo transformacional	Buscando garantizar una sucesión efectiva de liderazgo, el mejor líder desarrolla individuos talentosos que pueden asumir roles de liderazgo en el futuro.
House (1971)	Teoría patrón-meta	explicar como el comportamiento del líder tiene influencia en la satisfacción y el desempeño de los seguidores.
House y Mitchell (1974)	Teoría del liderazgo participativo	Dentro de este estilo de liderazgo, el líder toma en cuenta las opiniones de los seguidores en el proceso de toma de decisiones.

**Tabla 1** Resumen de la revisión de literatura. Fuente: *Elaboración propia.*

Si bien es frecuente que se señale que todo sobre el liderazgo se ha investigado y escrito; sin embargo, en un contexto en el que se haya analizado la participación de los tres cohortes generacionales expuestos, en cuanto a la posible existencia de una posible diferencia entre el estilo de liderazgo percibido y preferido de los seguidores de su líder, en algo que no se ha realizado en el contexto actual de las empresas en México.



Este representa uno de los primeros esfuerzos para intentar describir la importancia del liderazgo entre generaciones en México. El cambio en la estructura de la organización jerárquica a un organigrama más plano donde las decisiones se distribuyen entre los empleados es una fuente de problemas con algunos trabajadores mayores que están más acostumbrados a las prácticas del pasado (Alyn, 2010). Estos cambios estructurales y organizacionales han dado lugar a un cambio de una fuerte dependencia del estilo de liderazgo transaccional, para actualmente mezclar estilos de liderazgo transaccional y transformacional que son utilizados entre los líderes de las empresas en el mundo.

Las empresas maquiladoras se integran fundamentalmente de tres generaciones de empleados trabajando juntos. Por tanto, esta investigación plantea determinar la posible existencia de una diferencia entre estilo de liderazgo percibido y preferido de los seguidores de su líder. Las tres generaciones de empleados analizadas son la de los baby boomers, la generación X y la generación Y. Por la cantidad tan pequeña de empleados de la generación de los tradicionalistas, dicho cohorte generacional no fue analizado. Esto decisión se tomo en cuenta al considerar los resultados de la investigación realizada de diferencia en los motivadores y los valores en el trabajo de empleados en empresas maquiladoras (Hernández, et. al. 2016). Considerando los elementos anteriores, el proceso de diseño de la investigación planteó la siguiente pregunta e hipótesis de investigación.

### **Pregunta de investigación**

Dentro de los tres cohortes generacionales, hay una diferencia estadísticamente significativa entre el estilo de liderazgo percibido y preferido de los seguidores de su líder?

El personal que trabaja en las empresas de manufactura, convive, come y tiene una estrecha proximidad entre sí. Estos entornos de trabajo crean situaciones únicas y relaciones que requieren variados estilos de liderazgo de los líderes departamentales. Si estas diferencias pueden ser determinadas, el medio ambiente laboral podría desarrollarse para reforzar las relaciones con el fin de aumentar los niveles de compromiso de los empleados dentro de las organizaciones.

### **Metodología**

Con el objetivo de dar respuesta a la pregunta de investigación, se planteó la siguiente hipótesis.

H<sub>01</sub>: No existe una diferencia estadísticamente significativa entre el estilo de liderazgo transformacional percibido y preferido de los seguidores de su líder.

H<sub>a1</sub>: Si existe una diferencia estadísticamente significativa entre el estilo de liderazgo transformacional percibido y preferido de los seguidores de su líder.

Para la validación de la hipótesis planteada una investigación empírica en la industria maquiladora de Ciudad Juárez fue realizada. Para cumplir con el propósito del estudio, una investigación no experimental, transversal, de diseño cuantitativo fue realizada. El estudio fue no experimental ya que ninguna de las variables fueron manipulados (Bluman, 2007). Los estudios transversales son buenos para la comparación de los grupos de edad para determinar las posibles diferencias entre las variables (McMillan, 2008). Los diseños transversales se utilizan para examinar los efectos de varios grupos en un momento dado en el tiempo (Mertens, 2005). Este tipo de diseño es eficaz en la recogida de datos en un corto período de tiempo.

Para la investigación la variable independiente fue estilos de liderazgo (percibido y preferido) y las variables dependientes fueron las puntuaciones estilo de liderazgo transformacional, la recompensa contingente, la gestión por excepción pasiva, y la gestión por excepción activa, medido por el Cuestionario de Liderazgo Multifactorial Forma 5X, versión corta. La población de estudio fueron los empleados trabajando en la industria maquiladora en Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Del total de ocupación en este tipo de industria en el país, el 10% trabaja en dicha localidad.

Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó el análisis de poder estadístico propuesto por Cohen (1988). Dicho análisis considera cuatro variables vitales para el desempeño estadístico: la significancia ( $\alpha$ ), el efecto del tamaño (ES), el poder estadístico y el tamaño de la muestra (N). el efecto del tamaño significa el grado en que el fenómeno está presente en la población o el grado en que la hipótesis nula es falsa (Cohen, 1990). Cohen (1992) propone un efecto de mediano tamaño de 0.30 considerando que la intención es que una ES mediana representa un efecto probable de que sea visible a simple vista de un observador cuidadoso). Conforme a dicha observación, este estudio utilizó un tamaño del efecto de 0.30.

El poder estadístico de una prueba de significancia representa la probabilidad de rechazar la hipótesis nula, cuando la hipótesis alternativa es verdadera. No rechazar la hipótesis nula cuando la hipótesis alternativa es verdadera, incurre en un error de tipo II o  $\beta$ . La potencia se define matemáticamente como  $1 - \beta$ . El presente estudio utilizó una potencia de .80 o  $\beta = 0.20$  según lo especificado por Cohen (1992). Cohen señaló un valor menor que 0.80 elevaría la posibilidad de cometer un error tipo II.

Un valor mayor que 0.80 resultaría en un N que probablemente excede los límites colocados por el investigador.

La selección de N es el resultado de una función del nivel de significancia  $\alpha = .05$ , el efecto del tamaño de .30 y un poder estadístico de .80. Utilizando la tabla propuesta por Cohen (1988), dado que la diferencia buscada solo puede tener valores positivos, entonces se trata de una prueba de una cola. La tabla 2 muestra, que con los valores especificados de nivel de significancia, el efecto del tamaño y el poder estadístico, el tamaño de la muestra es 68 para cada uno de los grupos generacionales para la prueba estadística.

	Poder								
	.70			.80			.90		
	ES= r			ES= r			ES= r		
	.20	.30	.40	.20	.30	.40	.20	.30	.40
a1=	201	88	48	247	108	59	320	139	76
.01									
a2=	117	52	28	153	68	37	211	92	50
.05									
a3=	82	36	20	113	49	27	163	72	39
.10									
a1=	237	103	56	287	125	68	365	158	86
.01									
a2=	153	67	37	194	85	46	259	113	62
.05									

**Tabla 2** Cálculo del tamaño de la muestra. Fuente: *Elaboración propia*

Para la obtención de la estadística demográfica, se elaboró un cuestionario preguntando sobre el año de nacimiento, género, años trabajando en la industria maquiladora y el más alto nivel de educación formal obtenido. El año de nacimiento fue utilizado para ubicar a los participantes en el nivel generacional.

Para la evaluación del estilo de liderazgo se utilizó el cuestionario multifactorial de liderazgo (MLQ, por sus siglas en inglés) en su versión corta. Este instrumento mide las dimensiones transaccional, transformacional y dejar-hacer, las cuales fueron llamadas como el Rango Completo de Liderazgo por Avolio y Bass (2004).

Dicho rango considera que cada líder muestra con frecuencia tanto del liderazgo transaccional y transformacional; sin embargo, el perfil de cada líder muestra más de uno y menos del otro. Dado que se ha mostrado que el estilo de dejar-hacer es el menos utilizado, el enfoque del actual estudio fue limitado al estilo de liderazgo transformacional y transaccional. Los elementos referentes al estilo de liderazgo dejar-hacer fueron removidos. El instrumento consistió de 32 elementos que abordan el liderazgo transformacional y transaccional. El instrumento utiliza una escala de Likert de 5 puntos. La validez del instrumento ha sido probada y en una escala alfa de Cronbach alcanza.71.

Antes de iniciar el estudio, la aprobación de gerentes de planta y gerentes de recursos humanos fue obtenida para llevar a cabo las encuestas en sus lugares de trabajo. Varios declinaron la participación, por lo que un muestro de conveniencia fue utilizado como método de recolección de datos.

Generación	Empleados	Porcentaje
Baby boomers 45-64 años	68	33.33%
Generación X 30-44 años	68	33.33%
Generación Y 21-29 años	68	33.33%
Total	204	99.9%

**Tabla 3** Distribución de encuestados por generación.  
*Fuente: Elaboración propia*

Los empleados que respondieron la encuesta completa, pertenecen a diferentes niveles y categorías dentro de las empresas.

En estas categorías se encuadraron empleados operativos, administrativos, supervisores, y gerentes. De estos empleados encuestados, el 65.8% fueron mujeres. A todos los empleados encuestados se les requirió tener al menos nivel de secundaria para participar en el estudio. Esto dado que la mayoría de las empresas asentadas en Ciudad Juárez, tienen como requisito este nivel escolar, mientras la minoría al menos requiere primaria terminada.

El promedio de edad fue de 42 años. La estadística descriptiva de la información demográfica es presentada en la Tabla 4.

Variable		204
<b>N</b>		
<b>Género</b>		
%	Hombres	34.2
%	Mujeres	65.8
<b>Nivel de educación</b>		
%	Secundaria	25
%	Preparatoria	21
%	Licenciatura	36
%	Maestría	18
<b>Media edad (años)</b>		42
<b>Media experiencia (años)</b>		12.4
<b>Edad</b>		
%	20-30	24
%	31-40	29
%	41-50	29
%	51-64	18
<b>Categoría</b>		
%	Operadores	21
%	Empleados administrativos	36
%	Supervisores	35
%	Gerentes	8

**Tabla 4** Estadística demográfica de los empleados encuestados. *Fuente: Elaboración propia*

## Resultados

El estudio recogió durante el periodo del agosto a octubre del 2015, la información de 204 trabajadores de la industria maquiladora en Ciudad Juárez, Chihuahua, México. La estadística descriptiva de los datos recolectados fue utilizada para determinar la media, la desviación estándar y los rangos de la información proporcionada por los encuestados. La información incluyó la edad y los años de trabajo dentro de la industria maquiladora.

La Tabla 5, muestra la información descriptiva de dichas variables.

Encuestados	n	Edad		Años trabajados en la industria maquiladora	
		$\mu$	$\alpha$	$\mu$	$\alpha$
Empleados de maquiladoras	204	36.4	11.1	14.5	11.4
Baby boomers	68	53.2	3.4	28.3	4.8
Generación X	68	36.4	3.9	15.1	5.2
Generación Y	68	24.7	2.9	6.2	2.4

**Tabla 5** Estadística descriptiva de los empleados encuestados. Fuente: Elaporaación propia.

Considerando el propósito del estudio de determinar la diferencia entre el estilo de liderazgo de su líder percibido y preferido por los seguidores y la relación entre la variable dependiente e independiente, se realizaron pruebas t y de correlación.

Las pruebas t son utilizadas cuando la diferencia de medias de dos muestras relacionadas se comparan con las puntuaciones de las diferencias individuales de datos pares. La correlación es el método estadístico para probar la probable existencia de relación entre las variables (Bluman, 2007).

En este estudio el MLQ en su versión corta fue utilizado para recolectar la información de las escalas de liderazgo transformacional y transaccional.

Los componentes de la escala transformacional son: la influencia idealizada, consideración individualizada, estimulación intelectual y la motivación inspiracional. Siguiendo las sugerencias de Bass y Riggio (2006), las puntuaciones de estos componentes fueron sumariadas en una sola puntuación.

Las escalas transaccionales incluyen: recompensas contingentes, administración por excepción activa (AEA) y administración por excepción pasiva (AEP).

Dado que las puntuaciones de los factores transaccionales son más independientes uno de otro, estas fueron tratadas de forma individual.

Las diferencias en las puntuaciones de los liderazgos preferidos y percibidos fueron calculadas restando la puntuación percibida de la puntuación preferida.

De esta manera, una puntuación de cero indica que no hay diferencia en las puntuaciones del liderazgo percibido y preferido.

Un número positivo indica la prevalencia del preferido sobre el percibido. Por el contrario, un número negativo indica la prevalencia del percibido sobre el preferido.

Adicionalmente, se analizó la normalidad de las variables utilizando la prueba estadística de Kolmagorov-Smirnov (K-S). Una puntuación no significativa en la prueba indica normalidad de los datos.

En la Tabla 6, se muestran las diferencias en las puntuaciones del liderazgo preferido y percibido. También, se muestra la media, la desviación estándar y la puntuación K-S de las diferencias.

Muestra	Estilo de liderazgo	N	Media	Desviación estándar	K-S
Empleados de maquiladora	Transformacional preferido	204	3.15	.46	.068
	Transformacional percibido	204	2.33	.90	.089
	Contingente preferido	204	3.13	.56	.146
	Contingente percibido	204	2.38	.98	.136
	AEA preferida	204	1.91	.80	.085
	AEA percibida	204	1.90	.89	.072
	AEP preferida	204	1.33	1.25	.115
Baby boomers	AEP percibida	204	1.90	.64	.106
	Transformacional preferido	68	3.07	.49	.045*
	Transformacional percibido	68	2.33	.93	.033*
	Contingente preferido	68	3.11	.64	.169
	Contingente percibido	68	2.4	1.05	.123
	AEA preferida	68	1.77	.88	.043*
	AEA percibida	68	1.85	.93	.035*
Generación X	AEP preferida	68	1.29	.72	.091
	AEP percibida	68	1.88	.63	.081
	Transformacional preferido	68	3.13	.42	.081
	Transformacional percibido	68	2.29	.85	.080
	Contingente preferido	68	3.12	.54	.121
	Contingente percibido	68	2.33	.94	.121
	AEA preferida	68	1.98	.80	.092
Generación Y	AEA percibida	68	1.88	.88	.097
	AEP preferida	68	1.35	.80	.141
	AEP percibida	68	1.92	.66	.111
	Transformacional preferido	68	3.29	.47	.180
	Transformacional percibido	68	2.42	.96	.143
	Contingente preferido	68	3.18	.50	.219
	Contingente percibido	68	2.43	.94	.185
	AEA preferida	68	1.99	.91	.190
	AEA percibida	68	2.03	.84	.150
	AEP preferida	68	1.35	.96	.125
	AEP percibida	68	1.87	.63	.155

**Tabla 6** Estadística descriptiva del cuestionario multifactorial de liderazgo. *Fuente: Elaboración propia*

Los resultados de la Tabla 6 muestran que solo los Baby Boomers presentan diferencias estadísticamente significativas, tanto en el liderazgo transformacional preferido y percibido.

Este dato resulta interesante dado la cantidad de empleados pertenecientes a esta generación y que ocupan puestos de toma de decisiones.

La pregunta de investigación planteó: dentro de los tres cohortes generacionales, hay una diferencia entre el estilo de liderazgo percibido y preferido de los seguidores de su líder? La hipótesis fue probada con la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon, la cual es una prueba no paramétrica para comparar la mediana de dos muestras relacionadas y determinar si existen diferencias entre ellas. Los resultados del análisis incluyen la significancia (valor p), la puntuación z y el tamaño del efecto (r).

Muestra	p	z	r	Significativa
Empleados de maquiladora	.03	14.43	.76*	Si
Baby boomers	.02	9.38	.72*	Si
Generación X	.05	10.33	.68*	Si
Generación Y	.03	8.44	.71*	Si

**Tabla 7** Resultados de la prueba de los rasgos con signo de Wilcoxon. *Fuente: Elaboración propia*

Los resultados obtenidos permiten determinar que hay una diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes cohortes generacionales del estilo de liderazgo transformacional preferido y percibido por los seguidores de su líder. La prueba de los rangos con signo de Wilcoxon una diferencia estadísticamente significativa ( $p=.03$ ,  $z=14.43$ ,  $r=.76$ ). La hipótesis nula es rechazada a favor de la alternativa planteada es confirmada.

## Conclusiones

Este estudio se diseñó para determinar la posible existencia de una diferencia estadísticamente significativa del estilo de liderazgo percibido y preferido en empleados de tres generaciones trabajando en la industria maquiladora en México. Un liderazgo fuerte y empleados comprometidos son necesarios para guiar exitosamente a estos empleados en sus importantes actividades.

Actualmente, dichos empleados pueden simbolizarse por su diversidad y cambio.

En el pasado, los empleados de maquiladora fueron dominados por un mecanismo de liderazgo jerárquico de arriba hacia abajo. Hoy, las organizaciones tienden a un cambio, a empresas más planas con una mayor aceleración a una mezcla de estilos de liderazgo transformacional y transaccional (Alyn, 2010). Por esto se vuelve cada vez más importante que los administradores de hoy apliquen la ecología de saberes (Santos, 2006) y aprendan a desaprender.

La diferencia más significativa en el liderazgo percibido y preferido fue en los empleados pertenecientes al cohorte generacional de los baby boomers; sin embargo, la diferencia en los diferentes cohortes generacionales se presenta. Los resultados muestran que las diferencias existen en la manera en que los seguidores perciben y prefieren el estilo de liderazgo de su líder. El aspecto fundamental de este estudio es que, sí los empleados de las empresas maquiladoras quieren impulsar a sus organizaciones al otro nivel, un mejor entendimiento de la gente que lideran es vital.

De esta manera, el objetivo de este estudio no consiste en proporcionar a los líderes, las preferencias de liderazgo de sus seguidores, sino sugerir que los cohortes generacional deben estar en sintonía con las necesidades de liderazgo de sus seguidores. Por lo tanto, es fundamental para cada una de las generaciones atender dichas necesidades.

Comprender las diferencias entre generaciones en sus preferencias de liderazgo tiene aplicaciones prácticas. Se requiere el análisis de las características generacionales, y a partir de ello establecer nuevas estrategias en las organizaciones (Hernández, et al, 2016).

La industria maquiladora en México se encuentra en una era de cambio sin precedentes, tanto en su misión como estructura organizacional. La bonanza económica que enfrentan con un tipo de cambio por encima de los \$18 pesos y trabajos bien remunerados, los enfrenta constantemente a buscar maneras de mejorar el ambiente organizacional. Ello los vuelve vulnerables a la rotación de personal y a la fuga de talentos entre empresas.

Diversos estudios muestran que el incremento en el uso del liderazgo transformacional permite incrementar el compromiso organizacional (Alyn, 2010; Barling, Weber y Kelloway, 1996). Actualmente, la investigación académica sobre el análisis de tres generaciones juntas en empresas maquiladoras es escaso. Estudios anteriores sobre los factores de motivación en cuatro generaciones de empleados de dichas empresas realizado por Hernández, Espinoza y Aguilar (2016), representan los pocos esfuerzos en analizar el fenómeno de cohortes generacionales en México. Esta escasez proporciona una amplia oportunidad para los investigadores.

La industria maquiladora en México representa un campo fértil para la investigación académica de los empleados de los tres cohortes generacionales. El presente estudio provee de elementos para futuras investigaciones sobre la interacción y efectos de la participación de tres generaciones de empleados trabajando juntos en las empresas.

Todavía hoy, los líderes necesitan obtener un mejor entendimiento del por qué los seguidores permanecen o deciden dejar sus trabajos. Por tanto, más investigaciones necesitan ser desarrolladas sobre cómo promover un incremento en el compromiso de los seguidores.

El abordaje mediante un estudio cualitativo o método mixto que permitan a los encuestados explicar sus respuestas podría proporcionar un mejor conocimiento sobre las razones de los seguidores para decidir continuar en sus trabajos. Este estudio se enfocó en el análisis de tres generaciones de empleados trabajando en la industria maquiladora en México. Mientras muchas similitudes pueden existir, generalizar los hallazgos fuera de la población de estudio podría no ser adecuado. Extender la investigación a otros países y culturas, podría incrementar el entendimiento de los comportamientos por cohorte generacional. Adicionalmente, este estudio puede ser refinado utilizando un método de clasificación, potencialmente más predictivo del comportamiento para ilustrar las preferencias individuales del liderazgo.

El estudio posee varias fortalezas. Una de ellas es la cantidad de empleados encuestados de la industria maquiladora y de cada cohorte generacional. El instrumento utilizado representa otra, dada su validez y confiabilidad. Este estudio permitió que el instrumento utilizado se manejara de forma anónima, con lo que se respetó la confidencialidad de los encuestados.

## Referencias

Alsop, R. (2008). *The trophy kids grow up: How the millennial generation is shaking up the workplace*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

AMAC. (2016). *Reporte mensual de empleos en la industria maquiladora de Ciudad Juárez*. Index Juárez.

Appelbaum, S., Serena, M. y Shapiro, B. (2004). *Generation X and the Boomers: Organizational myths and literary realities*. *Management Research News*, 27(11/12), 1-28.

Avolio, B. y Bass, B. (2004) *Multifactor leadership questionnaire: Manual and sampler set*. Redwood City, CA: Mind Garden.

Barling, J., Weber, T., y Kelloway, E. (1996). *Effects of transformational leadership training on attitudinal and financial outcomes: A field experiment*. *Journal of Applied Psychology*, 81(6), 827-832.

Bass, B. (2000). *The future of leadership in learning organizations*. *The Journal of Leadership Studies*, 7(3), 18-40.

Bass, B. M. (1990). *From transactional to transformational leadership: Learning to share the vision*. *Organizational Dynamics*, 18(3), 19-31.

Bass, B. (1985). *Leadership and performance beyond expectation*. New York, NY: Free Press.

Bass, B. y Riggio, R. (2006). *Transformational leadership*. New York, NY: Psychology.

Bauman, Z. (2003). *Intimations of postmodernity*. Routledge.

Bauman, Z. (1999). *Modernidad líquida*. Buenos Aires. Fondo de Cultura Económica.

Blake, R. y Mouton, J. (1964). *The managerial grid*. Houston, TX: Gulf.

Bluman, A. G. (2007). *Elementary statistics: A step by step approach*. (6th ed.). New York, NY: McGraw Hill.

Boyett, J. (1999). *Hablan los Gurús*. Ed. Norma, Colombia.

Burns, J. M. (2003). *Transforming leadership*. New York, NY: Grove.

- Burns, J. (1978). *Leadership*. New York, NY: Harper & Row.
- Bustillos, S., Rincones, R., Jiménez, P. y Hernández, J. (2009). Los otros nómadas: movilidad laboral internacional de personas altamente calificadas. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
- Cohen, J. (1992) Statistical power analysis. *Current Directions in Psychological Science*, 1(3), 98–101.
- Cohen, J. (1990). Things I have learned so far. *American Psychologist*, 45, 1304-1312.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Analysis for the Behavioral Sciences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Conger, J. y Kanungo, R. (1998). *Charismatic leadership in organizations*. Sage Publications.
- Coupland, D. (1991). *Generation X: Tales of an accelerated culture*. New York, NY: St. Martins.
- Dotlich, D. y Cairo, P. (1999). *Action coaching: How to leverage individual performance for company success*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Downton, J. (1973). *Rebel leadership: Commitment and charisma in the revolutionary process*. New York, NY: Free Press.
- Dulin, L. (2008). Leadership preferences of a Generation Y cohort: A mixed-methods investigation. *Journal of Leadership Studies*, 2(1), 43–59.
- Durkin, D. (2007). Recruiting and retaining Generations X and Y. *Business NH Magazine*, 24(8), 21.
- Dvir, T., Eden, D., Avolio, B., y Shamir, B. (2002). Impact of transformational leadership on follower development and performance: A field experiment. *Academy of Management Journal*, 45(4), 735–744.
- Earle, H. A. (2003). Building a workplace of choice: Using the work environment to attract and retain top talent. *Journal of Facilities Management* 2 (3): 244-257.
- Eisner, S. (2005). Managing generation Y. *Engineering Management Review* 39 (2): 6-18.
- Ferri-Reed, J. (2010). The keys to engaging Millennials. *Journal for Quality and Participation*, 33(1), 31.
- Fleishman, E. (1953). The measurement of leadership attitudes in industry. *Journal of Applied Psychology*, 37(3), 153-158.
- Harris, P. (2005). Boomer vs. Echo Boomer: The work war? *Training and Development* 59 (5): 44-49.
- Hernández, J., Espinoza, J., y Aguilar Arellano, M. (2016). Diferencias en los motivadores y los valores en el trabajo de empleados en empresas maquiladoras. *Contaduría y administración*, 61(1), 58-83.
- Hernández, J., Gallarzo, M. y Espinoza, J. (2011). *Desarrollo organizacional: enfoque latinoamericano*. México: Pearson educación.
- Hersey, P., y Blanchard, K. (1977). *Management of organizational behavior: Utilizing human resources*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Hollander, E. (1978). *Leadership dynamics: A practical guide to effective relationships*. New York, NY: The Free Press.



- Hollander, E. y Webb, W. (1955). Leadership, followership, and friendship: An analysis of peer nominations. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 50(2), 173–167.
- Hoover, E. (2009). The Millennial muddle. *Chronicle of Higher Education*, 56(8), 1-34.
- Hopen, D. (2010). The changing role and practices of successful leaders. *The Journal for Quality and Participation*, 33(1), 4.
- House, R. (1971). A path-goal theory of leader effectiveness. *Administrative Science Quarterly*, 16, 321-338.
- House, R. y Mitchell, T. (1974). Path-goal theory of leadership. *Journal of Contemporary Business*, 3, 81-97.
- Howe, N. y Strauss, W. (2000). *Millennials Rising: The next great generation*. New York, NY: Vintage.
- Jeffries, F. y Hunte, T. (2004). Generations and motivation: A connection worth making. *Journal of Behavioral and Applied Management*, 6(1), 37–70.
- Johnson, L. (2006). *Mind your X's and Y's: Satisfying the 10 cravings of a new generation of consumers*. New York, NY: Free Press.
- Jurkiewicz, C. (2000). Generation X and the public employee. *Public Personnel Management*, 29(1), 55-74.
- Kellerman, B. (2008). *Followership: How followers are creating change and changing leaders*. Boston, MA: Harvard Business Press.
- Kouzes, J., y Posner, B. (2007). *The leadership challenge*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Kupperschmidt, B. (2000). Multigeneration employees: Strategies for effective management. *Health Care Manager*, 19(1), 65–76.
- Kunreuther, F. (2003). The changing of the guard: What generational differences tell us about social-change organizations. *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly*, 32, 450–457.
- Likert, R. (1967). *The human organization: Its management and value*. New York, NY: McGraw-Hill.
- McClelland, D. (1961). *The achieving society*. Princeton, NJ: D. Van Nostrand.
- McGregor, D. (1960). *The human side of enterprise*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Mckenzie, D. y Sasin, M. (2007). *Migration, Remittances, Poverty and Human Capital. Conceptual and Empirical Changes*. World Bank Policy Research Working Paper. Washington.
- McMillan, J. H. (2008) *Educational research: Fundamentals for the consumer*. Boston, MA: Pearson.
- Mertens, D. M. (2005). *Research and evaluation in education and psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Morton, L. (2001). Segmenting publics: Segmenting Baby Boomers. *Public Relations Quarterly* 46(3): 46-47.
- Muetzel, M. (2003). *They're not aloof...just Generation X: Unlock the mysteries of today's human capital management*. Shreveport, LA: Steel Bay.

- Park, S. y Rainey, H. (2008). Leadership and Public Service Motivation in US Federal Agencies. *International Public Management Journal*, 11(1): 109-142.
- Paarlburg, L., y Lavigna, B. (2010). Transformational leadership and public service motivation: Driving individual and organizational performance. *Public Administration Review*, 70(5), 710–718.
- Peiró, J. (2004). El sistema de trabajo y sus implicaciones para la prevención de los riesgos psicosociales en el trabajo. *Univ. Psychol. Bogotá, Colombia*, 3 (2): 179-186, julio-diciembre.
- Rainer, T. y Rainer, J. (2011). *The Millennials: Connecting to America's largest generation*. Nashville, TN: R & H Publishing.
- Rawlins, C., Indvik, J. y Johnson, P. (2008). Understanding the new generation: What the Millennial cohort absolutely, positively must have at work. *Journal of Organizational Culture, Communications, & Conflict*, 12(2), 1–8.
- Renn, M. (2008). Issues and observations: Debunking generational differences. *Leadership in Action*, 28(1), 23–24.
- Santos, B. (2006). *Renovar la teoría crítica y reinventar la emancipación social (encuentros en Buenos aires)*. Clacso Libros.
- Simons, N. (2010). Leveraging generational work styles to meet business objectives. *Information Management*, 44(1), 28-33.
- Singham, M. (2009). More than Millennials: Colleges must look beyond generational stereotypes. *Chronicle of Higher Education*, 56(8), 104.
- Swenson, C. (2008). Next generation workforce. *Nursing Economics*, 26(1), 64–60.
- Tolbize, A. (2008). Generational differences in the workplace. *Research and training center of community living*, 19, 1-13.
- Tulgan, B. (2003). *Generational shift: What we saw at the workplace revolution*.
- Twenge, J., Konrath, S., Foster, J., Campbell, K., y Bushman, B. (2008). Egos inflating over time: A cross-temporal meta-analysis of the Narcissistic Personality Inventory. *Journal of Personality*, 76(4). 875–902.
- Wang, Y. y Huang, T. (2009). The relationships of transformational leadership with group cohesiveness and emotional intelligence. *Social Behavior and Personality*, 37(3), 379–392.
- Weber, M. (1947). *The theory of social and economic organizations*. Translated by T. Parsons. New York, NY: Free Press.
- Weston, M. (2006). Integrating generational perspectives in nursing. *Online Journal of Issues in Nursing*, 11(2), 12.
- Yukl, G. (2006). *Leadership in organizations*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.449.

## Diseño de un modelo matemático para determinar los valores ideales de variables en el crecimiento óptimo de una planta de jitomate en invernadero

MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, Sergio\*†, LAGUNA-AGUILAR, Fabiola María del Carmen, SERRANO-CABALLERO, Amando Gabriel y GUERRERO-REYES, Rosalba

*Cuerpo Académico Optimización de Procesos Productivos de la Universidad Tecnológica Tula-Tepeji. Avenida Universidad Tecnológica Núm. 1000, Col. El 61, El Carmen, Tula de Allende Hidalgo., C.P. 42830*

Recibido Enero 13, 2016; Aceptado Marzo 04, 2016

### Resumen

En la actualidad existe una problemática ambiental que impacta seriamente en nuestros cultivos, algunos de ellos son la contaminación de agua, suelo y aire. Esto afecta directamente la productividad del campo. Un ejemplo claro de esto son los que se dedican al cultivo del jitomate. El siguiente proyecto presenta una propuesta para optimizar el crecimiento del jitomate, a través de un modelo matemático Diseño Factorial, metodología que nos permite manipular los parámetros significativos para obtener el mayor crecimiento de la planta, y con ellos mayor producción de jitomate en periodos cortos de tiempo, a lo largo del año. Las variables que se tomaron en cuenta son la temperatura y la humedad, teniendo como variable de salida el desplazamiento lineal.

**Optimización, Variables, Desplazamiento lineal, Factores**

### Abstract

At present there is an environmental problem that will seriously impact our crops, some of which are contamination of water, soil and air. This directly affects the productivity of the field. A clear example of this are those devoted to growing tomatoes. The next project is a proposal to optimize the growth of tomatoes through a mathematical model manipulating the significant parameters for the further growth of the plant, and with them increased production of tomatoes in short periods of time throughout the year. The variables taken into account are temperature and humidity, with the output variable linear displacement.

**Optimization, variables, linear displacement**

**Citación:** MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, Sergio, LAGUNA-AGUILAR, Fabiola María del Carmen, SERRANO-CABALLERO, Amando Gabriel y GUERRERO-REYES, Rosalba. Diseño de un modelo matemático para determinar los valores ideales de variables en el crecimiento óptimo de una planta de jitomate en invernadero. Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico. 2016. 3-6: 36-42

\*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: sergio.martinez@utt.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

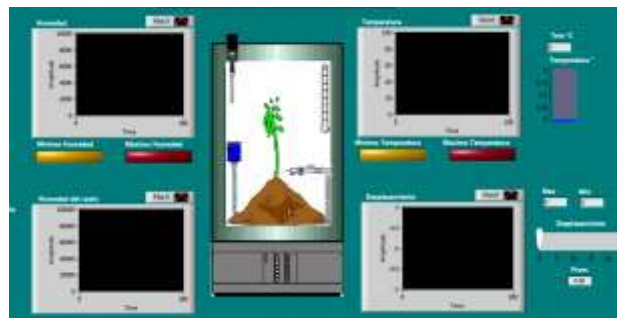
De acuerdo a lo que se ha visto en los últimos años, los productores de jitomate presentan serios problemas a la hora de sembrar y de igual manera al cosechar por ejemplo, el esperar aproximadamente 4 meses para la recolección de su producto, aunque en ocasiones el tiempo para cosechar es variante ya que las distintas estaciones del año les afecta por las variaciones de temperatura, humedad y la radiación solar entre otras que se presentan a lo largo del periodo de cultivo.

Es importante mencionar que la actividad agrícola es fundamental para el desarrollo del campo y de sus habitantes, por tal motivo nos hemos dado a la tarea de trabajar continuamente aplicando el modelo matemático que permita optimizar la producción del jitomate, como es el caso en este trabajo, sin embargo existe una gran cantidad de productos agrícolas que se pueden aplicar modelos matemáticos de optimización de la producción y obtener productos eficientemente y a corto plazo. Aún falta trabajo pero es un inicio obtener estos resultados como lo es la disminución en el periodo de crecimiento de la planta.

En este artículo se describe la experimentación en dos etapas, la primera se habla del prototipo de un invernadero diseñado con la finalidad de llevar a cabo la experimentación involucrando sensores de humedad, temperatura y desplazamiento, la segunda el modelo matemático Diseño Factorial que es una técnica que se facilita obtener resultados concretos y fácil de interpretar, con dos factores y una variable de salida, asimismo los resultados y conclusiones correspondientes. Se trabajó bajo una hipótesis concreta diciéndonos que la aplicación de un modelo matemático eficientar el crecimiento de la planta de jitomate.

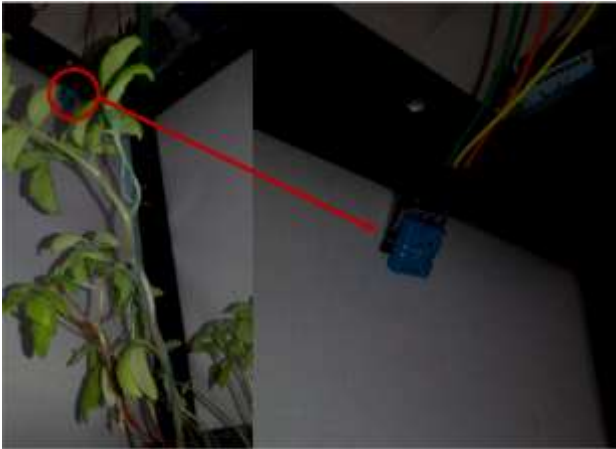
## Materiales y métodos

El experimento fue realizado a través de un prototipo de invernadero, donde se controlaron dos variables del proceso de producción, para analizar y observar el crecimiento de la planta, con tres sensores, el HC SR04, DHT11 y el óptico, de temperatura, humedad y desplazamiento respectivamente. El desarrollo del panel para el monitoreo de las variables fue realizado en el programa de LabVIEW, como se muestra en la figura 2 ubicando las principales variables a medir dentro del prototipo, en el cual como se mencionó anteriormente se agregaron la temperatura, humedad en el ambiente, humedad en el suelo y el desplazamiento (Crecimiento de la planta).



**Figura 1** Pantalla principal de Lab VIEW. Fuente: *Elaboración propia (2015)*

La ubicación de los sensores en el prototipo del invernadero, fueron ubicados estratégicamente de tal manera que se obtuvieran los mejores datos de medición; como se muestra en la Figura 2. Los datos del desplazamiento de la planta se obtuvieron al ejecutar el programa, los valores obtenidos se graficaron cada diez mediciones, en el programa de Lab VIEW.



**Figura 2** Ubicación de los sensores. Fuente: *Elaboración propia (2015)*

Se examinaron los factores y haciendo variar los parámetros para lograr el desplazamiento lineal de forma horizontal de la planta, propiciando un acelerando crecimiento, al variar los niveles de los factores, sin embargo es importante mencionar que se pueden emplear más factores, pero los costos de la investigación aumentan considerablemente.

El propósito es optimizar la producción, al cambiar los niveles de los factores a través del modelo es posible regular ciertos factores involucrados en el crecimiento del jitomate, de esta manera la planta crecería con mayor rapidez.

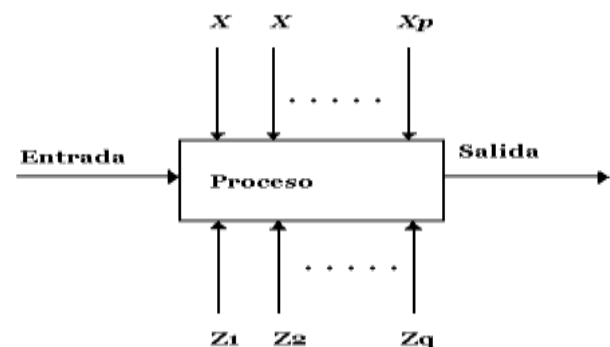
Para lograr esta investigación se realizaron pruebas, con 18 plantas de jitomate para hacer la evaluación de su crecimiento en diversas etapas y poder definir qué condiciones son las que dan los mejores resultados.

El monitoreo de las variables será llevado a cabo mediante un programa en el software Lab VIEW, donde se graficarán los valores obtenidos por medio de herramientas que el software proporciona, obteniendo los datos de sensores a través de una tarjeta de adquisición de datos Arduino MEGA.

En la actualidad, los productores de jitomate se enfrentan a diversas problemáticas, tanto al sembrar como al cosechar, debido a que el crecimiento del jitomate es muy variable y hay muchos factores que pueden intervenir en su crecimiento como son: las estaciones del año, la radiación solar, la humedad o temperatura a la que están expuestas, o incluso a los nutrientes que les sean suministrados. La tecnología ha tenido una evolución muy grande en los últimos años por lo cual es posible la utilización de diversos softwares para optimizar este tipo de producciones.

### Caracterización del proceso de crecimiento de la planta

Se aplicó la metodología del diseño factorial aplicando (ANOVA), definiendo el proceso del experimento siendo esta una prueba o ensayo y un diseño de experimento sabemos que son pruebas donde las variables involucradas en la entrada de un proceso pueden ser variadas para la observación de resultado, o respuestas de salida, bajo la identificación de las causas que producen estos cambios. Durante cualquier proceso existen variables que pueden ser controladas  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_p$  y otras que no pueden  $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_q$ , aunque para efectos de alguna prueba si pudieran ser controlables. Ver figura 2.



**Figura 3** Diseño general de un proceso. Fuente: *Diseño y análisis de experimentos; Douglas C. Montgomery*

Son dos factores durante el proceso de la calibración: la humedad (A), (B) la temperatura.

Es sencillo controlar la temperatura y la humedad. Sin embargo, para poder realizar este experimento se decide poner todo lo necesario para tener éxito.

Se elige dos niveles de humedad relativa, (60%, 70%), tres niveles de temperatura (20 °C, 25°C, y 30°C). Se decide correr tres réplicas de un diseño factorial con estos dos factores.

La variable de respuesta que se está investigando es el desplazamiento lineal de la planta de jitomate.

Una vez que ya identificamos las variables que pueden ser controlables, y los instrumentos confiables para su operación, así como el diseño factorial, se procede a realizar el experimento, con tres plantas iniciándolas con 21 cm de altura, obteniendo datos de las mediciones realizadas, de tal manera que podamos cambiar los valores de las magnitudes como son la temperatura y la humedad.

Este diseño basado en un modelo matemático de Diseño Factorial, se puede ver en la siguiente tabla 1.

		Temperatura (B)		
		20 °C	25 °C	30 °C
Humedad	60%	28.0	29.5	28.5
		28.5	30.0	29.0
		29.0	31.0	29.3
	70%	23.0	23.5	22.0
		23.5	24.0	22.5
		24.0	26.0	23.0

**Tabla 1** Diseño factorial. Fuente: Elaboración propia (2016)

### Planteamiento de la hipótesis

El Diseño de experimentos nos permitirá aprobar o rechazar la hipótesis establecida:

$$H_0: \mu = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 \quad (1)$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \quad (2)$$

Si  $F_0$  es mayor que  $F_\alpha$  Se rechaza  $H_0$   
Hipótesis Nula

Si  $F_0$  es menor que  $F_\alpha$  Se acepta  $H_0$   
Hipótesis Alternativa

$$\text{Con: } \alpha = 0.05$$

La solución se realiza a través del software Minitab, cargando los datos y obteniendo los siguientes resultados, como se ilustra en la tabla 2.

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value
Model	5	156.69	31.33	57.91
linear	3	155.148	51.71	95.57
Humedad (A)	1	146.205	146.2	270.1
Temperatura (B)	2	8.943	4.47	8.26
Iteración	2	1.543	0.772	1.43
Humedad (A)*Temperatura (B)	2	1.543	0.772	1.43
Error	12	6.493	0.541	
Total	17	163.185		

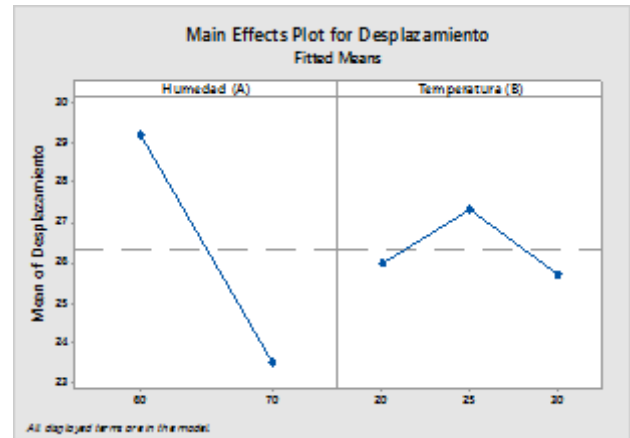
**Tabla 2** Solución del diseño factorial, mediante software Minitab. Fuente: Elaboración propia (2016)

En esta solución nos indica que los datos obtenidos para la humedad, temperatura y la relación entre ambos factores es los siguiente respectivamente con un  $\alpha = 0.05$ , la humedad  $F_{0=} 270.1$  calculada y la  $F\alpha = 4.75$  obtenida de tablas, temperatura  $F_{0=} 8.26$  calculada y la  $F\alpha = 6.93$  obtenida de tablas, para la iteración entre ambos factores es  $F_{0=} 1.43$  calculada y la  $F\alpha = 6.93$  obtenida de tablas, lo que nos indica que la hipótesis nula se acepta y la hipótesis alternativa se rechaza, lo que nos indica que existe influencia entre la humedad y la temperatura para el crecimiento del jitomate, asimismo existe una relación entre ambos factores tal y como se en la iteración Plot for desplazamiento, véase graficas 1 y 2.

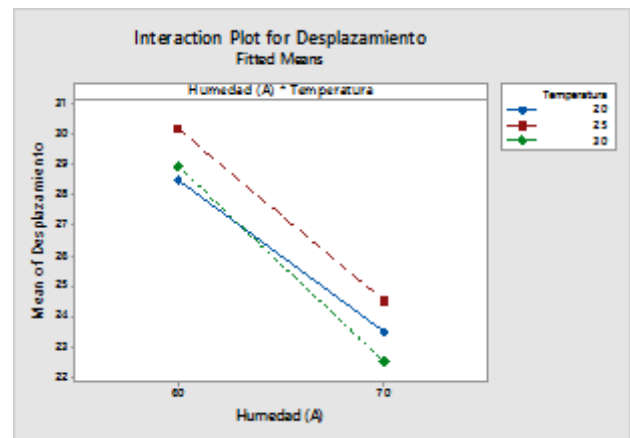
En el proceso de crecimiento de la planta de jitomate bajo condiciones controlables como son la humedad, la radiación solar y otras magnitudes de influencia que puedan afectar el crecimiento, así como el lugar donde se efectuara el experimento, se debe contar con el prototipo del invernadero, asimismo las condiciones necesarias a fin de evitar magnitudes de influencia que aun cuando no participan en el proceso, si influyen en el resultado del crecimiento de la planta, se recomiendo utilizar un sistema de aire acondicionado para obtener el control de la temperatura afín de evitar que perjudique la respuesta de salida.

### Graficas de resultados

Las gráficas nos presentan el grado de influencia que tienen con el crecimiento del jitomate, así como los parámetros óptimos de mayor crecimiento.



**Gráfico 1** Comportamiento de la humedad y temperatura.  
Fuente: (Empresa, 2016)



**Gráfico 2** Comportamiento de la humedad y temperatura  
Fuente: (Empresa, 2016)

En la segunda etapa se diseñó el modelo de diseño factorial se aplicó en el prototipo de invernadero.

Lo que nos muestra el gráfico 1 es que la humedad óptima es del 60% y la temperatura de 25 °C. Lo que indica una salida de 29.5 cm de crecimiento.

## Resultados y discusión

Después de definir la problemática actual de los cultivos del campo y la importancia de trabajar en investigaciones encaminadas a mejorar la productividad de los cultivos de hidroponía, por tal motivo los trabajos que actualmente estamos llevando a cabo son con la finalidad de apoyar este sector productivo, esta es la justificación del proyecto. Se trabajó con el diseño factorial el cual nos permitió optimizar el desplazamiento de la planta de jitomate, así como diseñar un prototipo de invernadero automatizado que nos permitió monitorear y controlar los niveles de los factores, a través de un software de instrumentación virtual, para analizar el crecimiento del tallo de la planta variando los parámetros de humedad y temperatura, estos datos obtenidos como resultados en esta primera etapa, nos indica que la mejor humedad y temperatura es a 60% y 25 °C, respectivamente, valores que le permiten a la planta tener mayor crecimiento de aproximadamente de 5 a 8 cm, y el desarrollo durante un 15 días de prueba que se realizó; sin embargo esta es una primera etapa de la investigación, tan solo con dos factores y dos y tres niveles, aún falta mucho por trabajar, pero es importante mencionar que incorporando factores como la radiación solar, nutrientes podemos tener mejores resultados en la investigación

## Conclusiones

Las herramientas estadísticas permiten el mejor control de los procesos, ya que un proceso medido es un proceso controlado. Pero su aplicación es más efectiva si se sigue una metodología para la soluciones de problemas; DISEÑOS FACTORIALES, este tipo de metodologías están basadas en herramientas estadísticas para la optimización de procesos. De esta manera las soluciones son más puntuales, asertivas y optimas porque dirigen los esfuerzos de manera más objetiva.

El Diseño Factorial es de gran ayuda para poder optimizar e identificar los problemas, estos son los más eficientes para este tipo de experimentos, donde se investiga todas las combinaciones posibles de los niveles de los factores y su porcentaje de afectación y por lo siguiente analizarlos para mejorar el proceso e identificar claramente cuáles son los factores óptimos para su crecimiento.

El Diseño factorial es un tipo de experimento diseñado que permite estudiar los efectos que pueden tener varios factores sobre una respuesta. Al realizar un experimento, el hecho de variar los niveles de todos los factores al mismo tiempo en lugar de uno a la vez permite estudiar las interacciones entre los factores.

Finalmente se realizó un análisis de impacto dando como resultado del experimento donde se obtuvo los valores ideales de mayor crecimiento de la planta.

La generación de nuevos conocimientos el apoyo a los diversos sectores de nuestra sociedad y la transmisión del conocimiento es parte fundamental del Cuerpo Académico y la participación de estudiantes en el proyecto, sin embargo falta mucho camino que recorrer.

## Referencias

R. E. Walpole, R.H. Myers. Probabilidad y Estadística para Ingenieros. Interamericana. 2. Irwin R. Miller, John E. Freud, Richard Jhonston.

Probabilidad y Estadística para Ingenieros. Prentice Hall. 3. Richard I. Levin, David s. Rubin. Estadística para Administradores. Prentice Hall. 4. Murria Spiegel, John Schiller, R. Alu Srinivasan.



Probabilidad y Estadística. Mc. Graw - Hill. 5.  
Paul L. Meyer. Probabilidad y Aplicaciones  
Estadísticas. Fondo Educativo Interamericana.

Diseño y Análisis de Experimentos  
Montgomery segunda edición. Limusa Wiley.  
2012

Anderson, Sweeney, Williams, Estadística para  
administración y economía. Editorial Thomson  
2. Carot Vicente

Control estadístico de la calidad. Editorial Alfa  
Omega 3. Montgomery, Runger.

Probabilidad y estadística aplicadas a la  
ingeniería. Editorial Mc Graw Hill 4.  
Montgomery C.D., Introduction to statistical  
quality control, 4th Edition, John Willey and  
Sons, Inc. 5. R.E. Walpole, R.H. Myers.

Probabilidad y estadística para ingenieros.  
Editorial Interamericana 6. Murria Spiegel,  
John Schiller, R. Alu Srinivasan.

Probabilidad y estadística. Editorial Mc Graw  
Hill 7. Meyer L. P, Probabilidad y aplicaciones  
estadísticas, Editorial Fondo Educativo  
Interamericano 8. Irwin Miller, John E. Freuno

Probabilidad y estadística para ingenieros,  
Editorial Prentice - Hall 9. Erwin Kreyszing,  
Estadística matemática, Editorial Limusa 10.  
Spiegel Murray R, Probabilidad y estadística,  
Editorial Mc Graw - Hill

## Diseño y construcción de un prototipo de Calculadora Fiscal

SÁNCHEZ-TIZAPANTZI, Pedro\*†, AGUILAR-PÉREZ, Esmeralda y RODRÍGUEZ-GARCÍA, Fernando

*Instituto Tecnológico de San Martín Texmelucan C.P. 74120 Puebla, Pue.*

Recibido Enero 13, 2016; Aceptado Marzo 10, 2016

### Resumen

El objetivo de la investigación es el diseño y construcción de un prototipo de una calculadora fiscal que sirva para la determinación de las contribuciones a las que son sujetos los contribuyentes, existen una gran diversidad de aplicaciones que son hojas de cálculo con fórmulas que determinan las contribuciones, pero no existe un calculadora física que permita el cálculo integral de los impuestos. Por lo que con este proyecto multidisciplinario se pretende construir dicho prototipo. En esta ponencia se presentan los antecedentes y el fundamento teórico del diseño del prototipo de la calculadora fiscal. El impacto de este trabajo es contribuir a la disminución de la evasión fiscal y al fomento de la cultura del pago de impuestos en nuestro país, dotando a los contribuyentes de herramientas tecnológicas para que realicen sus cálculos fiscales.

### Abstract

The objective of the research is the design and construction of a prototype of a tax calculator that serves for the determination of contributions to which are subject taxpayers, there are a wide variety of applications that are spreadsheets with formulas that determine the contributions but there is no physical calculator that allows comprehensive tax calculation. So with this multidisciplinary project aims to build the prototype. In this paper the background and theoretical basis for the design of the prototype of the tax calculator are presented. The impact of this work is to contribute to the reduction of tax evasion and promoting tax culture in our country, giving taxpayers technological tools to do their tax calculations.

**Tax calculator, prototype, fabrication**

### Calculadora fiscal, prototipo, fabricación

**Citación:** SÁNCHEZ-TIZAPANTZI, Pedro, AGUILAR-PÉREZ, Esmeralda y RODRÍGUEZ-GARCÍA, Fernando. Diseño y construcción de un prototipo de Calculadora Fiscal. Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico. 2016. 3-6: 43-49

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: pedro\_san\_tiza@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Actualmente las calculadoras fiscales que existen son hojas de cálculo que permiten determinar las contribuciones, pero no se ha desarrollado una calculadora física que procese información fiscal.

Dentro de una calculadora básicamente lo que veremos es lo siguiente: Un teclado o entrada, que no es más que una pequeña pieza de plástico con unas cuarenta teclas, con una membrana de goma debajo y un circuito sensitivo al tacto pegado a él. Un procesador, que es un microchip que hace todo el trabajo más duro. La salida es una pantalla de cristal líquido (LCD) para mostrar los números que vas tecleando y los resultados de los cálculos. La alimentación del dispositivo, que es una pequeña batería de larga duración, o incluso un panel solar para proporcionar energía de forma autónoma.

Cada vez que se pulsa una tecla, ocurren una serie de cosas en una rápida sucesión. Según se aprieta el plástico duro, se comprime la membrana de goma que hay debajo. Esto es de algún modo un trampolín en miniatura que activa un minúsculo botón posicionado directamente bajo cada tecla, y más abajo, un espacio vacío. El botón de goma es presionado creando un contacto eléctrico entre dos capas del sensor del teclado, el cual es detectado por el circuito del propio teclado.

El procesador o chip averigua la tecla que se ha presionado. Un circuito en el procesador activa los segmentos apropiados en la pantalla correspondiente al número que se ha elegido. Si se presionan más números o teclas, el procesador los mostrará en la pantalla, y lo seguirá haciendo hasta que pulses otra tecla que haga referencia a una operación, como por ejemplo de sumar o multiplicar.

Sin embargo, aunque una calculadora pueda mostrar números decimales del 0 al 9, no significa que los pueda entender de la manera que lo hacemos nosotros.

Al igual que los ordenadores, las calculadoras trabajan usando un sistema de numeración totalmente diferente llamado código binario, basado únicamente en dos números, unos y ceros.

En el sistema decimal, las columnas de números corresponden a unos, dieces, cientos, miles, y así sucesivamente, pero en binario las mismas columnas representan potencias de dos.

Las calculadoras no tienen dedos, y como se ha comentado al principio, lo que tienen son miles de conmutadores electrónicos llamados transistores, que puedes estar encendidos o apagados.

Una calculadora puede almacenar números decimales conmutando una serie de transistores en un esquema binario.

## Estudio técnico de la construcción de la calculadora fiscal

Para la realización de este prototipo se deben identificar los aspectos técnicos y los costos asociados que implican la realización del mismo con el fin de determinar su factibilidad técnica y económica.

Lo anterior compromete la observación del marco legal de los cálculos que realizará la calculadora fiscal, así como en su correspondiente proceso constructivo. También será necesario determinar y organizar los recursos e insumos, para finalmente elaborar el presupuesto del prototipo y el flujo de efectivo.

### Impacto Ambiental

Desde el punto de vista práctico la realización de la calculadora fiscal representa una alternativa de uso ante los inconvenientes presentados en el proceso de cálculo de impuestos; además de representar una opción accesible desde el punto de vista tecnológico con calidad nacional, confiabilidad, disminución del tiempo muerto, reducción del impacto ambiental; puesto que permitiría dar respuestas inmediatas evitando la propagación del uso de papel en un tiempo prolongado, por otra parte permitirá que los contribuyentes cumplan con sus obligaciones fiscales al determinar sus impuestos fácilmente.

### Impacto Social del Proyecto

Al llevar a cabo este proyecto, se estará impulsando el cumplimiento oportuno y espontaneo de los contribuyentes ya que genera una herramienta para el cálculo, además en su aplicación y diseño se generan 4 puestos de trabajo a través las residencias profesionales de los egresados del instituto de las carreras de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Electrónica, y Contador Público; además de convertir al instituto como pionero en la creación y distribución de este prototipo de calculadora fiscal, contribuyendo de esta manera con el desarrollo económico de la región.

### Análisis FODA

Para sostener algunas ventajas de la calculadora fiscal tenemos varios puntos los cuales son:

- Ahorrara tiempo en el cálculo de los impuestos ya que simplifica la contabilidad de los contribuyentes.
- Es portátil, no requiere medios digitales ni internet.
- El diseño de la calculadora estará a cargo de alumnos y docentes del instituto.

- Esta calculadora es única en su especie
- Las piezas, circuitos y demás insumos se fabricaran en el instituto lo que genera costos bajos.

Dentro de las desventajas a fortalecer tenemos:

- Ya existen calculadoras fiscales pero en medios electrónicos a través de softwares y plantillas en hojas de cálculo.

### Especificaciones del prototipo

El desarrollo del prototipo está basado en el diseño mecánico y electrónico ya que la Calculadora Fiscal es un potente ordenador que permite realizar cálculos de los impuestos a que se sujetan los contribuyentes Personas Físicas de acuerdo a las modalidades y regímenes que enmarca la actual Ley de Impuesto Sobre la Renta, la Ley de Impuesto al Valor Agregado y la Ley de Impuesto Especial sobre Productos y Servicios.

La solución que presenta la presente invención es la determinación de impuestos sin necesidad del uso del internet ya que con este dispositivo se obtienen los cálculos adecuados, internamente la Calculadora Fiscal, posee una placa de circuitos internos (1) y una memoria en los cuales se han incluido las tablas y tarifas vigentes y oficiales para calcular las retenciones y pagos provisionales correspondientes al periodo, régimen tributario e impuesto que corresponda.

Así mismo, en la parte de circuitos internos se encuentran programadas las fórmulas y procedimientos que de acuerdo con las leyes y lineamientos competentes en materia, conllevan a la determinación correcta del impuesto respectivo.

### Ventajas técnicas del prototipo

Las ventajas técnicas que presenta la calculadora fiscal descrita son: En tal caso se precisa que la calculadora fiscal está programada para realizar el cálculo de impuesto de las contribuyentes personas físicas que tributan de acuerdo al título IV de la Ley de Impuesto Sobre la Renta bajo los siguientes regímenes y con las siguientes formulas:

- Determinación de ISR de los ingresos provenientes de Sueldos y Salarios.
- Determinación de ISR de los Ingresos provenientes de Actividad empresarial.
- Determinación de ISR de los ingresos provenientes la Prestación de Servicios Profesionales.
- Determinación de ISR del Régimen de Incorporación fiscal.
- Determinación de ISR de los Ingresos por Arrendamiento y en general por Otorgar el Uso o Goce temporal de Bienes Inmuebles.
- Determinación de ISR a efectos de Declaración Anual de los ingresos derivados de 2 o más de las actividades antes mencionadas.
- Determinación de IVA.
- Determinación de IEPS.

Externamente la estructura física de la Calculadora Fiscal consta de una carcasa de 15 cm de Ancho por 20 de largo. El panel frontal (2) en la parte superior, consta de una pantalla LED con capacidad para mostrar el resultado de un cálculo con un máximo de 10 dígitos numéricos. Y en la parte inferior, cuenta con 29 teclas distribuidas de forma uniforme y que están grabadas con siglas que indican la función que desempeñan, tal como se indica.

Mientras que, la parte trasera (3) solo se posee una pequeña ranura con una tapa removible que permite intercambiar las baterías, misma que deben ser AA: R03 (UM-4).

### Estructura física del prototipo

La estructura Física de la calculadora consta de una carcasa de 15 cm de Ancho por 20 de largo. En la parte frontal superior, la calculadora posee una pantalla LED con capacidad para mostrar hasta 10 dígitos numéricos.

En la parte frontal inferior se cuenta con 27 teclas que están grabadas con siglas que indican la función que desempeñan y que están distribuidas de forma uniforme. Mientras que, la parte trasera solo se posee una pequeña ranura con una tapa removible que permite intercambiar las baterías de carga.

### Uso y Cifrado de Teclado

El teclado de la calculadora está integrado con 29 teclas cuyas funciones específicas deberán ser consultadas en la sección de uso y cifrado del teclado, así como en la sección Cálculos con Funciones.

En cuanto a la parte numérica y operacional, el teclado consta de: Diez dígitos del 0 al 9 y el punto decimal, el signo igual para obtener el resultado, tres operaciones Aritméticas: suma, resta, y multiplicación y el botón (OK) para confirmar la operación en curso.

### Cálculos con Funciones

El teclado de la calculadora está integrado con 29 teclas cuyas funciones específicas deberán ser consultadas en la sección de uso y cifrado del teclado, así como en la sección Cálculos con Funciones. En cuanto a la parte numérica y operacional, el teclado consta de: Diez dígitos del 0 al 9 y el punto decimal, el signo igual para obtener el resultado, tres operaciones Aritméticas: suma, resta, y multiplicación y el botón (OK) para confirmar la operación en curso.

## Metodología a desarrollar

### Recolección de datos

Las fuentes primarias de información que se utilizaron para obtener información necesaria para el proyecto es la aplicación de una encuesta al usuario, esto se hizo de manera personal en la zona centro de San Martín Texmelucan de la misma forma se envió la encuesta por correo electrónico a los agremiados de las instituciones representadas por los síndicos de contribuyentes de la ALAC Puebla Sur. Se eligió la encuesta por ser la técnica que nos permite recolectar datos estadísticos que se realizan a una muestra de la población, que incluya instrucciones para el encuestado y que lo guíe en la forma de contestar el listado de preguntas dicotómicas sobre los diferentes aspectos motivo de estudio. Utilizando la fórmula para calcular el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{e^2 (N - 1) + Z^2 \sigma^2} \quad (1)$$

Donde:

n: tamaño de la muestra

N: tamaño de la población

$\sigma$ : Desviación estándar de la población

(0,5).

Z: Nivel de confianza, se toma en relación al 95% de confianza equivale a 1,96.

e = Límite aceptable de error muestra del 9% (0,09).

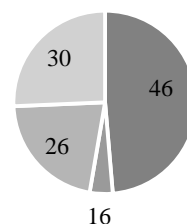
Datos	
N=	95,000
$\sigma$ =	0.5
Z= Confianza del 95%	1.96
E	0.09

**Tabla 1** Datos para calcular la muestra. *Fuente: Elaboración propia*

De acuerdo con el resultado arrojado de aplicar la fórmula estadística de tamaño de la muestra, para nuestro estudio se tomará una muestra de 118 elementos para poder realizar el estudio de factibilidad de la calculadora fiscal, en el área de San Martín Texmelucan, Puebla.

### Análisis y gráficas de las encuestas aplicadas

¿Qué tipo de calculadoras ha utilizado?

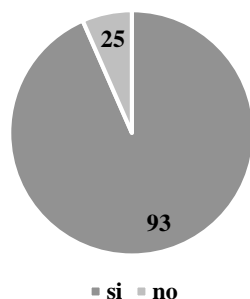


- a) Científicas
- b) Financieras
- c) Prácticas o sencillas
- d) De la computadora

**Gráfico 1** Principales calculadoras que utilizan. *Fuente: Elaboración propia*

Se puede percibir que la mayoría de los contadores usan una calculadora convencional como lo es la de tipo científica o por su mayor practicidad la de la computadora y pocos utilizan una calculadora especializada en el área contable como son las financieras.

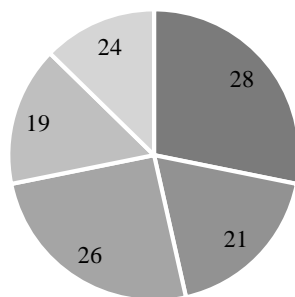
**¿Le gustaría tener acceso a una calculadora fiscal que le ayude en el cálculo de sus impuestos?**



**Gráfico 2** Cuántas personas desean tener acceso a una calculadora fiscal. *Fuente: Elaboración propia*

A la mayoría de los contadores les gustaría tener acceso a una calculadora fiscal que le ayude en el cálculo de impuestos porque le ahorraría mucho tiempo y le sería mucho más práctico que hacerlo de una forma tradicional.

**¿Qué cálculos de impuestos le gustaría que tuviera ésta calculadora?**



- a) Cálculo de ISR
- b) Cálculo de IVA
- c) Cálculo de IEPS
- d) Servicios Profesionales
- Otro

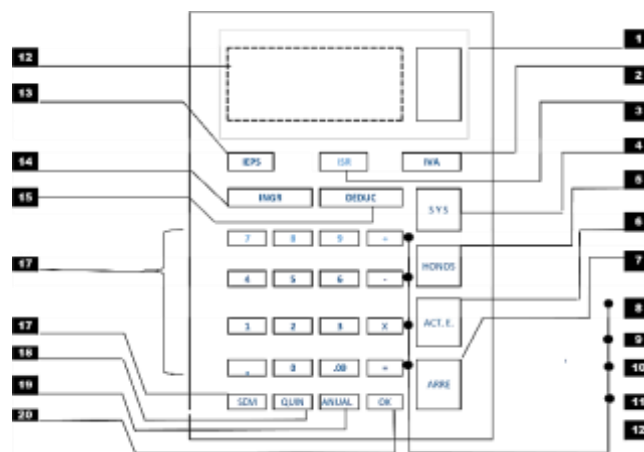
**Gráfico 3** Principales cálculos de impuestos para la calculadora. *Fuente: Elaboración propia*

Se pretende que las funciones de la calculadora realicen los cálculos de impuestos más utilizados de acuerdo a las leyes fiscales.

De las personas que contestaron que sí comprarían una calculadora fiscal el precio propuesto que más se les hizo accesible sería una de \$1,000.00, aunque no se descartó la posibilidad de pagar más por ser un producto novedoso y según las características que se pretenden para esta herramienta.

## Resultados

Este prototipo hace referencia a la creación de una calculadora fiscal, que sirve para el cálculo y determinación del importe de los impuestos ISR, IVA y IEPS relativos a los regímenes tributarios en que tributan los contribuyentes personas físicas, mediante la programación interna de las fórmulas de cálculo así como las tarifas y montos vigentes relativos.



**Figura 1**

## Agradecimiento

Al Tecnológico Nacional de México a través del financiamiento de proyectos de investigación modalidad en línea de investigación.

**Referencias**

Baca, U. G. (2008) Evaluación de Proyectos 4a. ed., Editorial Mc Graw Hill, México.

Climont, B. R. (2005) Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión. Ed Limusa.

SAT, (2015). Informe Tributario y de Gestión Segundo Trimestre 2015, consultado el 04/09/2015 de [http://www.sat.gob.mx/transparencia/transparencia\\_focalizada/Documents/itg2015\\_t2/ITG\\_T2\\_2015.pdf](http://www.sat.gob.mx/transparencia/transparencia_focalizada/Documents/itg2015_t2/ITG_T2_2015.pdf)



## Minería de Datos UTSOE

AGUIRRE-PUENTE, José\*†, HUERTA-MASCOTTE, Eduardo, RODRIGUEZ-VARGAS, María y RAYA-PÉREZ, Jesús

*Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato*

Recibido Noviembre 18, 2015; Aceptado Enero 15, 2016

### Resumen

El proyecto de minería de datos UTSOE se propuso para llevar a cabo el análisis de la información que se desplaza entre los diferentes departamentos internos de la universidad. En el presente trabajo se da a conocer el análisis de la información que se genera en las diferentes direcciones de carrera de la universidad para posteriormente conocer los procesos de información para la realización de la documentación que generan las mismas y las relaciones entre ellas y posteriormente el flujo de la información, de dónde se genera y su desplazamiento, así como el cliente final de dicho proceso-información. En la implementación del proyecto se realizaron prototipos para la extracción de la información y pruebas piloto, con ayuda de diagramas de proceso y actividades se plasma la técnica a seguir del usuario para realizar un documento y conocer su actividad durante el proceso. A través del análisis de los procesos y estudios de la información se desarrolla un concentrado de información y organización de la misma, para facilitar la toma de decisiones, la mejora continua y posible sistematización de los procesos minimizando errores humanos. En conjunto, la experiencia produce a una primera propuesta del modelo conceptual de la minería de datos pretendida. Esta determina la etapa de proyección para los siguientes momentos de diseño, planeación y modelado informático.

**Minería, minería de datos, minería textual, interpretación, modelado**

### Abstract

The UTSOE data mining project proposed perform the analysis of information that is shared among the different internal departments of the university. The present paper discloses the analysis of the information generated in the different college career directions, to learn about the process of the documentation generated in this area and the relationships between them, the flow of information, from where it is generated to the end-customer of that process. In the implementation of the project, prototypes and pilot tests were created to extract information, with the help of process and activity diagrams to illustrate the technique and process that the user followed to generate a document as well as a guideline during the process. Through the analysis of processes and studies of the information it gets concentrated and organized to make easier decisions, continuous improvement and possible systematization of processes as well as minimizing human errors. In conjunction, the experience produces a first proposal of conceptual modeling of data mining that was expected. The projection phase is determined for future designs, plantation and informatic modeling.

**Mining, data mining, text mining, interpretation, modeling**

**Citación:** AGUIRRE-PUENTE, José, HUERTA-MASCOTTE, Eduardo, RODRIGUEZ-VARGAS, María y RAYA-PÉREZ, Jesús. Minería de Datos UTSOE. Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico. 2016. 3-6: 50-56

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jaaguirre@utsoe.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

En la actualidad, la minería es requerida en diversos contextos donde no se tiene un buen control del flujo de información como en el ámbito financiero, bancario, en el análisis de mercados y comercios, en el área de la salud tanto pública como privada, a nivel educativo, en procesos industriales, telecomunicaciones y diferentes áreas de trabajo.

La minería de datos es un proceso que consiste en encontrar información importante que no se encuentra plasmada directamente, pero que con base a ella se pueden obtener datos relevantes que sean de utilidad.

En la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato (que en lo sucesivo se denominará UTSOE) se maneja un gran contenido de información que se dispersa a diferentes áreas y departamentos de la institución, en esta ocasión se hará énfasis en la que se genera en las direcciones de carrera y con base a minería de datos y minería textual, se pretende agilizar los procesos y disminuir el esfuerzo innecesario al igual que el error humano.

La UTSOE, está comprometida con la calidad académica de la oferta educativa mediante la evaluación externa de sus programas educativos y la acreditación por organismos. La Universidad trabaja con un Sistema de Gestión de Calidad y Ambiental (SGCA) que ayuda a la mejora continua de los procesos estratégicos de gestión de la institución, abarcando procesos educativos, educación continua, servicios tecnológicos y estadía así como al cuidado del medio ambiente cumpliendo con los requisitos de Normas ISO. El SGCA se tomó como base para el desarrollo del proyecto, para conocer quiénes son los dueños de los procesos y sus clientes.

Al concluir el proyecto se pretende tener como producto final una propuesta de procesos sistematizados de direcciones de carrera para su posterior utilización en la institución, integrando los resultados posteriores de los diferentes productos entregables de los siguientes proyectos de la minería de datos de los distintos departamentos de UTSOE para tener procesos de manera más eficientes.

## Antecedentes

Desde los inicios en la UTSOE, se realizan procesos de manera intuitiva, manejando redundancia de información, incongruencia de datos y fechas, lo cual conlleva un posible error humano. Los empleados realizan varias actividades innecesarias para llevar a cabo un proceso de documentación académica, ya sea por falta de información, tiempo de espera para la validación de un proceso o por documentos que necesiten los mismos datos, pero reflejados de diferente manera o diferentes formatos, al igual que almacenamiento irrelevante (información histórica de carácter informativo con bajo impacto).

En la universidad se trabaja con el Sistema Institucional UTSOE (SINUT), que es un sistema que es usado para centralizar información referente a los educandos y sirve de base para realizar algunos de los procesos de las distintas área administrativas y directivas de la universidad, que también a su vez brinda servicios a los estudiantes tales como descargar boleta de calificaciones, documentos personales de los alumnos en formato digital (acta de nacimiento, CURP, certificado de preparatoria), calendario escolar, entre otras. Si bien se cuenta con el SINUT, tiene carencias en algunos módulos de aplicaciones para el acceso y filtración a la información de los usuarios, como son procesos de estadías, control de asesorías y tutorías, adeudos.

**Marco Teórico**

**Metodología SCRUM.**

Es un marco de trabajo para la gestión y desarrollo de software basada en un proceso iterativo e incremental utilizado comúnmente en entornos basados en el desarrollo ágil de software.

Un proceso en el que se aplican de manera regular un conjunto de buenas prácticas para trabajar colaborativamente en equipo, y obtener el mejor resultado posible de un proyecto.



**Figura 1** Metodología SCRUM

Cada día de un sprint, se realiza la reunión sobre el estado de un proyecto, a esto se le llama daily standup. (Castro, 2015).

**Minería de datos.**

La minería de datos es un proceso de detectar la información procesable de grandes conjuntos de datos. Utiliza el análisis matemático para encontrar los patrones y tendencias que existen en los datos. En algunas ocasiones, estos patrones no se pueden detectar mediante la exploración tradicional de los datos, ya que las relaciones son demasiado complejas o porque hay demasiados datos.

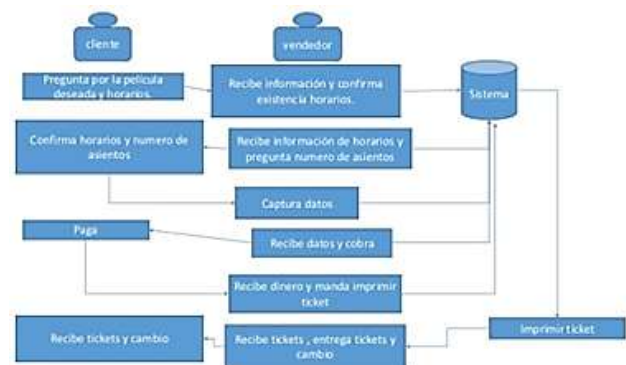
El fin principal es encontrar patrones, perfiles y tendencias mediante el análisis de datos usando tecnologías que permitan reconocer patrones, redes neuronales, lógica difusa, algoritmos genéticos y muchas otras técnicas avanzadas del análisis de datos.

Procesos básicos de minería de datos:

1. Definir el problema.
2. Preparar los datos.
3. Explorar los datos.
4. Generar modelos.
5. Explorar y validar los modelos.
6. Implementar y actualizar los modelos.

PAD (Diagrama de arquitectura de procesos).

Los PAD están compuestos principalmente por un proceso. Un proceso puede ser definido como un conjunto de actividades enlazadas entre sí que, partiendo de uno o más inputs (entradas) los transforma, generando un output (resultado).



**Figura 2** Diagrama PAD

**Desarrollo**

Implementación de SCRUM en el proyecto.

- Investigación Preliminar.
- Daily Standup.
- Levantamiento de Requerimientos.

- Daily Standup.
- Obtención de Información y mapeo.
- Daily Standup.
- Diseño de la Propuesta.
- Daily Standup.
- Resultados.
- Daily Standup.

Al finalizar cada etapa del proyecto, se realizaban reuniones periódicamente con el equipo de trabajo, obtener el mejor resultado posible de un proyecto. Durante el desarrollo del proyecto “Minería UTSOE” en el cual se llevaron a cabo las siguientes etapas con sus respectivas actividades las cuales son:

#### Investigación Preliminar.

Al iniciar el proyecto se realizó una investigación previa para indagar lo referente a ¿Qué es minería de datos?, cuáles son sus alcances y objetivos al igual las posibles herramientas que se utilizan para esta, sus fases del mismo y todo lo referente al estado del arte.

#### Levantamiento de Requerimientos.

Se realizó la entrevista inicial, en la cual se abordó la fase correspondiente al levantamiento de requerimientos con el Jefe del departamento de Planeación y Evaluación de la institución, en la cual se dio a conocer el proyecto de minería con sus alcances, objetivo general y el tiempo aproximado de duración de 2 años, ya que se pretende realizar en todas las áreas internas de la institución extendiendo la minería a los diversos departamentos y áreas que lo requieran dentro de la universidad. A través del análisis de los procesos y estudios de la información se desarrolla un concentrado de información y organización de la misma, para facilitar la toma de decisiones, la mejora continua y posible sistematización de los procesos minimizando errores humanos.

Debido al tiempo en el cual se desarrolla el proyecto se optó por realizar minería de datos en una sola área de la universidad para dar iniciativa al proyecto y dejar las demás áreas para futuros proyectos que den continuidad al que se aborda en esta ocasión.

Por lo cual se determinó como iniciativa de proyecto comenzar con direcciones de carrera, ya que es el área en que genera la información del cliente que funge como el educando, por ende, es esta quien genera más información que abastece a las diferentes áreas de la institución educativa.

#### Obtención de Información y Mapeo.

La institución trabaja actualmente con diez carreras de Técnico Superior Universitario y ocho de Ingeniería, cada una cuenta con su respectiva dirección de carrera, contando con cinco directores que a su cargo dirigen múltiples carreras.

Las cuales se agrupan de la siguiente manera:

- Desarrollo de Negocios (DEN), Contaduría (CONTA), Ingeniería en Negocios y Gestión de Empresarial (INGE) e Ingeniería Financiera y Fiscal (IFYF).
- Mecánica (MEC), Mantenimiento (MAN), Energías Renovables, Ingeniería en Mantenimiento Industrial (IMAN) e Ingeniería en Metal Mecánica (IMEM).
- Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) e Ingenierías en Tecnología de Información y Comunicación (ITIC).
- Procesos Alimentarios (PAL), Agricultura Sustentable y Protegida (ASIP), Ingeniería en Procesos Alimentarios (IPAL) e Ingeniería en Agricultura Sustentable y Protegida (IASIP).
- Diseño de Moda Industrial (DMI), Terapia Física ( ) e Ingeniería en Diseño Textil y Moda (IDTM).

Se realizó una encuesta para la recopilación de información que se genera dentro de direcciones de carrera, que se muestra a continuación.

1. ¿Qué información se genera dentro de la dirección de carrera?
2. ¿De qué departamento viene la información?
3. ¿A qué áreas va dirigida la información?
4. ¿Quién consume la información?
5. ¿Quién la solicita?
6. ¿Con qué frecuencia se solicita la información?

Al concluir con la entrevista, se programó una daily standup para evaluar los resultados de la entrevista de dirección de TIC, en la cual se propuso utilizar el documento obtenido adjuntando al cuestionario preestablecido y con este se llevó a cabo una prueba piloto en las restantes direcciones de carrera.

Al finalizar se convocó otra daily standup, para analizar la información obtenida de la prueba piloto, con base a ello se estableció que la siguiente actividad a realizar sería conocer el trazado de los documentos que se generan en las direcciones de carrera. Para la realización de dicha actividad, hubo necesidad de redirigirse al área de campo para así identificar el proceso de cada documento con ayuda de directores de carrera y secretarías se logró obtener el trayecto de cada documento.

En el transcurso de esto, se optó por conocer el SGCA para comparar los dueños del proceso y sus clientes.

Diseño de la propuesta.

Con base a lo anterior, se investigó con que herramienta sería más adecuada para modelar los resultados obtenidos. Los modelados que se adecuaban a la necesidad del proyecto son: Diagramas UML de Casos de Uso, Diagramas IDEF y Diagramas PAD, por lo que se eligió utilizar el modelado PAD, debido a que comprende los procesos de la institución y una representación (modelado) detallada de las actividades que se realizan en ellos.

Una vez determinado lo anterior, se decidió realizar el modelado de procesos de cada documento que se manejan en direcciones de carrera. Al obtener plasmado cada proceso en diagramas PAD por el equipo de trabajo, se sometieron al análisis cada diagrama buscando las relaciones entre la información y una manera de reducir actividades innecesarias de los procesos. Al tener la caracterización de la información se propuso entregar dos conjuntos de diagramas uno que contiene el proceso real de cada documento y en el segundo conjunto se incluye la propuesta de los procesos sistematizados.

## Resultados

Los modelados de procesos se digitalizaron con ayuda de la herramienta de eDraw Max que permitió plasmar los diagramas PAD, facilitando la exportación a distintos formatos (Visual, HTML, WORD y PDF) realizando su entrega al asesor empresarial en formato PDF, adjuntando así la descripción y manejo de diagramas al igual que un glosario de términos.

De los 8 procesos analizados solo 2 calificaron para sistematización.

Los procesos de propuesta a sistematización son:

- Proceso y operación de estadías y titulación.
  - Convenio estadías.
  - Aprobación del reporte de estadías.
  - Acta de Exención.
- Control de asesorías y tutorías.
  - Canalización AIE y seguimiento.

Los cuales se muestran a continuación.

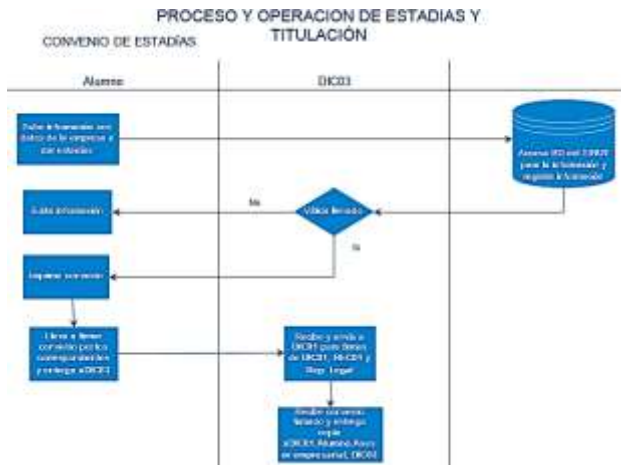


Figura 3 Proceso y operación de estadías y titulación

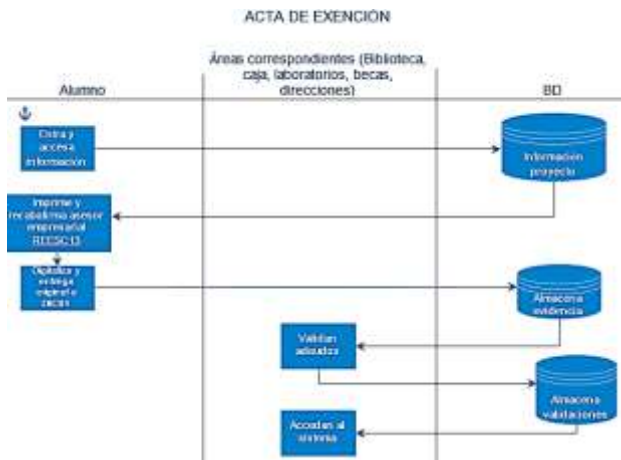


Figura 4 Proceso y operación de estadías y titulación

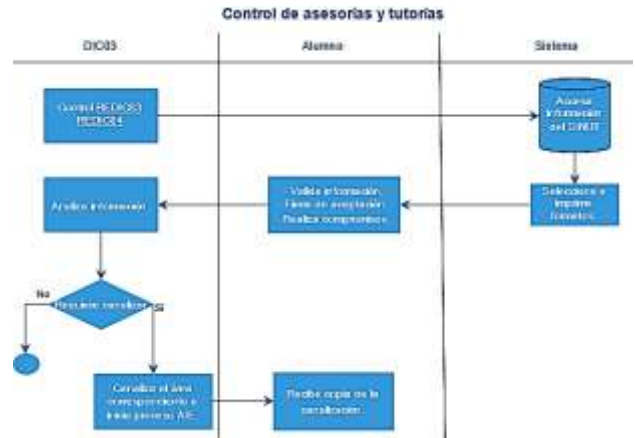


Figura 5 Control de asesorías y tutoría

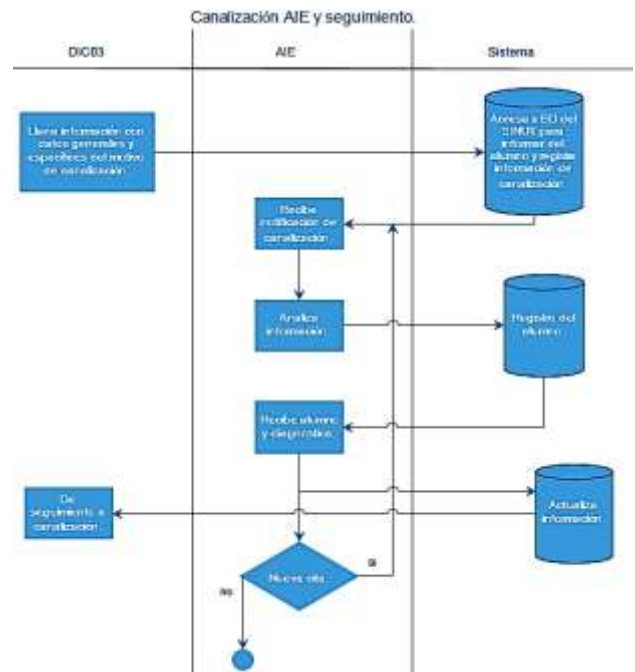


Figura 6 Canalización de AIE y seguimiento

## Conclusiones

Con los resultados del proyecto de minería de datos presentado y después de haber analizado cada documento generado en las distintas direcciones de carrera y como se efectúan dichos procesos, se incluye modelado de los procesos en diagramas PAD para que los procesos calificados a sistematizar, explicando paso a paso las actividades de cómo se podría llevar el proceso con ayuda de una aplicación y así facilitando programador la manera de imaginarse el sistema y la manera de emplearlo, con la unión de éste proyecto y futuros trabajos en colaboración ayudar a mejorar el sistema con el que actualmente trabaja la universidad ya que no se cuenta con las herramientas necesarias para realizar de manera más dinámica los procesos, así mismo minimizando el error humano durante el transcurso de los proceso que se propone proseguir en este proyecto.

Es posible concluir que se obtuvo material de importancia la cual se adjunta en este reporte que será de utilidad a distintas áreas y departamentos de la institución educativa para realizar un análisis, con base a ello poder actualizar documentación para hacer más factible el funcionamiento interno de la UTSOE y posiblemente tener mejores resultados.

En conjunto, la experiencia produce a una primera propuesta del modelo conceptual de la minería de datos pretendida. Esta determina la etapa de proyección para los siguientes momentos de diseño, planeación y modelado informático, la propuesta de sistematización se basa en que los procesos son más realizados con más frecuencia invierten más horas de trabajo conllevando posibles errores en el transcurso de las actividades, de manera paralela en algunos procesos interviene el educando, siendo así los más factibles la sistematización para algunos procesos.

## Agradecimiento

A la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, carreras de:

-Tecnologías de la Información y Comunicación área Sistemas Informáticos. Cuerpo Académico de Ambientes Inteligentes y Cómputo Suave.

## Referencias

Ahumada, A. M. (7 de Abril de 2016). Minería de datos, de textos y de sentimientos. Obtenido de <http://www.gestiopolis.com/mineria-datos-textos-sentimientos-2/>

Booch, G. (12 de Febrero de 2012). En G. Booch, El Lenguaje Unificado de Modelado guía del usuario (pág. 527). Boston: Pearson. Obtenido de <https://prezi.com/uwmb4dpdae6a/modelado-de-procesos/>

Castro, J. V. (10 de Diciembre de 2015). Obtenido de <https://www.proyectosagiles.org/que-es-scrum> EdrawSoft. (2 de Junio de 2014). Obtenido de <https://www.edrawsoft.com/es/howitworks.php>

Nuño, R. R. (1 de Mayo de 2013). Textual Mining. Obtenido de <http://textmining.galeon.com/>

Rio, j. S. (27 de Febrero de 2015). Matriz Racii. Obtenido de <http://www.cantabriatic.com/que-es-una-matriz-racii/>

## Sistema de control de alimentación para cultivo lote alimentado exponencial

HERNÁNDEZ-DÍAZ, Aldo\*† & VARGAS-GARCÍA, Pedro

Recibido Septiembre 25, 2015; Aceptado Enero 22, 2016

### Resumen

El presente trabajo propone la aplicación de una ley de control Proporcional Integral Derivativo (PID) en una bomba peristáltica como actuador de alimentación de sustrato de forma exponencial, permitiendo incrementar el volumen de operación del biorreactor y en consecuencia un aumento en la concentración celular del medio de cultivo. Tomando como base los balances de masa y el modelo de crecimiento de Monod, se predice la cédula de alimentación o flujo de la bomba peristáltica que permitirá el control de la velocidad específica de crecimiento. Simulaciones y resultados experimentales dan cuenta de la efectividad del sistema en lazo cerrado de un cultivo alimentado exponencial de *Klebsiella pneumoniae sp. pneumoniae* K63.

**Lote alimentado, velocidad específica de crecimiento, Flujo volumétrico**

### Abstract

In this paper, we propose the application of a law of derivative integral proportional control (PID) in a peristaltic pump for a feed actuator substrate exponentially, allowing increasing the bioreactor operation volume and consequently an increase in the cellular concentration of the growth medium. Based on mass balances and Monod growth model, we can predict the power or flow of the peristaltic pump to allow control of the specific growth.

The simulations and experimental results show the effectiveness of the system closed loop cultivation exponential feed of *Klebsiella pneumoniae sp. pneumoniae* K63.

**Fed Lot, specific growth rate, volumetric flow**

**Citación:** HERNÁNDEZ-DÍAZ, Aldo & VARGAS-GARCÍA, Pedro. Sistema de control de alimentación para cultivo lote alimentado exponencial. Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico. 2016. 3-6: 57-65

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: aldo.hernandez@upamozoc.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.



## Introducción

El cultivo de microorganismos en biorreactores para la obtención de productos de interés industrial, se inicia en la segunda guerra mundial con los antibióticos (Ramírez 2004). Desde entonces hasta la fecha se han obtenido una gran cantidad de productos utilizando no solo microorganismos sino también células vegetales y animales, entre otros. En la Tabla 1 se observan los productos principales obtenidos por fermentación que van desde biomasa hasta diversos metabolitos (Quintero Ramírez 1998).

Una de las tareas más importantes en los bioprocesos actuales es el sensado de los distintos parámetros de operación como son: pH, temperatura y oxígeno disuelto. Estos parámetros son esenciales para el crecimiento celular y la producción de un determinado metabolito como consecuencia del metabolismo propio de la célula. Además de los parámetros de operación, también se requiere monitorear el comportamiento del crecimiento y la producción, ésta es una de las tareas más complicadas a realizar, dado que cada metabolito y célula son distintos y sería necesario contar con un sensor específico para cada uno de éstos (Nielsen y col. 1994). La mejora del proceso se ha llevado a cabo estudiando las condiciones de operación y nutrición, los tipos de reactores y sobretodo los sistemas de cultivo. La elección de un sistema de cultivo depende del metabolismo de crecimiento y producción del microorganismo, por ejemplo muchos metabolitos se producen en condiciones de limitación o de exceso de nutrientes. Tal es el caso de biopolímeros, alcoholes y ácidos orgánicos. Por ejemplo, estudios en bacterias productoras de polisacáridos como *Xanthomonas*, *Pseudomonas* y *Klebsiella* mostraron que la producción del biopolímero se ve favorecida por la limitación de elementos nutritivos como nitrógeno, fósforo o azufre (Farres y col. 1997, Peiris y col. 1998).

Parece haber un metabolismo similar en las bacterias para la producción de polisacárido. Las condiciones de limitación o exceso de sustrato pueden imponerse utilizando diferentes tipos de cultivo, de esta manera se tiene la alternativa de manipular el comportamiento del microorganismo mediante la adición adecuada de sustratos limitantes.

Tipo	Producto de fermentación
Ácidos orgánicos	Acético, cítrico, fumárico, glucónico, láctico
Aminoácidos	Glutamato de sodio, L-lisina, DL-metionina, L-triptofano, L-valina
Antibióticos	Estreptomicina, penicilina, tetraciclina, neomicina, bacitracina
Esteroides	Cortisona, hidrocortisona, prednisolona, testosterona, triamcinolona
Alcoholes y solventes	Butanodiol-2,3, Acetona, butanol, etanol, glicerol
Proteína unicelular	Algas, bacterias, levaduras, hongos
Vitaminas	Ácido ascórbico, cianocobalamina, B-caroteno, rivo flavina
Otros	Alcaloides, enzimas, insecticidas biológicos, metano, nucleótidos (saborizantes), polisacáridos, promotores de crecimiento, recuperación de minerales (Fe, Cu, Pb, Zn, etc.)

**Tabla 1** Principales productos de fermentación

El objetivo de este trabajo es generar una estrategia de alimentación de sustrato de entrada para implementar cultivos lote alimentados de manera exponencial, de acuerdo a como el operador quiera manipular la fermentación. Así se puede garantizar un comportamiento deseado en cuanto a crecimiento celular y producción de algún metabolito de interés.

El artículo se organiza de la siguiente manera. En la sección II se hace una descripción del sistema. La sección III expone el problema a ser resuelto y la técnica de control que se aplicará.

La sección IV desarrolla la técnica de control y estudia los parámetros necesarios para la sintonización e implementación de la misma. La sección V presenta los resultados en simulación y experimentales, mostrando la efectividad de la técnica propuesta. Finalmente el artículo termina con unas conclusiones y trabajos futuros en la sección VI.

### Antecedentes

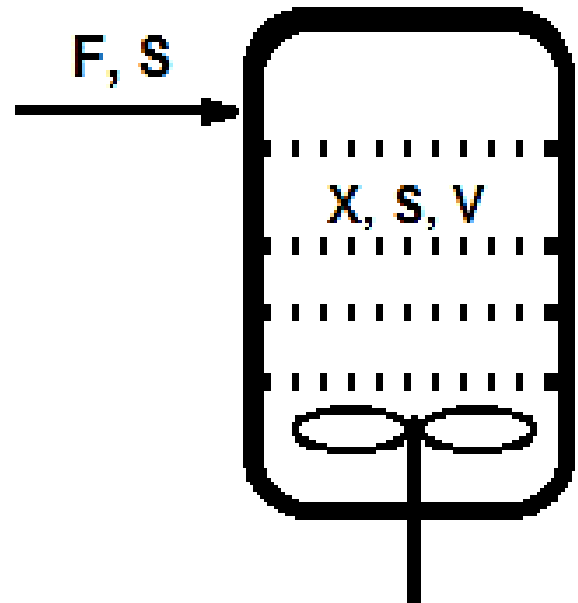
Para mejorar la producción de bienes o servicios con microorganismos, células o sus partes, es necesario el diseño y operación de bioprocesos eficientes y reproducibles mediante la integración de las ciencias biológicas con diversas ingenierías como la mecánica, eléctrica, y técnicas de control. Es importante proporcionarle un entorno adecuado al material biológico y ésto se logra con el diseño de reactores y sus estrategias para controlarlos y operarlos.

El término biorreactor o fermentador se refiere al equipo donde se efectúa la transformación biológica, particularmente el crecimiento celular y aunque generalmente los términos de biorreactor y fermentador se usan de forma indistinta, en general el segundo se aplica sólo para el caso de cultivos microbianos (Ruiz Leza 2007).

Los sistemas de cultivo se clasifican en: i) sistemas cerrados, cultivos lote; ii) sistemas abiertos, cultivos continuos y iii) sistemas semicerrados, cultivos alimentados. Los cultivos alimentados combinan las bondades de los primeros dos tipos de cultivo eliminando sus desventajas. Por ejemplo son cultivos altamente productivos, su instalación no es muy costosa, evitan la degeneración del microorganismo y bajo ciertas condiciones se puede controlar la velocidad específica de crecimiento para mejorar la producción.

De acuerdo a la forma de alimentación a su vez se clasifican en los cultivos alimentado exponencialmente, linealmente y por pulsos.

Estos cultivos han sido muy exitosos para la producción de polisacáridos, alcoholes y metabolitos de reserva. En la Figura 1, de manera esquemática, se muestra el funcionamiento de este modo de operación en un biorreactor. En este cultivo se suministran uno o varios nutrimentos limitantes a lo largo del cultivo.



**Figura 1** Funcionamiento esquemático del cultivo lote alimentado

Las maneras de representar la dinámica de crecimiento celular, consumo de sustrato, producción de producto y aumento de volumen se pueden describir mediante balances de masa, siendo específicos por la ecuación general de balance de masa en 1 (Doran 1995, Ruiz Leza 2007).

$$\frac{dM}{dt} = M_i - M_o + R_G - R_C \quad (1)$$

Tomando en cuenta la ecuación 1, se obtienen las ecuaciones que describen el crecimiento celular por medio de la ecuación 2, y el consumo de sustrato por medio de la ecuación 3 (Haberman 1998, Ingham y col 2000).

$$\frac{dx}{dt} = (\mu - D)x \quad (2)$$

$$\frac{ds}{dt} = -\frac{\mu x}{Y_{xs}} - D(s - s_i) \quad (3)$$

Además del cambio a lo largo de la fermentación de la biomasa y el sustrato, el volumen de operación en el biorreactor está definido por la ecuación 4.

$$\frac{dV}{dt} = F(t) \quad (4)$$

La ecuación 4 representa el aumento en el volumen de operación en el biorreactor a lo largo del tiempo de fermentación.

### Planteamiento del problema

El problema consiste en suministrar una entrada de sustrato exponencialmente por medio de una bomba peristáltica que funciona con un motor de corriente directa, esto es, adicionar al biorreactor un flujo de entrada de sustrato de manera exponencial. Para resolver este problema es necesario generar una estrategia de control que realice la tarea de aumentar las revoluciones del motor de corriente directa de la bomba peristáltica de forma exponencial para realizar la alimentación de manera exponencial. Además, hay que tener en cuenta el diámetro de la manguera con el que se realizará la alimentación. Una de las estrategias de control más utilizadas para el control de motores eléctricos de corriente directa es el PID (Astrom y Haggglund 1995). La ecuación que representa esta ley de control está dada en la ecuación 5.

$$u(t) = K \left( e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau + T_d \frac{de(t)}{dt} \right) \quad (5)$$

Donde  $u(t)$  es la variable de control al proceso, y  $y_{ref}$  es la velocidad de referencia. Una representación de esto ley de control se encuentra en la figura 2, en el diagrama de bloques de la planta y la estrategia de control.

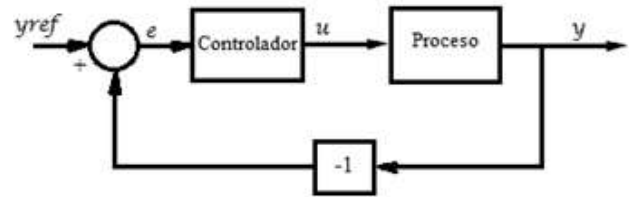


Figura 2 Estructura general de un controlador PID

Representando las ecuaciones 2, 3 y 4 en espacio de estados y utilizando el modelo de Monod en la ecuación 6 (Doran 1995, Najafpour 2007, Ruiz Leza 2007) denotado por la ecuación 6 se obtienen las ecuaciones 7, 8 y 9.

$$\mu = \frac{\mu_{max} s}{k_s + s} \quad (6)$$

$$\dot{x}_1 = \frac{\mu x_1 x_2}{k_s + x_2} - \frac{x_1}{x_3} u_1 \quad (7)$$

$$\dot{x}_2 = -\frac{1}{Y_{xs}} \frac{\mu x_1 x_2}{k_s + x_2} - \frac{x_2 - s_i}{x_3} u_1 \quad (8)$$

$$\dot{x}_3 = F(t) = u_1 \quad (9)$$

$x_1$ ,  $x_2$  y  $x_3$  son biomasa, sustrato y volumen respectivamente; y  $u$  es el flujo de entrada de sustrato. Dado que la entrada  $u$  puede ser de flujo constante y de flujo en incremento exponencial es necesario relacionarla con la velocidad específica de crecimiento  $\mu$ , la concentración celular inicial  $x_0$ , el volumen de operación inicial en el biorreactor  $v_0$ , el rendimiento de biomasa sobre sustrato y la concentración de sustrato de entrada  $s_i$ , mostrado en la ecuación 10.

$$F(t) = \frac{\mu x_0}{Y_{xs} s_i} \exp(\mu t) \quad (10)$$

Esta deducción es posible si se considera que la fermentación se realiza inicialmente en cultivo lote hasta alcanzar una concentración celular alta, y posteriormente comenzar una fermentación en cultivo lote alimentado con entrada exponencial, considerando una velocidad específica de crecimiento constante.

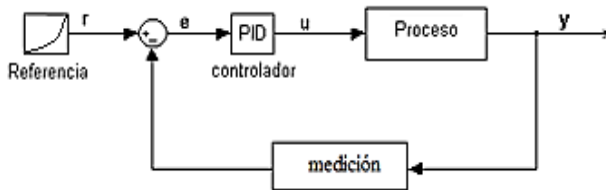
**Metodología**

Control de motor de bomba peristáltica.

Una de las maneras de controlar el flujo de una bomba peristáltica es controlar la velocidad del motor dado que el motor a utilizar es de corriente directa, la estrategia de control que se utiliza convencionalmente es un PID (Bolton 2002).

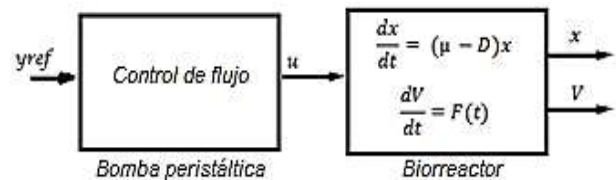
El diagrama de bloques que ilustra esta estrategia de control se encuentra en la figura 3. Se observa la estructura general de un controlador PID aplicado a un motor eléctrico.

Así también en la Figura 3 se muestra una referencia de tipo exponencial, que lleva a cabo el modo de operación cultivo lote alimentado exponencialmente.



**Figura 3** Estructura del controlador PID y la planta a controlar

A lo largo de una fermentación es poco probable aplicar una ley de control al sistema, que en este caso es el medio de cultivo, dado que los parámetros son diversos y distintos de microorganismo a microorganismo (como la velocidad específica de crecimiento, el rendimiento de sustrato sobre biomasa, constante de saturación, etc.) sin contar que los sistemas biológicos son un tanto impredecibles (Harms y col. 2002, Alford 2006, Wang y col. 2009). Aún con las diversas limitaciones que se tiene al manejar sistemas biológicos, se pueden dar las condiciones adecuadas al medio de cultivo para dar una respuesta acorde a los modelos establecidos por las ecuaciones 1 y 3, si se mantienen los parámetros de crecimiento celular y manejando la fermentación en el biorreactor como cultivo lote alimentado exponencial. El esquema del sistema de control aplicado a la bomba peristáltica, que ofrece como entrada un flujo volumétrico de entrada de sustrato al medio de cultivo se muestra en la figura 4.



**Figura 4** Esquema del sistema de control como entrada al biorreactor de una bomba peristáltica

Bomba peristáltica.

Se utilizó una bomba peristáltica Masterflex® con cabezal easy-load® y manguera de neopreno de diferentes diámetros, en la Tabla 2 se presenta un ejemplo de cómo se caracteriza la bomba peristáltica en función del voltaje para obtener un flujo con un diámetro dado de manguera de neopreno. De acuerdo al tipo de manguera se debe usar un cabezal, aunque actualmente existen cabezales universales para varios diámetros de mangueras.

Voltaje (V)	Manguera Masterflex® de neopreno (calibre)	Diámetro interior (mm)	Diámetro exterior (mm)	Flujo (l/h)
3.6	25	4.5	8	1.612
2.5	25	4.5	8	0.502
1.7	14	5	1.5	0.021

**Tabla 2** Ejemplo de la caracterización de la bomba peristáltica

### Cultivo en lote alimentado exponencial.

Los parámetros utilizados en las simulaciones se obtuvieron de un cultivo alimentado exponencial de *Klebsiella pneumoniae* sp. *pneumoniae* K63, bacteria productora de un polisacárido de uso alimenticio (Ramírez-Castillo y Uribebarrea 2006). Los parámetros cinéticos se observan en la Tabla 3 y las condiciones de operación se encuentran en la Tabla 4.

Parámetros	Valor
Velocidad específica de crecimiento $\mu(h^{-1})$	0.05
Rendimiento celular $Y_{XS}$ ( $gS/gX$ )	0.5
Constante de saturación $K_s$ ( $gS/l$ )	0.37

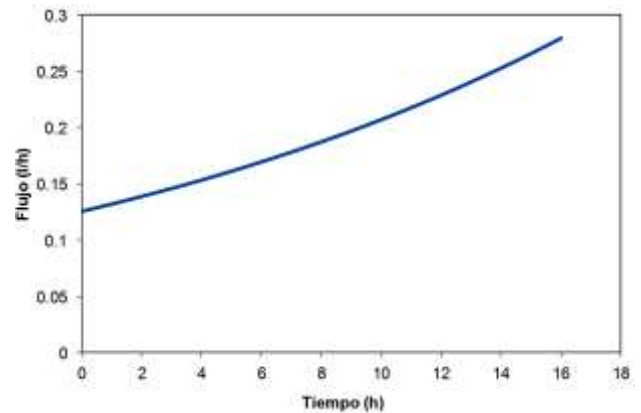
**Tabla 3** Parámetros de simulación

Condiciones de operación	Valor
Concentración de sustrato de entrada $S_i$ ( $gS/l$ )	250
Biomasa inicial $X_0$ ( $gX/l$ )	4.5
Volumen inicial $V_0$ (l)	13.9

**Tabla 4** Condiciones de operación

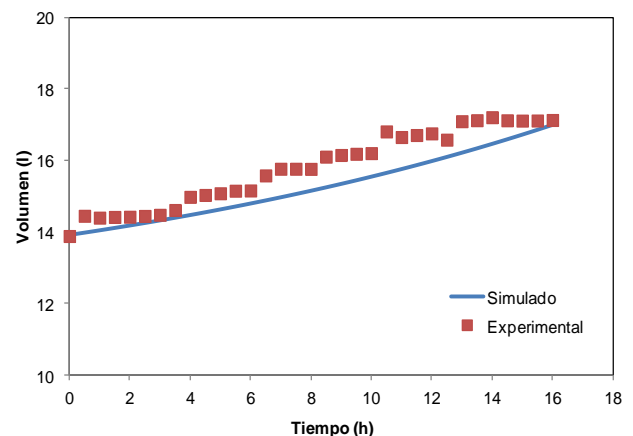
## Resultados y discusiones

El Gráfico 1 muestra la cédula de alimentación que debe ser alimentada con la bomba peristáltica para mantener una velocidad específica de crecimiento constante de  $\mu=0.05 h^{-1}$  con los parámetros de simulación. Para garantizar el incremento en el flujo la bomba, se debe de utilizar la manguera y el cabezal adecuados que cubran todo el rango de flujo requerido hasta el volumen final del proceso.

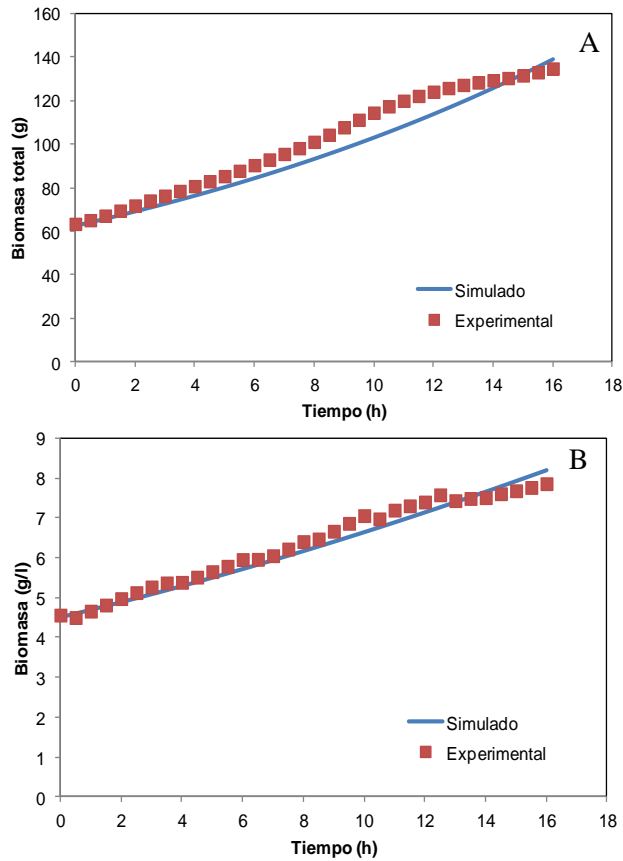


**Gráfico 1** El cultivo alimentado exponencialmente de *Klebsiella pneumoniae* sp. *pneumoniae* K63,  $\mu=0.05 h^{-1}$

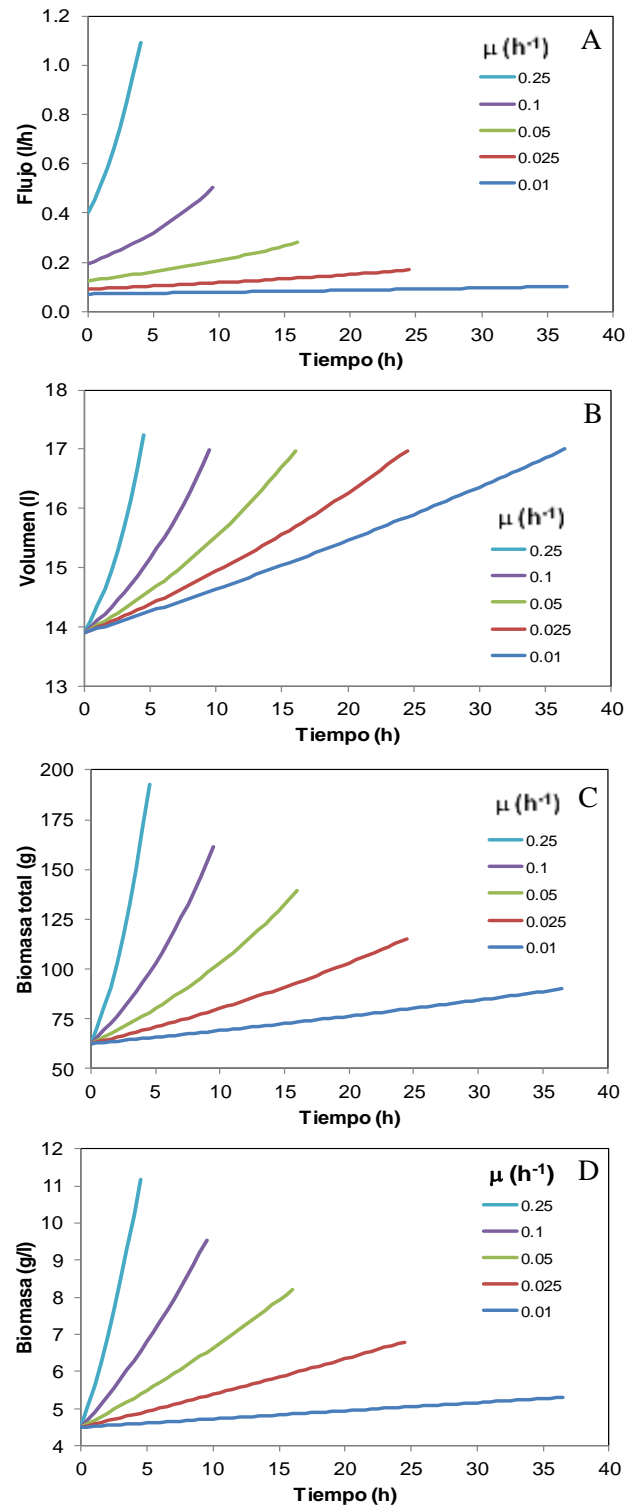
Los resultados obtenidos a la salida del fermentador para volumen, se observan en el Gráfico 2, en donde se comparan resultados de simulación y con los experimentales del cultivo de *Klebsiella pneumoniae* sp. *pneumoniae* K63. Conforme a lo predicho al haber un incremento exponencial en el flujo de alimentación habrá un incremento en el volumen del reactor. Las desviaciones con respecto al volumen experimental se deben a que durante el cultivo se adicionan además del sustrato, antiespumante (para el control de la espuma), solución ácida y solución alcalina (para control del pH) y también se deben de considerar las tomas continuas de muestra.



**Gráfico 2** Evolución del volumen experimental y simulada para el cultivo alimentado exponencialmente de *Klebsiella pneumoniae* sp. *pneumoniae* K63,  $\mu=0.05 h^{-1}$



**Gráfico 3** Cultivo alimentado exponencialmente de *Klebsiella pneumoniae* sp. pneumoniae K63,  $\mu = 0.05 \text{ h}^{-1}$ . A) Evolución de la biomasa total y B) Concentración de biomasa para el



**Gráfico 4** Cultivo alimentado exponencialmente de *Klebsiella pneumoniae* sp. pneumoniae K6. Evolución del A) Flujo, B) Volumen, C) Biomasa total y D) Concentración de biomasa

La biomasa total se ajusta de manera adecuada pero para la concentración de biomasa de *Klebsiella pneumoniae* sp. *pneumoniae* K63 hay una mejor aproximación del simulado al experimental, mostrado en el Gráfico 3.

Se realizaron simulaciones para diferentes velocidades específicas de crecimiento, Gráfico 4, se observó cómo se incrementa el flujo a altas velocidades específicas de crecimiento alcanzando el volumen final más rápido, lo cual implica una menor duración del proceso. Con respecto a la biomasa tanto la total como la concentración son mayores a altas velocidades específicas de crecimiento.

La dificultad de automatizar y controlar los cultivos alimentados radica en las múltiples variables que se deben considerar que van desde la velocidad de la bomba peristáltica, el cabezal, el tipo de manguera, el material de la manguera, el microorganismo utilizado (parámetros cinéticos), el volumen inicial y final de operación y la velocidad específica de crecimiento deseada.

### Lista de símbolos

$F, F(t)$ : Flujo de alimentación de entrada al biorreactor.

$S$ : Sustrato.

$X$ : Biomasa.

$V$ : Volumen de operación

$M$ : Masa acumulada en el sistema.

$M_i$ : Masa de entrada al sistema.

$M_o$ : Masa de salida del sistema.

$R_G$ : Masa generada dentro del sistema.

$R_C$ : Masa consumida dentro del sistema.

$x$ : Biomasa.

$s$ : Sustrato limitante.

$D$ : Índice de dilución.

$\mu$ : Velocidad específica de crecimiento.

$Y_{X/S}$ : Rendimiento de biomasa ante sustrato.

$s_i$ : Concentración de sustrato inicial.

$V$ : Volumen de operación del biorreactor

$F(t)$ : Flujo de entrada de sustrato.

$\mu_{max}$ : Velocidad máxima de crecimiento celular.

$k_s$ : Constante de saturación.

$x_0$ : Concentración celular inicial.

$v_0$ : Volumen de operación inicial en el biorreactor.

### Referencias

Alford J.S. (2006). Bioprocess control: Advances and challenges. *Computer and chemical engineering* 30:1464-1475. ScienceDirect.

Astrom K., Hagglund T. (AÑO). PID Controllers: Theory, Design, and Tuning. Second Edition.

Bolton W. (2002). Control Systems. Elsevier Ltd.

Doran P.M. (1995). Process Engineering Principles. Academic Press.7

Farrés J., Carminal G., López-Santin J. (1997) Influence of phosphate on rhamnase-containing exopolysaccharide rheology and production by *Klebsiella* I-714. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 48: 522-527.

Haberman R. (1998). Mathematical models, mechanical vibrations, population dynamics, and traffic flow. Classics in applied mathematics by the Society for Industrial and applied Mathematics.

Harms P., Kostov Y., Rao G. (2002). Bioprocess monitoring. *Current Opinion in Biotechnology.* 13:124-127.

Ingham J., Dunn I. J., Heinzle E., Pfenosil J. E. (2000). Chemical Engineering Dynamics. Wiley-VCH. Second edition

Najafpour G.D. (2007). Biochemical Engineering and Biotechnology. First edition. Elvieser.

Nielsen J., Villadsen J., Lidén G. (1994). Biorreaction Engineering Principles. Second edition. Academic Plenum Publishers

Peiris P. S., Dlamini A. M., Bavor H. J. (1998) Optimization of bioprocess conditions for exopolysaccharide production by *Klebsiella oxytoca*. *Word J. Microbiol. Biotechnol.* 14: 917-919.

Quintero Ramirez R. (1990) Ingeniería Bioquímica, teoría y aplicaciones. Editorial Alhambra Mexicana. Primera edición.

Ramírez O.T. (2004) Capítulo IX Ingeniería bioquímica (En: Fundamentos y casos exitosos de la biotecnología moderna, Bolívar Zapata F.G, ed.). El Colegio Nacional.. p. 249-296.

Ramírez Castillo M.L., Uribe Larrea J.L. (2006) Improved process for exopolysaccharide production by *Klebsiella pneumoniae* sp. *pneumoniae* by a fed-batch strategy. *Biotechnology Letters.* 26 (16): 1301-1306

Ruiz Leza H.A. (2007). Diseño de biorreactores para fermentación en medio sólido. *Revista Mexicana de Ingeniería química.* 6 (1): 33-40.

Wang Y., Chu J., Zhuang Y., Wang Y., Xia J., Zhang S. (2009). Industrial bioprocess control and optimization in the context of systems biotechnology. *Biotechnology Advances* 27: 989-995.



## Herramientas para evaluación automática en algoritmos y bases de datos

GUTIÉRREZ-TORRES, Luis\*†, MARTÍNEZ-LÓPEZ, Fernando y VEGA-CHÁVEZ, Efrén

Recibido Enero 29, 2016; Aceptado Marzo 12, 2016

### Resumen

El presente documento describe la manera en que se han implementado dos plataformas de evaluación automática para apoyar a los alumnos en el aprendizaje significativo en materias de programación y bases de datos tanto a nivel medio superior como a nivel superior en el CBTis 217 y en el Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato. Para llevar a cabo esta implementación se utilizó la plataforma OmegaUp para la evaluación de ejercicios de programación de algoritmos y se desarrolló y utilizó SQLJudge con el mismo objetivo pero orientado a la evaluación de sentencias de bases de datos SQL (Structured Query Language). La implementación de ambas estrategias resultó un éxito tanto en la aceptación por parte de los alumnos como en los resultados obtenidos. El documento muestra la forma en que fueron implementadas estas estrategias y los resultados que se obtuvieron en ambos niveles educativos.

### Evaluación automática, programación, SQL

### Abstract

This document describes the way in which we have implemented two automatic grading platforms to support students in meaningful learning in programming and databases courses both high School and Bachelor in the CBTis 217 and the Institute Higher technological Southern Guanajuato. To carry out this implementation the OmegaUp platform was used for evaluation exercise programming and algorithms developed and used SQLJudge with the same objective but oriented assessment statements SQL (Structured Query Language) data. The implementation of both strategies was successful in both the acceptance by students and the results obtained. The document shows how these strategies were implemented and the results obtained in both educational levels.

### Automatic grading, programming, SQL

**Citación:** GUTIÉRREZ-TORRES, Luis, MARTÍNEZ-LÓPEZ, Fernando y VEGA-CHÁVEZ, Efrén. Herramientas para evaluación automática en algoritmos y bases de datos. Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico. 2016. 3-6: 66-70

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: licgerman@itsur.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Los métodos tradicionales de evaluación y revisión de tareas son ampliamente utilizados aún hoy en día. Los docentes realizan esta actividad verificando uno por uno los ejercicios que entrega el alumno como tarea. Este proceso es tedioso y cansado para el docente, quita tiempo importante que podría utilizar de una mejor manera, ya sea con asesorías o en la preparación de clase.

Además, la revisión tradicional es propensa a errores y el tiempo de entrega y retroalimentación puede llevar días.

Autores como (Baz, Tonin, & Rodegheri, 2014) mencionan también que a los profesores les consume una gran cantidad de tiempo este tipo de revisiones debido a la cantidad de estudiantes y a la infinita posibilidad de resolver un problema en particular.

Todos estos problemas que se generan con una revisión manual de tareas implican que los alumnos tengan poca práctica.

En materias relacionadas a programación es muy importante tener una buena cantidad de horas de práctica para que el aprendizaje sea significativo.

Este documento propone el uso de evaluadores automáticos tanto para materias relacionadas a programación como para materias relacionadas al aprendizaje del Lenguaje Estructurado de Consultas (SQL por sus siglas en inglés).

De acuerdo a (Gutiérrez, Morales & Martínez, 2015) los evaluadores automáticos representan una oportunidad enorme en las materias de programación ya que actualmente no son muy utilizados y mucho menos dentro del aula.

Se propone la aplicación de la plataforma OmegaUp en materias relacionadas a programación con lenguajes de alto nivel como Java, CSharp o C++ y también se presenta una plataforma propia denominada SQLJudge que sirve como un juez automático del lenguaje SQL que es única en su tipo ya que no existe otra plataforma similar libre donde se pueda practicar este lenguaje.

La hipótesis central de este trabajo es la siguiente “Los jueces en línea permiten incrementar las habilidades de programación de los estudiantes”.

## Los jueces automáticos

La práctica es uno de los pasos más importantes en el aprendizaje del arte de la programación de computadoras. Desafortunadamente, las revisiones humanas de tareas de programación son actividades tediosas y propensas a errores. Como resultado, los alumnos en estas asignaturas tienden a realizar menos tareas de programación de las que idealmente deberían hacer. Una solución a este problema es automatizar el proceso de revisión de estas tareas. (Cheang et al, 2003)

Las plataformas de tipo juez automático permiten a los alumnos practicar con una diversidad de problemas de programación de permitiendo la evaluación inmediata de una solución enviada. Algunos de los jueces ofrecen retroalimentación cuando la solución enviada es incorrecta mostrando mensajes sobre el tipo de error que se presenta, por ejemplo, respuesta incorrecta, error de compilación, error en tiempo de ejecución y tiempo límite excedido. Esta información es valiosa para que el programador analice su solución y la corrija. Los jueces automáticos se fundamentan en el Aprendizaje Basado en Problemas.

En la actualidad existe una gran cantidad de jueces automáticos en la web de diversas partes del mundo y quien desee aprender puede elegir uno o varios de ellos para poner en práctica sus conocimientos. Entre los más importantes se encuentran Uva Online Judge de la Universidad de Valladolid, SPOJ de Polonia, CodeChef de la India, Caribbean Online Judge de Cuba y OmegaUp en México.

Para la implementación de esta estrategia didáctica se eligió OmegaUp para aprender C++ y SQLJudge para el lenguaje estructurado de consultas SQL.

### Metodología de implementación

En este trabajo de investigación se aplicaron estrategias similares a dos diferentes grupos, el primero utilizando OmegaUp con alumnos de tercer semestre de nivel medio superior de la especialidad de programación en la materia “Desarrolla software utilizando programación estructurada” y el segundo grupo en la materia “Fundamentos de base de datos” de cuarto semestre en un Instituto Tecnológico Superior con la plataforma de desarrollo propio denominada SQLJudge.

### Implementación de OmegaUp en clases

OmegaUp es una plataforma de entrenamiento y de concursos en línea de código abierto diseñado para ser utilizado en la Olimpiada Mexicana de Informática. Está diseñado para ser una solución segura, escalable y de bajo costo. (Chávez, González & Ponce, 2014)

OmegaUp permite la creación de concursos. Un docente puede crear un concurso que con duración de dos o tres días, el cual puede ser utilizado como una tarea para el grupo. En forma similar, el docente puede crear un concurso con duración de una o dos horas para de esta forma tomarlo como examen y con este evaluar los alumnos.

La Figura 1 muestra un concurso que fue utilizado como tarea. En esta vista se puede apreciar la lista de alumnos con los problemas que ha resuelto y la cantidad de puntos que ha acumulado. Los estudiantes tienen en esta plataforma cientos de problemas para resolver de diferentes temas y diferente nivel de complejidad.

	Usuario	A	B	C	Total
1	CBTIS217-45 (TINOCO LÓPEZ SARAH)	+100 29 (1)	+100 14 (1)	+100 19 (1)	300 57 (3)
2	CBTIS217-01 (RAMÍREZ AGUILERA JOSE GILBERTO)	+100 22 (1)	+100 28 (2)	+100 7 (1)	300 84 (8)
3	CBTIS217-36 (ORTIZ LEÓN ALAN MICHELL)	+100 29 (1)	+100 35 (2)	+100 39 (1)	300 96 (5)
4	CBTIS217-57 (LOPEZ ALVAREZ BRYAN)	+100 30 (1)	+100 52 (2)	+100 52 (2)	300 134 (5)
5	CBTIS217-45 (VEGA ESCOBIA NANI)	+100 20 (1)	+100 59 (1)	+100 49 (2)	300 131 (4)
6	CBTIS217-38 (Paniagua Gordillo Cristian Andres)	+100 20 (1)	+100 82 (2)	+100 98 (1)	300 132 (4)
7	CBTIS217-35 (NAVARRO ROSA CESAR ANTONIO)	+100 34 (1)	+100 51 (2)	+100 52 (1)	300 137 (4)
8	CBTIS217-49 (VEGA GARCÍA LUCÍA)	+100 20 (1)	+100 72 (1)	+100 68 (1)	300 160 (3)
9	CBTIS217-43 (SERRATO RICO GABRIEL ALEXANDER)	+100 19 (1)	+100 75 (1)	+100 78 (1)	300 172 (3)
10	CBTIS217-54 (LOPEZ LOPEZ UIJES JASSEL)	+100 18 (1)	-	+100 7 (1)	200 25 (2)
11	CBTIS217-55 (PANTOJA ZAWALA JORGE LUIS)	+100 40 (1)	-	+100 59 (1)	200 119 (2)

Figura 1 Ejemplo de las tareas entregadas por los alumnos

La plataforma OmegaUp fue implementada en el primer curso de programación que recibieron los alumnos del CBTis 217 de Uriangato, Gto. Esta institución pertenece a la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial (DGETI), la cual cuenta con la especialidad de programación. El grupo donde se aplicó la estrategia didáctica tiene las siguientes características:

- Cursan el tercer semestre.
- El grupo cuenta con un total de 50 alumnos.
- El curso tuvo una duración de 16 semanas con 10 módulos de 50 minutos por semana.
- El centro de cómputo dispone de 36 computadoras, por lo tanto algunos alumnos debían compartir los equipos.

Para lograr las competencias necesarias en programación se planteó la siguiente estrategia. Durante la semana el docente presentaba el uso del lenguaje de programación C++ con ejemplos paso a paso y ejercicios sencillos. Para desarrollar las habilidades se dejaba una tarea por semana que incluía entre 10 y 15 problemas de OmegaUp.

Las evaluaciones se desarrollaron también sobre esta plataforma y la calificación del examen de los alumnos se obtenía de forma inmediata.

### Implementación de SQLJudge

La plataforma SQLJudge tiene la capacidad de evaluar específicamente consultas de selección SQL, las cuales forman parte del lenguaje DML (Data Manipulation Language). Permitir la creación de exámenes con evaluaciones automáticas de consultas SQL mostrando retroalimentación al usuario y ahorro en tiempo valioso en cuestiones de revisión. Esta herramienta promueve el aprendizaje basado en problemas, permite minimizar tiempo en la revisión de problemas, ofrece una respuesta inmediata, automática y descriptiva al estudiante por lo que agiliza enormemente el proceso de enseñanza-aprendizaje.

SQLJudge presenta al usuario una lista de problemas agrupados por categorías para que el usuario elija uno de ellos para resolverlo. La Figura 2. Listado de problemas en SQLJudge se presenta un ejemplo la lista de problemas que el alumno puede elegir.

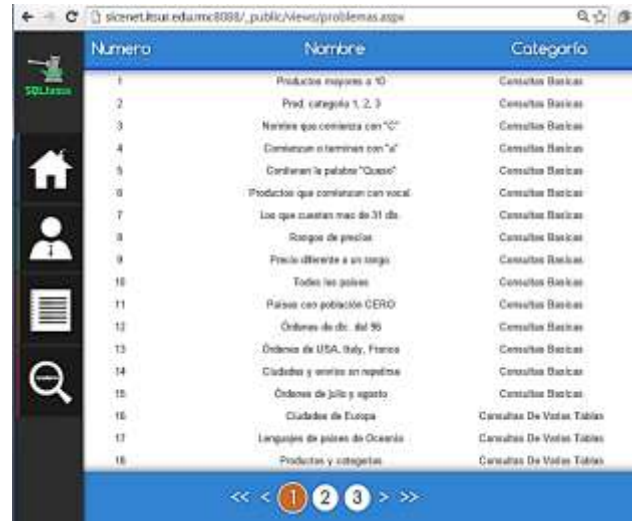


Figura 2 Listado de problemas en SQLJudge

SQLJudge fue utilizado en la materia Fundamentos de Programación en el Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato con el objetivo de ofrecer a los alumnos una herramienta para practicar. La Figura 3 presenta un ejemplo de uno de los problemas que el alumno tiene a su disposición para resolver.



Figura 3 Interfaz para enviar los problemas resueltos.

## Resultados

Mediante la plataforma OmegaUp los estudiantes participaron en doce concursos, es decir, entregaron doce tareas, cada una de ellas con una cantidad de entre seis y quince problemas. La resolución de más de cien problemas aportó sin duda al desarrollo de sus competencias.

El avance y la profundidad que se logró de los temas mediante el uso de OmegaUp no tienen comparación alguna con cursos pasados en los cuales no se utilizaba esta herramienta.

El uso de la plataforma permitió llegar a temas como arreglos, matrices y funciones pero además con un dominio del tema demostrado en las soluciones enviadas.

Más del 30% de los alumnos del grupo tuvo un porcentaje superior al 95% de problemas resueltos demostrando con esto su aprovechamiento.

Por otro lado, el ahorro en tiempo de revisión tanto en tareas como en exámenes por parte del docente fue muy importante. Considerando un promedio de revisión de dos minutos por problema, el docente debería haber invertido más de 150 horas para revisar los problemas enviados por los 45 alumnos del grupo.

En el caso de SQLJudge se logró entre otras cosas la creación de cien problemas de diversos temas, incluyendo consultas básicas, consultas de varias tablas, subconsultas correlacionadas y subconsultas anidadas.

Esta cantidad de problemas ayudaron a incrementar las competencias de los alumnos y a reducir significativamente el tiempo invertido por el docente en la revisión de tareas y evaluaciones.

## Conclusiones

Observando la cantidad de usuarios registrados, la cantidad de intentos, el número de problemas resueltos, los resultados en las evaluaciones y la opinión de los alumnos, es posible concluir que el uso de la plataforma SQLJudge beneficia a los estudiantes debido a que ofrece un modelo en el cual se tienen problemas disponibles durante todo el día con retroalimentación inmediata y además el docente cuenta con una mayor cantidad de tiempo disponible para trabajar ya que reduce el tiempo dedicado a la revisión de tareas prácticamente a cero.

## Referencias

Bez, J. L., Tonin, N. A., & Rodegheri, P. R. (2014). URI Online Judge Academic: A Tool for Algorithms and Programming Classes. The 9th International Conference on Computer Science & Education, 87-90.

Chavez, L. H., Gonzalez, A., & Ponce, J. (2014). omegaUP: Cloud-Based Contest Management System and Training Platform in the Mexican Olimpiad in Informatics. Olympiads in Informatics, 169-178.

Cheang, B., Kurniaa, A., Limb, A., & Oonc, W.-C. (2003). On automated grading of programming assignments in an academic institution. Computers & Education, 121-131.

Gutiérrez Torres, L. G., Morales Orozco, D., & Martínez López, F. J. (2015). Los Concursos de Programación como Detonante del Aprendizaje. ANFEI Digital, 1-8.

**[Título en Times New Roman y Negritas No.14]**

Apellidos en Mayusculas -1er Nombre de Autor †, Apellidos en Mayusculas -2do Nombre de Autor

*Correo institucional en Times New Roman No.10 y Cursiva*

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado(Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

---

**Resumen**

Título

Objetivos, metodología

Contribución

(150-200 palabras)

**Abstract**

Title

Objectives, methodology

Contribution

(150-200 words)

**Keywords**

**Indicar (3-5) palabras clave en Times New Roman y Negritas No.11**

---

**Cita:** Apellidos en Mayúsculas -1er Nombre de Autor †, Apellidos en Mayusculas -2do Nombre de Autor. Título del Paper. Título de la Revista. 2015, 1-1: 1-11 – [Todo en Times New Roman No.10]

---

---

\*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: )

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del artículo

## Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

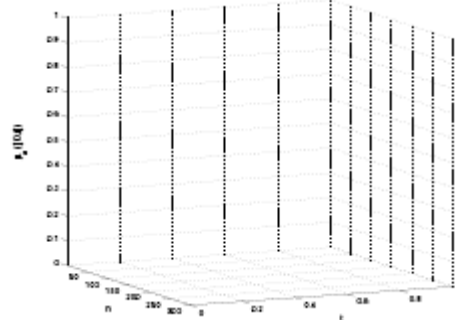
[Titulo en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Articulos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

## Inclusión de Graficos, Figuras y Tablas-Editables

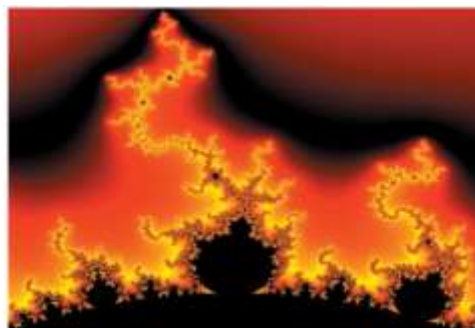
En el *contenido del artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el titulo en la parte inferior con Times New Roman No.10 y Negrita]



**Grafico 1** Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberan ser imágenes- todo debe ser editable.



**Figura 1** Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberan ser imágenes- todo debe ser editable.


**Tabla 1** Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberan ser imágenes- todo debe ser editable.

Cada artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Titulo secuencial.

**Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:**

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

## **Metodología a desarrollar**

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

## **Resultados**

Los resultados deberán ser por sección del artículo.

## **Anexos**

Tablas y fuentes adecuadas.

## **Agradecimiento**

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

## **Conclusiones**

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

## **Referencias**

Utilizar sistema APA. **No** deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del artículo.

## **Ficha Técnica**

Cada artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias



**Formato de Originalidad**



Sucre, Chuquisaca a \_\_\_\_ de \_\_\_\_ del 20 \_\_\_\_

Entiendo y acepto que los resultados de la dictaminación son inapelables por lo que deberán firmar los autores antes de iniciar el proceso de revisión por pares con la reivindicación de ORIGINALIDAD de la siguiente Obra.

Artículo (Article):

\_\_\_\_\_

Firma (Signature):

\_\_\_\_\_

Nombre (Name)

**Formato de Autorización**



Sucre, Chuquisaca a \_\_\_\_ de \_\_\_\_ del 20 \_\_\_\_

Entiendo y acepto que los resultados de la dictaminación son inapelables. En caso de ser aceptado para su publicación, autorizo a ECORFAN-Bolivia a difundir mi trabajo en las redes electrónicas, reimpresiones, colecciones de artículos, antologías y cualquier otro medio utilizado por él para alcanzar un mayor auditorio.

I understand and accept that the results of evaluation are inappealable. If my article is accepted for publication, I authorize ECORFAN-Bolivia to reproduce it in electronic data bases, reprints, anthologies or any other media in order to reach a wider audience.

Artículo (Article):

\_\_\_\_\_  
Firma (Signature)

\_\_\_\_\_  
Nombre (Name)

# Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico

Análisis de la Confiabilidad Energética en Estudios de Suficiencia en el Mercado Reestructurado Parte I

**JURADO-PÉREZ, Fernando, SÁNCHEZ-ALMANZA, Edgar A., LOZANO-LUNA, Alfonso y RAZO-HERNÁNDEZ, José Roberto**

*Instituto Tecnológico Superior de Irapuato*

Diferencias en el estilo de liderazgo de tres generaciones de empleados de la industria maquiladora en México

**HERNÁNDEZ-PALOMINO, Jorge Arturo, ESPINOZA-MEDINA, José y AGUILAR-ARELLANO, Manuel**

*Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez*

Diseño de un modelo matemático para determinar los valores ideales de variables en el crecimiento óptimo de una planta de jitomate en invernadero

**MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, Sergio, LAGUNA-AGUILAR, Fabiola María del Carmen, SERRANO-CABALLERO, Amando Gabriel y GUERRERO-REYES, Rosalba**

*Universidad Tecnológica Tula-Tepeji*

Diseño y construcción de un prototipo de Calculadora Fiscal

**SÁNCHEZ-TIZAPANTZI, Pedro, AGUILAR-PÉREZ, Esmeralda y RODRÍGUEZ-GARCÍA, Fernando**

*Instituto Tecnológico de San Martín Texmelucan*

Minería de Datos UTSOE

**AGUIRRE-PUENTE, José, HUERTA-MASCOTTE, Eduardo, RODRIGUEZ-VARGAS, María y RAYA-PÉREZ, Jesús**

Sistema de control de alimentación para cultivo lote alimentado exponencial

**HERNÁNDEZ-DÍAZ, Aldo & VARGAS-GARCÍA**

Herramientas para evaluación automática en algoritmos y bases de datos

**GUTIÉRREZ-TORRES, Luis, MARTÍNEZ-LÓPEZ, Fernando y VEGA-CHÁVEZ, Efrén**

