

Presentación

Retos e innovaciones en el quehacer de la administración de las organizaciones. Aportaciones de las matemáticas para abordarlos

Los seres humanos decidimos y actuamos a partir de nuestras representaciones mentales del mundo real. Lo maravilloso de los lenguajes es que permiten concretar y comunicar esas representaciones. En este acto de formulación y expresión, las representaciones se enriquecen con las aportaciones de los otros. Las matemáticas son un lenguaje que nació prácticamente universal, aunque con variaciones en los signos (números romanos, arábigos, mayas,...) pero no en su lógica.

Desafortunadamente, en nuestro país se ha limitado su ejercicio y el aprovechamiento de su potencial al ser vistas como un asunto de “especialistas” y ser apreciadas, por una amplia gama de los profesionistas de las ciencias sociales, como un lenguaje esotérico. En este contexto se presenta el número 33 de nuestra Revista “*Administración y Organizaciones*” con el propósito de difundir algunas de las aplicaciones de las matemáticas para modelar y analizar situaciones y fenómenos de las ciencias administrativas, económicas, sociales y humanas.

Este número, que se ha convocado bajo el tema: ***Retos e innovaciones en el quehacer de la administración de las organizaciones. Aportaciones de las matemáticas para abordarlos***, se enfoca en la presentación de algunos de los conceptos, modelos y técnicas que pueden apoyar a las organizaciones, para dar respuesta a los retos y oportunidades que se les presentan ante nuevos factores, objetivos y tendencias sociales y ambientales, las que a su vez provocan situaciones complejas, inciertas e imprecisas en asuntos de su análisis, administración y toma de decisiones.

Las matemáticas apoyan con aspectos teóricos y metodológicos el entendimiento y el análisis de temas esenciales para las organizaciones como las redes y la conectividad, el estudio de los nuevos mercados, el comportamiento y análisis del consumidor, la toma de decisiones en un ambiente de incertidumbre, la representación de conocimiento y el aprendizaje organizacional, la inteligencia de negocios en un contexto de complejidad, los sistemas complejos, distribuidos y difusos, y el papel

de los actores en las organizaciones. Todos ellos temas relevantes por el impacto que tienen en el desempeño organizacional en el corto, mediano y largo plazo.

Es así, que se ha pretendido abrir un espacio para la difusión de conceptos, modelos, métodos y herramientas que han estimulado formas creativas, innovadoras y originales de resolver problemas, balancear consideraciones a corto y mediano plazo, así como entender las interdependencias de acciones y el rango de implicaciones que pueden tener las decisiones

Los artículos que se han seleccionado para este número de la revista, si bien no abundantes, se ubican en diversos niveles y enfoques de análisis organizacional, con ello dan muestra del potencial que las matemáticas tienen para describir y descubrir situaciones, y refieren el amplio ámbito de incidencia que puede darse a su quehacer.

Son seis los trabajos que han sido seleccionados para este número. En el primero de ellos ***Una aproximación mediante lógica difusa al análisis de la competitividad empresarial***, Juan Gabriel Vanegas, Juan Carlos Botero y Jorge A. Restrepo nos presentan la aplicación de un sistema de inferencia construido sobre la base de la lógica difusa –la cual permite la modelación matemática de variables de tipo lingüístico– cuyas aplicaciones ilustran, entre otras cosas, cómo “el conocimiento experto se puede procesar e interpretar al interior de la organización”, en este caso se ejemplifica su uso para validar cómo la volatilidad cambiaria afecta negativamente el desempeño empresarial de un conjunto de empresas (pymes comercializadoras internacionales del sector textil-confecciones en Antioquia-Colombia) cuyos ingresos se derivan de la exportación de sus productos.

El segundo trabajo, titulado ***La influencia de las barreras a la innovación que limitan la competitividad y el crecimiento de las pymes manufactureras***, de Silvia Pomar Fernández, Jorge Antonio Rangel Magdaleno y Roberto Ezequiel Franco Zesati; busca explicación a por qué algunas pequeñas y medianas empresas (Pymes) no logran ser más competitivas, analizando las barreras a la innovación como agentes limitantes de la competitividad y el crecimiento. Para ello los autores han considerado una muestra de 152 empresas Pymes del sector manufacturero del Estado de Aguascalientes, México; de las han obtenido información mediante una encuesta personalizada, dirigida a los gerentes o responsables directos de la administración, para posteriormente analizar los datos a través de un análisis de fiabilidad del modelo de relación que proponen y de un análisis de regresión múltiple para medir el grado de relación entre las variables estudiadas.

El objetivo de Jorge Rouquette Alvarado y Amanda Suárez Burgos, reportado en el artículo ***El análisis de varianza en el estudio de un grupo de empresas***

mexicanas, nos invita a reconocer que “lo que se observa varias veces no ocurre exactamente de la misma manera, por lo que entonces lo que se observa se aprecia con variabilidad”, por ello, utilizan el análisis de varianza, una técnica estadística que se basa en obtener muestras representativas de diferentes poblaciones para medir su variabilidad y establecer similitudes o diferencias; como una herramienta eficaz, “elegante y potente”, para resolver estudios comparativos de homogeneidad. Se toma como ejemplo el contraste de empresas del comercio minorista dirigido a los consumidores, de alimentos y bienes, que compiten por un mismo sector del mercado, con el objetivo de demostrar que a pesar de tener diferencias en promedios de ventas y empleados, los promedios en las utilidades netas tienen similitudes.

Por su parte, Vicente Ángel Ramírez Barrera, Ana Elena, Narro Ramírez y Ángel Eduardo Ramírez Nieves nos muestran en ***Cadenas de Markov en una micro empresa. Estudio de caso***, el valor de este proceso cuando, al exponer en términos probabilísticos tanto las preferencias personales de los clientes por diferentes marcas como los datos estimados acerca de recuperar la inversión y obtener una ganancia, es posible aplicarlo para que un vendedor esté en mejores condiciones de proveer adecuadamente a los clientes en un futuro conociendo las posibilidades de que éstos se estabilicen en la compra de determinada marca y la periodicidad con la que podrían cambiar de marca, aportándole además conocimiento sobre el porcentaje de deuda que podría no llegar a cobrar.

En ***Identificación de Modelos y Variables Económicas***, Yolanda Daniel Chichil y Sergio Solís Tepexpa retoman a la econometría como una de las grandes herramientas en la valoración y predicción del comportamiento de las variables económicas y del estudio de fenómenos económicos que ha permeado hacia la práctica organizacional, al utilizarla en la planeación y el control de operaciones. Persiguen como objetivo ilustrar y motivar el aprendizaje de la aplicación de modelos económicos como instrumentos para explicar el comportamiento de los fenómenos del mercado, explicando de manera clara y sencilla las características de los modelos básicos de oferta-demanda y de equilibrio, mediante la aplicación del modelo del análisis de regresión y su método de estimación de mínimos cuadrados indirectos.

Finalmente, en el artículo titulado ***Validación de modelos estadísticos que apoyan la elegibilidad de programas gubernamentales*** de Laura P. Peñalva Rosales, se señala que frente a recursos siempre escasos de los programas gubernamentales de apoyo para atender las necesidades de individuos u organizaciones, resulta fundamental asegurar que dichos apoyos se dirijan a aquéllos que tengan una posibilidad real de aprovechamiento de los mismos. Sin embargo, la experiencia muestra que no siempre se logra una buena selección de beneficiarios. En este artículo se presentan los resultados de un ejercicio de validación de tres modelos estadísticos

posibles para la clasificación de solicitudes a un programa de apoyo gubernamental mediante la medida del error de inclusión, suponiendo que es posible establecer el mejor modelo estadístico para seleccionar a los beneficiarios de un programa siempre que, además de las pruebas de validez estadística, se utilicen métodos alternos para validar la información manifestada por el solicitante.

Este número temático de la revista se quiere dedicar especialmente a la memoria de nuestro maestro, colega y amigo Ricardo Antonio Estrada García, gran promotor del uso de las matemáticas para el estudio y práctica de la Administración en las organizaciones, visionario y de mente brillante, nos ha dejado con esta revista, que él fundó, un espacio de diálogo e intercambio sumamente valioso que pretendemos se mantenga abierto a las ideas, a la creatividad y a la reflexión, de la misma manera que lo era Ricardo.

Vaya pues esta contribución para la mejor apreciación de herramientas disponibles para el estudio, análisis y apoyo a la administración de las organizaciones.

Martha Margarita Fernández Ruvalcaba y Laura P. Peñalva Rosales
Marzo de 2015

Una aproximación mediante lógica difusa al análisis de la competitividad empresarial¹

Fecha de recepción: 19-08-2014

Fecha de aceptación: 28-11-2014

Juan Gabriel Vanegas²

Juan Carlos Botero³

Jorge A. Restrepo⁴

RESUMEN

Los resultados del entorno empresarial son probabilísticos por naturaleza. Este trabajo explora los efectos de la volatilidad cambiaria en el desempeño competitivo, medido por el margen de contribución, de las pymes comercializadoras internacionales del sector textil-confecciones en Antioquia-Colombia. La aproximación empírica utiliza datos de 267 empresas, 51 de ellas exportadoras, para el periodo 1995-2013. Se presenta un sistema de inferencia difuso tipo Mamdani, que a partir de variables lingüísticas, permite definir un indicador global numérico para evaluar los efectos cambiarios. Los resultados muestran como el margen de contribución se ubica en un nivel lingüístico bajo para las empresas analizadas, sugiriendo como la volatilidad de la tasa de cambio ha restado competitividad a las pymes de este sector en el periodo de análisis. El valor agregado de la propuesta utilizada subyace en la aplicación de un sistema de lógica difusa para el análisis de la competitividad empresarial, en este caso de un sector, como una forma alternativa de medir el desempeño de una firma en el mercado externo.

Palabras clave: competitividad, margen de contribución, pymes, tipo de cambio, sistemas de lógica difusa.

¹ Este artículo es un producto derivado de la investigación titulada: “Métodos multicriterio aplicados a contextos empresariales: una selección de estudios de caso”, perteneciente a la línea de investigación en comercio exterior del Grupo Research and Enterprise Development (RED) de la Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas del Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria. El proyecto fue financiado con recursos del CODEI.

² Docente Ocasional Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas, Grupo RED, Tecnológico de Antioquia I.U., Medellín, Colombia. Correo electrónico: jg.tecnologico@gmail.com, jvanegas1@tdea.edu.co

³ Docente Interno Universidad Pontificia Bolivariana, Facultad Ingeniería Industrial. Grupo GISAI, Medellín, Colombia. Correo electrónico: juan.botero@upb.edu.co

⁴ Docente-Investigador de Planta Tecnológico de Antioquia I.U. Líder Grupo RED, Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas. Medellín, Colombia. Correos electrónicos: jrestrepo@tdea.edu.co, jrtdea@gmail.com

ABSTRACT

The business environment results are probabilistic in nature. This paper explores the exchange rate volatility effects on competitive performance, measured as the contribution margin ratio, of export-oriented textile-clothing SMEs sector from Antioquia-Colombia. Our empirical analysis relies on data from 267 firms, 51 of which are exporting firms, over the 1995-2013 period. A Mamdani fuzzy inference system from linguistic variables is used in order to determine a global numerical index for evaluating exchange rate effects. The empirical analysis reveals that contribution margin ratio was classified in a lower level, which means that competitiveness of SMEs textile-clothing sector has been affected by exchange rate volatility in last twelve years. This study shows the use of fuzzy logic systems for analyzing firm competitiveness within a sector as an alternative way of measuring the firm performance in the international market.

Keywords: competitiveness, contribution margin ratio, SMEs, exchange rate, fuzzy logic inference systems.

Introducción

El análisis del margen de contribución brinda elementos importantes en la toma de decisiones empresariales al mostrar cómo se verá afectada la utilidad, y por tanto la rentabilidad de una empresa o sector, ante cambios en ingresos operacionales y costos. En el plano macroeconómico la pérdida de competitividad implica un encarecimiento relativo de los bienes y servicios de origen, lo que dificulta su ingreso en el mercado exterior, en tanto que en el plano microeconómico se traduce en una reducción del margen de ganancia de las empresas, lo cual repercute en menos producción e inversiones, y alienta la importación sustitutiva de bienes y servicios locales (América Economía, 2011).

Este trabajo realiza un análisis para las empresas de un sector específico, recurriendo a una aproximación alternativa por medio de la lógica difusa, en aras de aportar más elementos de juicio a la explicación de la incidencia que tiene la volatilidad del tipo de cambio real en el margen de contribución de las pymes comercializadoras internacionales del sector textil-confecciones de Antioquia en el periodo 1995-2013. Para ello, se retoman algunos elementos del trabajo de Restrepo y Vanegas (2010) en la definición del problema y se propone un sistema de inferencia difuso tipo Mamdani para abordar dicho análisis.

La evaluación se aplica a las pymes comercializadoras internacionales (CI), porque son empresas cuyos ingresos se derivan de la exportación de sus productos, y por tanto los movimientos cambiarios inciden en su desempeño competitivo. Se dispone de datos para 267 empresas que reportaron información financiera a la Superintendencia de Sociedades entre 1995 y 2013, donde 51 de éstas son CI, lo cual facilita la construcción de indicadores anuales para todo el grupo de CI como un conjunto. Los datos son deflactados usando el índice de precios al consumidor (IPC) y el índice de precios al productor (IPP) para tener un conjunto homogéneo de información en términos reales (pesos de 2005). Esta información se procesa en el software Matlab para modelar un sistema de inferencia difuso tipo Mamdani.

Este artículo está estructurado en cinco partes incluida esta introducción. La segunda parte muestra una breve revisión de los fundamentos de la lógica difusa y sus aplicaciones en problemas similares, así como, se esboza un breve planteamiento de la competitividad empresarial. La tercera parte presenta las cifras agregadas del sector. En cuarto lugar se presenta la formulación de un sistema de inferencia difuso, y como quinto punto, son abordados los resultados empíricos de la modelación y algunas conclusiones.

Fundamentos teóricos y revisión de la literatura

Lógica difusa

El tratamiento empírico bajo sistemas de lógica difusa enfatiza en que el modelo como tal no es difuso, sino que lo son las variables como forma de representar la información a modelar, como una forma complementaria a la lógica clásica que pretende calificar información imprecisa, es decir con cierto grado de vaguedad (Zadeh, 1965; 2008). En el entorno empresarial existe un amplio conocimiento disonante con la realidad, lo que genera un conocimiento impreciso, vago, confuso, inexacto, incierto, o probabilístico por naturaleza. Así, uno de los principales inconvenientes que surge como resultado de la escasa capacidad de expresión de la lógica clásica bipolar es la clasificación de pertenencia a determinadas categorías de análisis.

Para ejemplificar lo anterior, supongamos que tenemos un grupo de empresas a las cuales se les desea clasificar por sus ingresos en millones de pesos, catalogándolas como de ingresos altos o bajos. La lógica clásica soluciona la tarea definiendo un umbral de pertenencia, asignando un valor que determina que ingresos iguales o superiores se consideran altos. Si tal umbral es \$1.000 millones de pesos, todos los elementos del grupo con ingresos iguales o superiores a este valor serán altos, en caso contrario serán bajos. Según esta secuencia analítica, una firma con ventas de \$999 millones, será tratada igual que otra que reporte información financiera de \$500 millones, en cuyo caso ambas adquieren el calificativo de ingresos bajos. No obstante, si tenemos un método que permita ordenar los ingresos con una dinámica que suavice las transiciones, podríamos reproducir la realidad financiera con mayor fidelidad.

Son varias las definiciones asociadas a los estudios o modelos de pensamiento difuso o lógica difusa a través del tiempo, más aún cuando su aplicabilidad y enfoque fundamenta su significado. Este tipo de análisis es una forma alternativa de abordar la toma de decisiones mediante formulaciones matemáticas, basada en patrones de comportamientos similares al pensamiento de los humanos, permitiendo valores intermedios entre los extremos totalmente verdadero y totalmente falso que la lógica clásica excluye (Buckley y Eslam, 2002; Medina y Paniagua, 2007). Además, la lógica difusa se ha implementado en disciplinas como: la economía, las finanzas, la psicología, la física, entre otras; sistemas en los que se encuentra vaguedad e imprecisión y no necesariamente se dispone de información cuantitativa, lo que permite tratar de una forma útil con la incertidumbre (Guiffrida y Nagi, 1998; Medina y Paniagua, 2007).

De esta manera, se constituye en una de las disciplinas matemáticas que cuenta con un gran potencial de aplicaciones en el contexto corporativo, dado que en este contexto se maneja un conocimiento lingüístico que es susceptible de ser modelado usando sistemas difusos. Su uso como aplicación moldea las diferentes dinámicas y estructuras condicionadas por el mercado, constituyéndose como una herramienta de gran potencial para el desarrollo de nuevos métodos o técnicas que

soporten la toma de decisiones con miras en la maximización del valor de los que participan en una compañía.

La lógica difusa se funda en el concepto de grados de pertenencia, lo cual permite manejar información de difícil especificación, importante para la resolución de un problema, por medio de una serie de reglas con sistemas adaptables que se nutren de la observación o formulación. El aspecto central de las técnicas de lógica difusa es la capacidad de reproducir de manera aceptable y eficiente los modos usuales del razonamiento, al considerar que la certeza de una proposición es una cuestión de grado, por esta razón parte de la base del razonamiento aproximado y no del razonamiento preciso, asumiendo características que fundamentan su aplicación a partir de la flexibilidad, la tolerancia con la imprecisión, la capacidad para moldear problemas no-lineales y su fundamento en el lenguaje de sentido común (Zadeh, 1965).

Como ejemplos concretos de aplicaciones en contextos empresariales se pueden señalar varios casos que muestran como el uso de la matemática difusa en la explicación o determinación de factores que afectan el desempeño de una compañía. En este orden de ideas, Medina (2006) presenta aquellos trabajos que se han enfocado en la solución de problemas financieros, particularmente en el campo de la teoría de portafolios, la evaluación de proyectos, el análisis de crédito, el análisis técnico y el análisis financiero. Otro de los temas que ha sido abordado es la gestión de flujos de efectivo como uno de los aspectos más importantes en el mundo de los negocios (Chiu y Park, 1994; Kuchta, 2000; Kahraman *et al.*, 2002; Appadoo, 2014). Otras aplicaciones financieras dan cuenta de problemas de inversión incorporando incertidumbre (Gil Aluja, 2002), la definición de políticas de créditos en las entidades financieras (Medina, 2003), proceso de adquisición de activos de una empresa (McIvor *et al.*, 2004), determinación de los márgenes mínimos para la adjudicación de proyectos en el sector construcción (Chao, 2007; Laryea y Hughes, 2010), evaluación del desempeño financiero en empresas (Ertuğrul y Karakaşoğlu, 2009), comparación del rendimiento de los procesos de la cadena de abastecimiento con la estrategia financiera de la empresa (Elgazzar, 2012), o con los objetivos competitivos y el rendimiento empresarial (Yusuf *et al.*, 2014).

En síntesis, se puede evidenciar como los sistemas difusos tienen amplia aplicación en el diseño de modelos para la toma de decisiones financieras y pueden ser aplicados a una variedad de problemas, particularmente aplican en la solución de procesos muy complejos, es decir, cuando se carece de un modelo matemático simple o para procesos no lineales; incluso cuando el conocimiento experto se puede procesar e interpretar al interior de la organización propendiendo por la asertividad en las decisiones con alto enfoque estratégico y consecuente al direccionamiento corporativo. Este breve resumen pone de relieve la importancia de complementar los enfoques probabilísticos con enfoques sustentados en la teoría de la posibilidad para alcanzar una mayor confiabilidad que brinde elementos más acertados que apoyen la toma de decisiones financieras.

Competitividad empresarial

En el entorno empresarial el significado de competitividad no presenta confusión, una vez que existe consenso en que las fuentes de ventaja competitiva de una empresa fluyen a través de la afinación de los factores internos de éxito: producción, comercialización, logística y operaciones, innovación y desarrollo, entre otros y traducidos vía precio, calidad y servicio que cumplen las expectativas de sus clientes en una mayor proporción en relación a los de sus rivales en un mercado específico (Abdel Musik y Romo Murillo, 2005).

Así, la pérdida de competitividad se traduciría en los indicadores financieros como producto de la disminución del nivel de ventas y su consecuente pérdida de participación de mercado y, finalmente, el liderazgo y con él la ventaja competitiva. La capacidad para competir se basa en una combinación de los factores claves de éxito que redundan en un menor precio, una calidad y servicio de categoría mundial, de manera que en mercados con comportamientos oligopólicos con una cantidad importante de productores en los que no se tiene el poder de fijar precios, las empresas serán competitivas si sus precios son tan o más bajos que los precios de sus rivales.

Frente a la industria textil-confecciones, podemos inferir de las conclusiones del trabajo de Abdel Musik y Romo Murillo (2005), que como no todas las industrias son iguales, existen por tanto factores divergentes que explican su competitividad; entre los que podemos citar: la concentración del mercado, las barreras de entrada, la intensidad de capital y complejidad técnica, y sobre todo el potencial de exportación, que es el objeto de análisis en el caso de las firmas comercializadoras internacionales. Este último elemento actúa como un incentivo negativo para mejorar la competitividad de la industria. En este orden de ideas la industria bajo análisis en nuestro medio presenta más debilidades que fortalezas e igualmente más amenazas que oportunidades.

Un hecho recurrente en los análisis de competitividad es presentar las variaciones en el nivel de precios como un asunto que provee ganancias coyunturales, es decir, es solo plausible en el corto plazo, por lo que se considera un factor espurio y no genera efectos positivos en el largo plazo. De acuerdo a la revisión de literatura en el tema realizada por Auboin y Ruta (2013), la relación entre las fluctuaciones cambiarias y el desempeño exportador ha adoptado dos direcciones: i) el impacto sobre comercio internacional y ii) los desajustes cambiarios. En el primer enfoque los resultados muestran impactos negativos, aunque no muy altos, en tanto que en el segundo enfoque muestran que los efectos desaparecen en el largo plazo.

Ahora bien, si bien para el caso colombiano a nivel general no se encuentra un impacto negativo de la volatilidad del tipo de cambio real en el desempeño de las firmas, a excepción de un efecto moderado en las ganancias (Iregui et al., 2013), no obstante, a nivel micro y sectorial, considerando el tipo de empresas analizadas, Restrepo y Vanegas (2010) muestran que el comportamiento del tipo de cambio

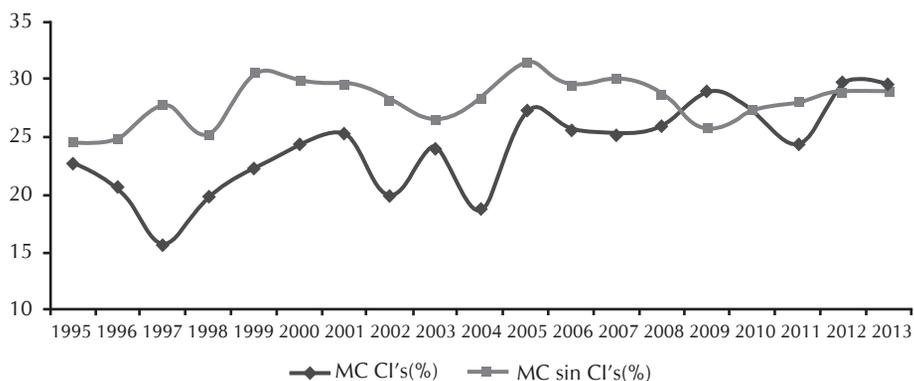
les ha restado competitividad, y como se verá en la siguiente sección, en términos reales la brecha de rentabilidad comparada con el sector en su conjunto se ha profundizado en la última década.

Análisis empírico de la competitividad empresarial vía margen de contribución

La regularidad empírica que el margen de contribución ha mostrado en las empresas del sector textil-confecciones evidencia la evolución del nivel de ingresos de las compañías. El comportamiento del tipo de cambio incide en la competitividad de las pymes de este sector en Antioquia, así lo han manifestado algunos empresarios: “las empresas de confecciones perdieron competitividad y clientes con la revaluación” (Dinero, 2005, junio). Empíricamente, en términos nominales, Restrepo y Vanegas (2010) encontraron que la volatilidad de la divisa afecta negativamente a las comercializadoras internacionales de tamaño pequeño y mediano del sector en cuestión, una vez que éste tipo de empresas tienen anclados sus ingresos completamente a los movimientos del tipo de cambio. En dicho análisis el margen de contribución nominal promedio en casi todos los años analizados fue inferior para las comercializadoras internacionales comparadas con el sector en su conjunto, brecha que se explica por las fluctuaciones cambiarias; aunque es de resaltar que en los últimos años la diferencia se ha acortado (Figura 1).

15

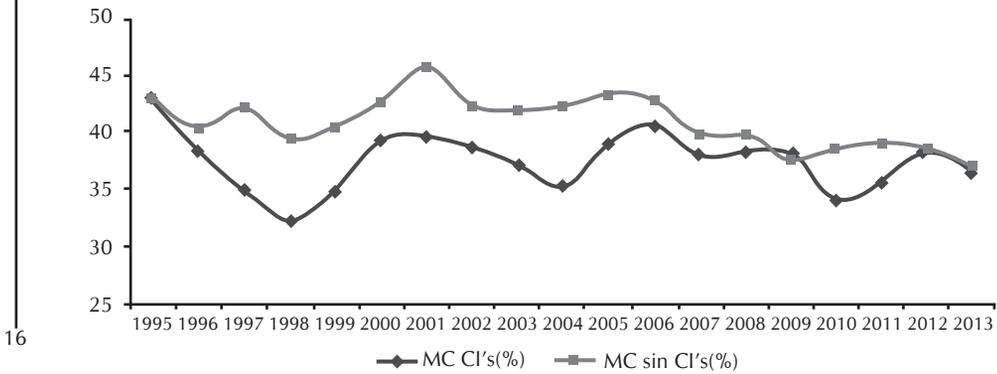
Figura 1
Margen de contribución nominal del sector (1995-2013)



Fuente: Elaboración propia con base en Restrepo y Vanegas (2010) y Supersociedades (2014).

En términos reales (en pesos de 2005), los efectos son aún más dramáticos, en términos de caídas más pronunciadas y dejan ver una brecha temporal más amplia y una pérdida de competitividad, vía margen de contribución, aún mayor para este sector hasta el año 2007, momento a partir del cual la brecha se ha cerrado, lo cual coincide con menores fluctuaciones de la moneda (Figura 2).

Figura 2
Margen de contribución real del sector (1995-2013)



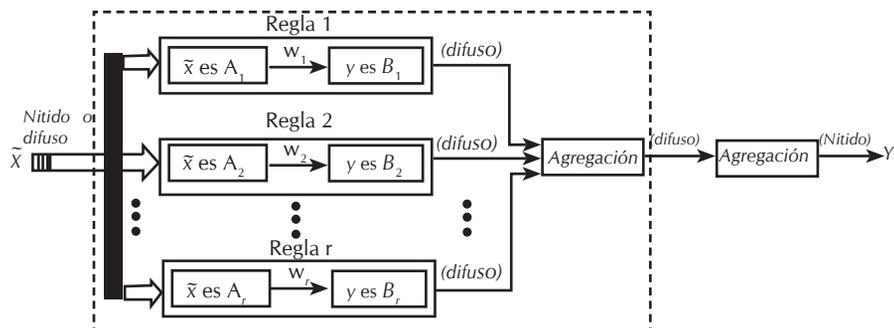
Fuente: Elaboración propia con datos de Supersociedades (2014).

Metodología, supuestos y planteamiento

Sistema de inferencia difuso

De acuerdo con los planteamientos de Jang *et al.* (1997, p.74), un sistema de inferencia difuso (SID) se compone fundamentalmente de tres elementos: una base de conocimiento la cual contiene una selección de reglas difusas; una base de datos que define las funciones de membresía en esas reglas; y un mecanismo de razonamiento que realiza el procedimiento de inferencia. Esquemáticamente este procesamiento va desde un conjunto X (nítido o difuso), atraviesa los tres pasos anteriores (reglas, agregadores y método de parametrización) para obtener un resultado Y (Figura 3). De esta manera, este tipo de sistemas convierte variables de entrada que pueden ser cuantitativas o cualitativas en variables lingüísticas mediante conjuntos difusos (*fuzzy sets*) o funciones de pertenencia que son evaluados a través de reglas difusas del tipo *SI – ENTONCES* (Zimmermann, 1997). Una vez obtenidas las salidas del sistema, estas se convierten en valores nítidos (*crisp*), mediante un proceso de concreción (*defuzzyfication*) brindando así información para la toma de decisiones (Medina, 2006).

Figura 3
Diagrama de bloque para un SID



Fuente: Jang et al (1997).

17

En el proceso de establecer un sistema de inferencia difuso es necesario definir los conjuntos difusos de entrada y de salida, así como las funciones de pertenencia. La definición de tales conjuntos se basa en la opinión de expertos cuando se dispone de variables de corte cualitativo o en la identificación de regularidades empíricas en datos cuantitativos, lo cual permite obtener los posibles rangos de valores que la variable pueda tomar. Tras esto se emplean funciones de membresía de tipo triangular, trapezoidal, gaussiana, sigmoidea o generalizada de Bell para estos conjuntos con el fin de representar la asignación correcta entre las entradas y salidas (Jang et al., 1997).

Elementos que componen un sistema de inferencia difuso

De acuerdo con Buckley y Eslam (2002), los sistemas difusos tienen como finalidad inferir una conclusión mediante la composición de reglas difusas a partir de premisas conocidas. Las proposiciones difusas incluyen predicados que generalmente se pueden escribir como “ x es A ” donde “ A ” es un predicado difuso y “ x ” es la variable difusa (también conocida como variable lingüística) y son expresados en términos de conjuntos difusos. Para el contexto analizado se puede ejemplificar como: “probablemente la tasa de cambio subirá mañana”.

Las relaciones difusas se pueden considerar como una generalización de las relaciones ordinarias, relaciones como “ x y z son casi iguales”, y son frecuentes de encontrar en la cotidianidad. Además, son difíciles de representar usando lógica difusa para una solución natural a su representación. Una relación difusa R del conjunto X al conjunto Y es un conjunto difuso en el producto del conjunto $X \times Y = \{(x, y) / x \in X, y \in Y\}$ y es caracterizada por una función de pertenencia.

Las reglas de implicación son utilizadas en el razonamiento difuso como un método que permite la cuantificación de un tipo particular de relaciones difusas, sirve para trasladar la condición difusa $A \rightarrow B$ a una relación difusa. Las más utili-

zadas son la propuesta por Zadeh y la propuesta por Mamdani, siendo esta última el corazón de muchos de los sistemas de inferencia difuso utilizado para contrastar hipótesis (Tabla 1) (Buckley y Eslam, 2002).

Tabla 1
Tipos de implicación

Regla de Zadeh (Ra)	$a \rightarrow b = 1 \wedge (1 - a + b)$
Regla Mamdani (Rc)	$a \rightarrow b = a \wedge b$

La composición de relaciones difusas permite la inferencia de un consecuente a partir de un conjunto de antecedente dado; se utilizan operaciones de máximos y mínimos por lo que se conoce como reglas de composición del tipo: MAX-MIN, MIN-MAX o MAX-PRODUCTO (Buckley y Eslam, 2002).

SID aplicado al análisis de la competitividad empresarial

Con base en el esquema presentado en la Figura 3 y teniendo presente los elementos señalados en el análisis empírico anterior, se procede a formular los conjuntos difusos en un SID tipo Mamdani (Mamdani, 1977). Posteriormente se construyen las reglas de decisión, tomando como fuente información histórica del sector para el periodo 1995-2013. Luego se elabora el algoritmo y se utiliza el software Matlab versión 2009a para generar las superficies difusas y obtener la incidencia del tipo de cambio en el margen de contribución de las pymes en estudio⁵.

Variables

Las variables utilizadas para la modelación de la competitividad fueron: margen de contribución (MC), ingresos operacionales (IO), costos totales (CT) y volatilidad del tipo de cambio (TC). Todas las variables fueron deflactadas según corresponda utilizando el Índice de Precios al Consumidor (IPC) o el Índice de Precios al Productor (IPP), estas últimas se expresan valores de 2005.

Funciones de Composición

La función usada en este trabajo, de tipo T (triangular), puede definirse en la siguiente ecuación:

⁵ En el Anexo al final de este documento para tener un punto de comparación se encuentra el análisis difuso para el resto de pymes excluyendo las CI.

$$T(u; a, b, c) = \left. \begin{array}{l} 0 \rightarrow u < a \\ \frac{u - a}{b - a} \rightarrow a \leq u \leq b \\ \frac{c - a}{c - b} \rightarrow b \leq u \leq c \\ 0 \rightarrow u > c \end{array} \right\}$$

Mediante esta función es posible modelar propiedades con un valor de inclusión diferente de cero para un rango de valores ceñido en torno a un punto b.

19

Reglas

Siguiendo la metodología de extracción de reglas planteada en Zimmermann (1997), se define la forma de reglas *SI - ENTONCES* para determinar la relación entre las variables de entrada y salida que componen el SID. De esta forma, un SID tipo Mamdani de la forma *SI - ENTONCES* sigue la siguiente estructura:

$$SI X_1 \text{ es } A_1 \text{ y } X_2 \text{ es } A_2 \text{ y... } X_k \text{ es } A_k \text{ ENTONCES } Y \text{ es } B$$

En este sentido, al disponer de datos históricos⁶, las relaciones empíricas se establecen mediante comparaciones pareadas para los niveles de las variables *IO* y *CT*; y *MC* se calcula como la relación $(IT-CT)/CT$. Con base en el análisis estadístico de las series de tiempo los valores establecidos como mínimo, promedio y máximo fueron los siguientes:

Tabla 2
Conjunto de valores para las series *IO* y *CT* (valores en millones de pesos)

Variable	Bajo (B)	Medio (M)	Alto (A)
Ingresos (IO)	12.327.440	61.144.748	210.235.578
Costos (CT)	10.493.068	46.709.730	156.957.011

Fuente: elaboración propia.

⁶ Esta información se utiliza para establecer la base de conocimiento, por tanto no se requiere del juicio de expertos para determinar las regulaciones empíricas.

Con esta información se calcula el margen de contribución (MC) para cada conjunto de datos y luego se comparan en el tiempo los resultados mediante el coeficiente de correlación para establecer la forma como se relacionan (Tabla 3).

Tabla 3
Relaciones ingreso-costo y margen de contribución para CI

Ingresos (IO)	Costos (CT)	MC
B	B	0,15
B	M	-2,79
B	A	-11,73
M	B	0,83
M	M	0,24
M	A	-1,57
A	B	0,95
A	M	0,78
A	A	0,25

Fuente: elaboración propia.

Ahora, con el objeto de operacionalizar el modelo y su posterior validación empírica, se utilizan conjuntos difusos triangulares para representar cada variable, los cuales se categorizan en bajo (B), medio (M) y alto (A). Así, al tener tres conjuntos difusos de entrada: ingresos (IO), costos (CT), volatilidad de la tasa cambio (TC), y un conjunto difuso de salida: margen de contribución (MC), existen 27 (3^3) diferentes combinaciones a representar (Tabla 4). Las combinaciones permiten definir el intervalo donde se ubica el MC, como resultado de la interacción de las tres variables –IO, CT y TC–; los cuales se definieron de forma empírica utilizando primero los datos de ingresos y costos (Tabla 3). Posteriormente, con el valor observado y ubicado en los límites definidos en el conjunto triangular difuso para MC (valores máximos y mínimos), se contrasta con la volatilidad del TC para determinar la combinación final del SID. La Tabla 4 muestra la base de conocimiento para capturar la incidencia de las fluctuaciones cambiarias en la competitividad de las pymes comercializadoras:

Tabla 4
Relaciones tipo Mamdani para el análisis difuso de la competitividad en Pymes

Ingresos	Costos	TC (volatilidad)		
		B	M	A
B	B	M	B	B
B	M	B	B	B
B	A	B	B	B
M	B	A	A	M
M	M	M	B	B
M	A	B	B	B
A	B	A	A	M
A	M	A	A	M
A	A	M	M	B

21

Fuente: elaboración propia.

Con base en lo anterior, se pueden intuir los valores lingüísticos basados en los comportamientos de estas variables, así:

Relación 1. R1: MC a TC: relación negativa. Si TC es muy volátil entonces MC es bajo

Relación 2. R2: TC a IO: relación negativa. Si TC es muy volátil entonces IO disminuye

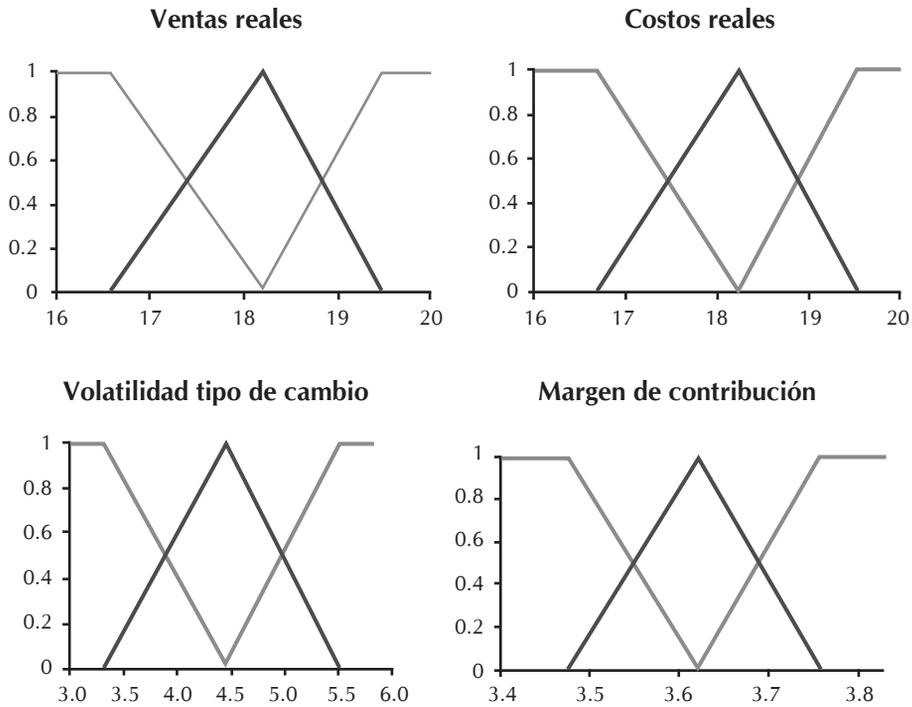
Relación 3. R3: CT a MC: relación negativa. Si CT es muy bajo entonces MC aumenta

Relación 4. R4: IO a MC: relación positiva. Si IO aumenta entonces MC aumenta.

Validación del modelo y resultados

Los conjuntos difusos asociados a cada una de las variables de los antecedentes y la variable resultante se muestran en la Figura 4 (todas las variables se expresan en logaritmos naturales para reducir la escala y variabilidad de los datos). Cada variable expresa tres diferentes niveles: bajo, medio y alto.

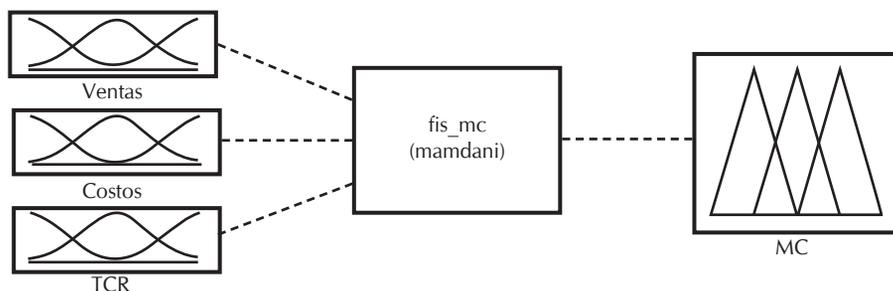
Figura 4
Conjuntos difusos para el análisis de la competitividad en Pymes



Fuente: elaboración propia con datos de Supersociedades (2014).

Una vez definidos estos conjuntos, el software Matlab es usado para obtener las relaciones resultantes. En la Figura 5, puede observarse el planteamiento del sistema de inferencia difuso. El método de concreción para este ejercicio fue el método del centroide y para la agregación en la cual se combinan los resultados obtenidos de cada una de las reglas para llegar a un único conjunto difuso se utilizó el método MAX-MIN, es decir cada regla es evaluada con el operador MIN y después las salidas de cada regla son combinadas para obtener un único conjunto difuso a través del operador MAX (Medina *et al.*, 2010).

Figura 5
Planteamientos del SID para determinar MC en Pymes



Fuente: elaboración propia usando el software Matlab.

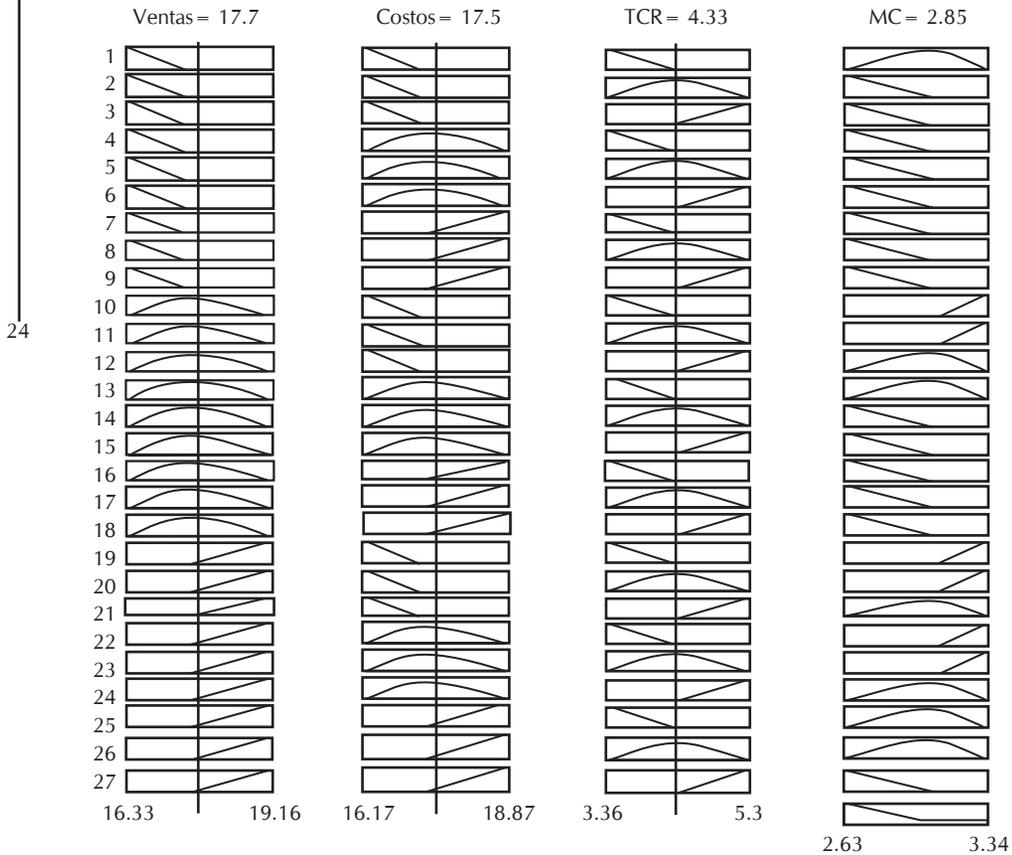
23

En la Figura 6, se muestra la forma como el software Matlab presenta los resultados del SID tipo Mamdani, donde cada renglón representa cada una de las 27 posibles combinaciones enunciadas en la Tabla 4. Las salidas se producen de la definición de los conjuntos difusos usados y del método de concreción aplicado. Así, se ilustra con un caso específico de reglas que se activan para los valores particulares de las entradas para las variables ventas (17,7), costos (17,5) y TCR (4,33), y como salida el método de concreción para el MC presenta un número nítido de 2,85, valor que al retornarlo a la escala original del MC representa un valor de 17,3%⁷. El valor anterior cae en el rango del indicador de competitividad empresarial bajo-medio definido en Restrepo y Vanegas (2010), permitiendo inferir como la volatilidad de la divisa en términos reales afectó ostensiblemente el MC de las pymes comercializadoras internacionales en las últimas dos décadas. Cuando el modelo se corre para el grupo de empresas del sector textil, excluyendo las CI, se genera un valor nítido para el MC de 3,31; el cual representa en la escala original un valor porcentual de 27,4%, valor superior en cerca de 10 puntos porcentuales al generado para las empresas exportadoras, corroborando la incidencia negativa del TC sobre el MC de este tipo de empresas,⁸ y por tanto sobre la competitividad.

⁷ Como los datos están expresados en logaritmo natural, se toma el valor exponencial para retornar dicho valor a la escala de los números naturales.

⁸ En el Anexo se presenta la información para el sector sin incluir las CI.

Figura 6
SID Mandani usando el método MAX-MIN en pymes CP⁹.



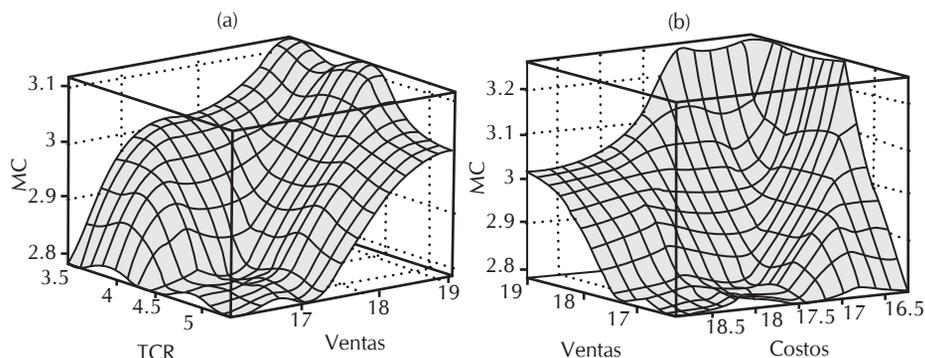
Fuente: elaboración propia usando el software Matlab.

En la Figura 7 puede observarse las gráficas de superficies difusas que muestran la relación de las variables determinantes del margen de contribución. En la parte (a) se aprecia como para valores entre 16,0 a 18,0 para las ventas y 3,5 a 4,0 para la volatilidad del tipo de cambio, la incidencia sobre el MC es cercana a 3,0; cifra similar que se observa en la Figura 7 (b) cuando las ventas se encuentran entre 17,0 a 19,0 y los costos entre 18,0 y 19,0. También se puede apreciar que con costos entre 16,5 y 17,5 y ventas entre 16,0 y 17,0 se obtienen resultados para MC mayores a 3,0; situación similar que se observa con ventas mayores a 17,0 y una volatilidad de la TC entre 3,5 y 4,5. En resumen, los resultados anteriores corroboran una relación negativa de las

⁹ Las filas del sistema representan las 27 (3³) combinaciones de la base de conocimiento referida en la Tabla 3.

fluctuaciones de la tasa representativa del mercado en la competitividad de las pequeñas y medianas empresas comercializadoras internacionales.

Figura 7
Superficies difusas en CI: (a) volatilidad TC vs. ventas y (b) ventas vs. costos



Fuente: elaboración propia usando el software Matlab.

Conclusiones

El modelo de lógica difusa aplicado permite validar como la volatilidad cambiaria afecta negativamente el desempeño empresarial del conjunto de firmas analizado. Los resultados obtenidos a través de variables lingüísticas analizan con mayor profundidad los presentados en Restrepo y Vanegas (2010), donde por medio de un análisis estadístico descriptivo, exploran las regularidades empíricas de los datos. En este sentido, se trasciende desde un análisis exploratorio hacia uno de corte explicativo, donde es posible no solo determinar la relación inversa de la volatilidad de la tasa de cambio en el margen de contribución de las pymes comercializadoras en Antioquia-Colombia, sino también cuantificar el impacto de ésta. Empíricamente se encontró un MC de 17,3%, que traduce como por cada 100 pesos vendidos, 82,7 pesos constituyen los costos variables y 17,3 pesos son destinados para cubrir los costos fijos, las cargas financieras y generar utilidad; resultado muy modesto para generar valor en el tiempo en el sector analizado.

En términos reales los resultados obtenidos expresan como el margen de contribución real, para el sector en su conjunto, presenta tendencias decrecientes muy pronunciadas en los periodos de mayor volatilidad de la moneda; lo que aporta información para el diseño de políticas y estrategias que coadyuven para tornar el sector más competitivo. Ahora bien, son diversos los factores que determinan el desempeño competitivo de una firma en el mercado; en este caso, al encontrar un vínculo con las fluctuaciones de los precios, se genera un alto riesgo de mercado de las empre-

sas de este sector. Además, los recursos generados en la actividad comercial con un margen de contribución tan bajo, podrían ser insuficientes para cubrir los costos fijos y generar utilidades, exponiendo a la empresa a un alto riesgo operativo que podría desencadenar en una crisis de insolvencia técnica; y por tanto, con un impacto fuerte en la permanencia en el corto plazo, reduciendo su competitividad y sostenibilidad.

Bibliografía

- Abdel Musik, G. y Romo Murillo (2004), Sobre el concepto de competitividad, *Comercio Exterior*, 55(3), pp. 200-214.
- América Economía (2011), Uruguay perderá competitividad con seis de sus ocho socios comerciales, *América Economía, Economía y Negocios*, Mayo 5 (En línea).
- Appadoo, S. (2014), Possibilistic Fuzzy Net Present Value Model and Application, *Mathematical Problems in Engineering*, 2014.
- Auboin, M. y Ruta, M. (2013), The relationship between exchange rates and international trade: a literature review, *World Trade Review*, 12(03), 577-605.
- Buckley, J. y Eslami, E. (2002), *An introduction to fuzzy logic and fuzzy sets* (Vol. 13). New York: Springer Verlag.
- Chao, L. (2007), Fuzzy logic model for determining minimum bid markup, *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 22(6), 449-460.
- Chiu, C. y Park, C. (1994), Fuzzy cash flow analysis using present worth criterion, *The Engineering Economist*, 39(2), 113-138.
- Dinero (2005), Textiles y confecciones, *Revista Dinero*, Junio 10. Bogotá.
- Elgazzar, S., Tipi, N., Hubbard, N. y Leach, D. (2012), Linking supply chain processes' performance to a company's financial strategic objectives, *European Journal of Operational Research*, 223(1), 276-289.
- Ertuğrul, İ. y Karakaşoğlu, N. (2009), Performance evaluation of Turkish cement firms with fuzzy analytic hierarchy process and TOPSIS methods, *Expert Systems with Applications*, 36(1), 702-715.
- Gil Aluja, J. (2002), *Invertir en la incertidumbre*. Madrid: Pirámide.
- Guiffrida, A. y Nagi, R. (1998), Fuzzy set theory applications in production management research: a literature survey, *Journal of intelligent manufacturing*, 9(1), 39-56.
- Iregui, A., Melo, L., Ramírez, M. y Delgado, R. (2013), El efecto de la volatilidad y del desalineamiento de la tasa de cambio real sobre la actividad de las empresas en Colombia, *Borradores de Economía*, 801, Banco de la República.

- Jang, J., Mizutani, E. y Sun, C. (1997), *Neuro-fuzzy and soft computing: A computational approach to learning and machine intelligence*, New York: Prentice Hall.
- Kahraman, C., Ruan, D., & Tolga, E. (2002), Capital budgeting techniques using discounted fuzzy versus probabilistic cash flows, *Information Sciences*, 142(1), 57-76.
- Kuchta, D. (2000), Fuzzy capital budgeting. *Fuzzy Set and Systems*, 111, 367-385.
- Laryea, S. y Hughes, W. (2010), Risk and price in the bidding process of contractors. *Journal of Construction Engineering and Management*, 137(4), 248-258.
- Mamdani, E. (1977), Application on Fuzzy Logic to approximate reasoning using linguistic synthesis, *IEEE Transactions on computers*, C26, 1182-1191.
- McIvor, R., McCloskey, A., Humphreys, P., y Maguire, L. (2004), Using a fuzzy approach to support financial analysis in the corporate acquisition process, *Expert Systems with Applications*, 27, 533-547.
- Medina, S. (2003), Uso de la programación lineal estocástica difusa en la definición de la política de créditos, *EITI*, 7-12.
- Medina, S. (2006), Estado de la cuestión acerca del uso de la lógica difusa en problemas financieros, *Cuadernillos de Administración*, 19(32), 195-223.
- Medina, S. y Paniagua, G. (2007), Modelo de inferencia difuso para estudio de crédito, *Dyna*, Año 75, Nro. 154, 215-229.
- Medina, S., Zuluaga, E., López, D., y Granda, F. (2010), Aproximación a la medición de capital intelectual organizacional aplicando sistemas de lógica difusa, *Cuadernos Administración*, 23(40), 35-48.
- Restrepo, J. y Vanegas, J. (2010), Competitividad y comercio exterior de las Pymes del sector textil-confecciones del Valle de Aburrá: incidencia del tipo de cambio, *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 30, 185-204.
- Supersociedades: Superintendencia de Sociedades (2014), Estados financieros años 1995-2013, Sistema de Información y Riesgo Empresarial - SIREM. Asuntos Económicos y contables, Supersociedades, Bogotá. (En línea)

Yusuf, Y., Gunasekaran, A., Musa, A., Dauda, M., El-Berishy, N. y Cang, S. (2014), A relational study of supply chain agility, competitiveness and business performance in the oil and gas industry, *International Journal of Production Economics*, 147, 531-543.

Zadeh, L. (1965), Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8, 338-353.

Zadeh, L. (2008), Is there a need for fuzzy logic? *Information Sciences*, 178 (13), 2751-2779.

Zimmermann, H. (1997), Operators in models of decision making. *Fuzzy Information Engineering*, 471–496.

Anexo

A continuación se presenta el análisis difuso para las pymes del sector textil-confecciones excluyendo las CI. La interpretación y los datos son similares a las secciones 5 y 6, la única diferencia es que se tomaron el resto de pymes de estos sectores excluyendo las CI. En este caso no tenemos la certeza de la incidencia directa del tipo de cambio, ya que los ingresos no necesariamente dependen de las fluctuaciones de la divisa como en el caso de las CI.

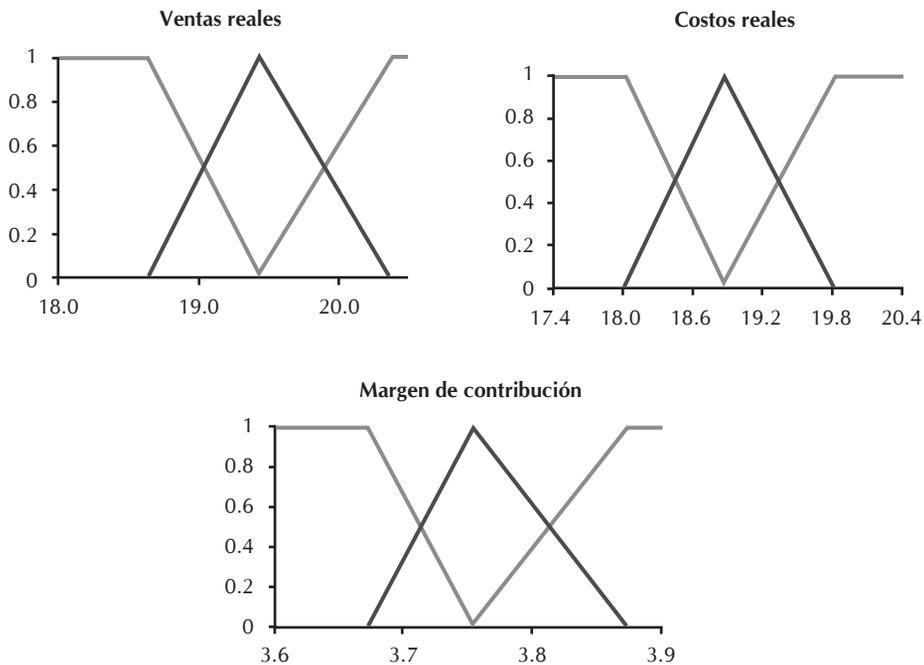
SID para pymes del sector textil-confecciones excluyendo las CI

Tabla 4
Relaciones tipo Mamdani para el análisis difuso de la competitividad sin incluir Pymes CI

Ingresos	Costos	MC
B	B	B
B	M	B
B	A	B
M	B	A
M	M	M
M	A	B
A	B	A
A	M	A
A	A	M

Fuente: elaboración propia.

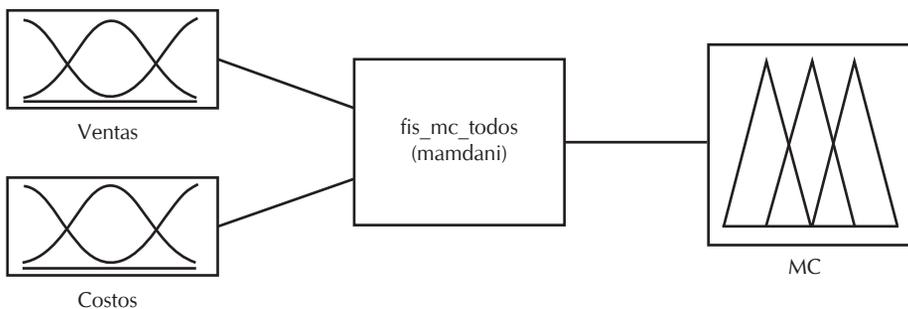
Figura 8
Conjunto difusos para el análisis de la competitividad sin incluir Pymes CI



31

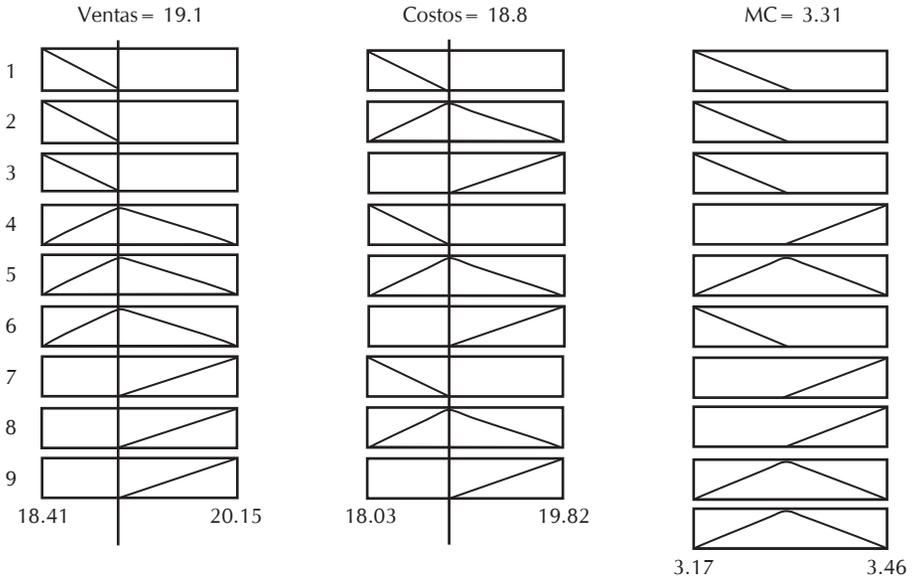
Fuente: elaboración propia con datos de Supersociedades (2014).

Figura 9
Planteamiento del SID sin incluir Pymes CI



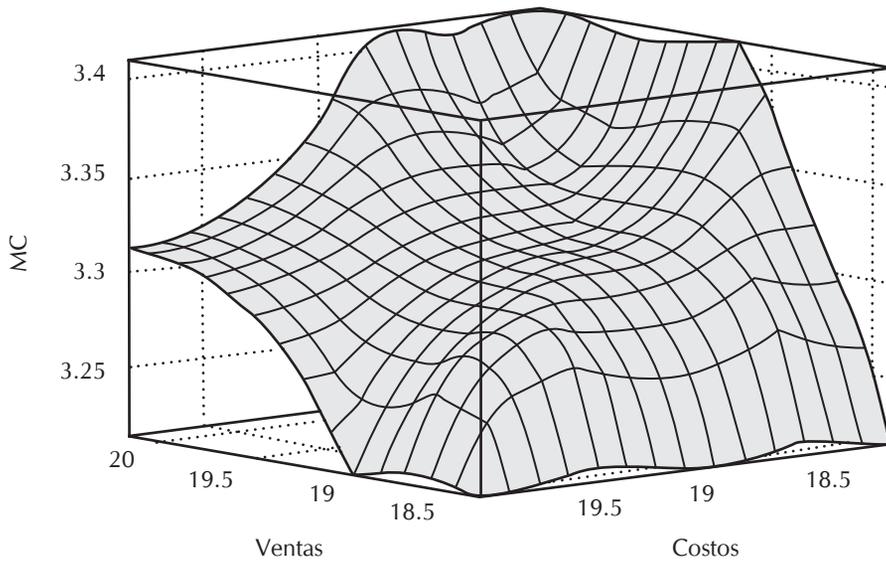
Fuente: elaboración propia usando el software Matlab.

Figura 10
SID Mamdani usando el método MAX-MIN sin incluir Pymes CI



Fuente: elaboración propia usando el software Matlab.

Figura 11
Superficies difusas sin incluir Pymes CI



Fuente: elaboración propia usando el software Matlab.

La influencia de las barreras a la innovación que limitan la competitividad y el crecimiento de las pymes manufactureras

Fecha de recepción: 30-09-2014

Fecha de aceptación: 27-11-2014

Silvia Pomar Fernández¹
Jorge Antonio Rangel Magdaleno²
Roberto Ezequiel Franco Zesati³

RESUMEN

Las empresas enfrentan exigencias de competitividad como la calidad, la diversificación e innovación. Las grandes empresas están más preparadas para competir, muchas de ellas tienen la cultura de la innovación y generan conocimiento constante, sin embargo en el caso de las pequeñas y medianas empresas (Pymes), enfrentan barreras a la innovación que no les han permitido ser competitivas y crecer. Este trabajo analiza la relación de las barreras a la innovación con la competitividad y el crecimiento de las Pymes. Con una muestra de 152 Pymes del sector manufacturero del Estado de Aguascalientes, México, a través de un estudio cuantitativo, se realizó un análisis de correlaciones. Los resultados muestran evidencia empírica sobre la influencia de las barreras a la innovación con la competitividad y el crecimiento de las Pymes estudiadas.

Palabras clave: Barreras a la Innovación, Competitividad, Crecimiento Empresarial, Pymes.

¹ Profesora-Investigadora del Departamento de Producción Económica de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Correo electrónico: silvia_pomar@yahoo.com

² Profesor-Investigador de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Correo electrónico: jorgerangel@correo.uaa.mx

³ Profesor-Investigador de la Universidad Tecnológica de Aguascalientes. Correo electrónico: rfranco@utags.edu.mx

ABSTRACT

Companies face demands of competitiveness like quality, diversification and innovation. Large companies are more prepared to compete, having an innovation culture and creating constant awareness. However, the small and medium enterprises (SMEs) face innovation barriers, which limit their capability to compete, and growth. This paper analyzes the relationship between the innovation barriers and the capability to be competitive and grow of SMEs. For this purpose, we took a sample of 152 SMEs in the manufacturing sector of the State of Aguascalientes (Mexico) to analyze the performed correlation between those variables, making use of a quantitative study. The results show empirical evidence about the influence of the innovation barriers with competitiveness and growth of the SMEs studied.

Keywords: Barriers to Innovation, Competitiveness, Business Growth, SMEs.

Introducción

En los últimos años, la Pyme ha evolucionado, ha descubierto que es capaz de ofrecer a sus clientes productos y servicios de calidad permitiéndoles tener presencia en un mercado cada vez más exigente. (Anzola, 2002) Según Lloyd, Muller y Wall (2002), su tamaño les ha dado la posibilidad de innovar para lograr una ventaja competitiva, debido a que su estructura organizacional es más simple y por su flexibilidad para adaptarse más fácilmente a los cambios, sin embargo, se presentan situaciones externas que provienen del medio en que se desenvuelven e internas como las culturales, financieras y de gestión, que limitan el proceso de cambio, razón por la cual muchas de ellas aún no han podido lograrlo.

Se ha establecido que para las Pymes la innovación es el factor esencial en el camino al crecimiento y mejora en su competitividad; en consecuencia, la innovación implica el desarrollo e implementación de estrategias como la introducción y el desarrollo de nuevos productos, nuevos métodos de producción, apertura de nuevos mercados o la reorganización de la empresa. (Carland, Hoy, Boulton y Carland, 1984; Bird, 1989; Mueller y Thomas, 2000).

En la literatura es a partir de los años 90's que se inicia la discusión sobre temas de competitividad y crecimiento empresarial, surgieron en mayor medida, los estudios que señalan al capital humano, su conocimiento y las capacidades propias de las organizaciones, como los aspectos explicativos de su competitividad y crecimiento; sólo que la mayor parte de estos trabajos se enfocaron más a las grandes empresas, dándole poca importancia socio-económica a las Pymes, que representan junto con las micro empresas el mayor número y generan una gran parte del empleo (Rubio y Aragón, 2006).

La Pyme y las grandes empresas poseen diferencias relevantes en sus actividades de innovación, debido a que la primera es más sensible a la disponibilidad de recursos, habilidades desarrolladas y aspectos del entorno en el cual se desenvuelve. Es en base a esta problemática que surge la necesidad de analizar por qué algunas empresas de este tamaño no logran ser más competitivas, parte de ellos lo encontramos en las barreras que se generan para lograr la innovación, razón por la cual es el tema que se analiza en este artículo.

Las Pymes se enfrentan a diversas barreras a la innovación, las cuales dependerán esencialmente de las características que cada empresa en lo particular tenga. Una Pyme enfrenta barreras como: la falta de recursos financieros, deficiencias en la comercialización, deficiencias en el desempeño de los recursos humanos y una deficiente gestión financiera y administrativa. Es así que una buena capacitación del personal, el fomento de una cultura financiera e innovadora, una buena gestión administrativa y de conocimientos, pueden facilitar un clima innovador en las empresas, considerando la capacidad emprendedora y de liderazgo de los dueños.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo analizar la influencia de las barreras a la innovación como agentes limitantes de la competitividad y crecimiento de las Pymes manufactureras del Estado de Aguascalientes, a través de un enfoque cuantitativo de tipo correlacional, considerando una muestra de 152 empresas -calculada a través de un muestreo probabilístico aleatorio simple. A organizaciones de este tipo se les aplicó un instrumento de medición, tipo encuesta personalizada, dirigida a los gerentes o responsables directos de la administración, durante el periodo comprendido entre octubre – diciembre de 2013.

El análisis de los datos obtenidos se llevó a cabo a través de un análisis de fiabilidad considerando el coeficiente Alfa de Cronbach, con la finalidad de validar la confiabilidad del modelo teórico (Nunnally y Bernstein, 1994). Finalmente, se realizaron análisis de regresión múltiple para medir el grado de relación entre las variables estudiadas (Hernández, Fernández y Baptista, 1997). Lo anterior fue elaborado con el apoyo del programa estadístico IBM SPSS Statistics versión 21.

Tomando como base el estudio de Madrid-Guijarro et al. (2009), se plantean para este trabajo las siguientes tres hipótesis:

H₁ – *Los Recursos Financieros, como Barrera a la Innovación, Influyen Negativamente en la Competitividad y el Crecimiento de la Pyme Manufacturera.*

H₂ – *Los Recursos Humanos, como Barrera a la Innovación, Influyen Negativamente en la Competitividad y el Crecimiento de la Pyme Manufacturera.*

H₃ – *El Ambiente Externo, como Barrera a la Innovación, Influye Negativamente en la Competitividad y el Crecimiento de la Pyme Manufacturera.*

De esta manera, con una muestra de 152 empresas se analizó el papel de las barreras a la innovación como limitantes que influyen en la competitividad y el crecimiento de las Pymes manufactureras del Estado de Aguascalientes.

Importancia de la pequeña y mediana empresa en México y Aguascalientes

Las cifras arrojadas por el último censo económico llevado a cabo por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2009) señalan que la pequeña y mediana empresa representa el 4.8% del total de las empresas en México. Además, generan el 26.4% del Producto Interno Bruto y contribuyen con el 31.2% de los empleos formales. Con cifras muy similares, la Pyme también es muy importante en la economía del Estado de Aguascalientes ya que según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en Aguascalientes, el 5.14% de las empresas son de estos tamaños. Adicionalmente, las Pymes aportan el 24.85% del producto interno bruto del Estado y el 25.81% de las personas económicamente activas se encuentran ocupadas en una empresa de estas características (INEGI, 2009).

En relación a la industria manufacturera, Aguascalientes ha sido uno de los estados en donde la industria manufacturera ocupa el primer lugar de aportación

al producto interno bruto local con un 27.1%; además, el empleo en el Estado está conformado principalmente por el sector manufacturero con un 30.4%. En este sentido, las remuneraciones totales al personal ocupado por la industria manufacturera asciende al 48.7% del total de remuneraciones a la población económicamente activa de la entidad. (INEGI, 2012) De acuerdo al INEGI (2009), el 10.52% de las empresas manufactureras en la entidad son pequeñas y medianas.

Factores críticos y estratégicos de la competitividad y del crecimiento

Actualmente las organizaciones se enfrentan a nuevas condiciones de competencia de los mercados, lo que las ha llevado a generar procesos de aprendizaje y desaprendizaje de las prácticas de gestión y de las capacidades empresariales, organizacionales y tecnológicas. Estos cambios y el rápido avance tecnológico, han ocasionado problemas en las empresas, la pequeña y mediana empresa ha sido de las más afectadas, pero al mismo tiempo algunas de ellas han mostrado capacidad de adaptación (Martínez y Pomar, 2011).

Existen teorías que se enfocan en factores que son críticos en la competitividad empresarial, es decir, los que permiten alcanzar ventajas competitivas sostenibles en el tiempo y apropiarse de las rentas generadas. En un esfuerzo por identificar los recursos o factores estratégicos en las Pymes, Rubio y Aragón (2006), apoyados en otros estudios (Huck y McEwen, 1991; Pelham, 1997, 2000; Warren y Hutchinson, 2000), encontraron que los principales factores estratégicos que contribuyen a la generación de ventajas competitivas, son humanos, tecnológicos, de innovación, comerciales o habilidades de marketing, de capacidades directivas, las financieras, de cultura organizacional y los relacionados con los procesos productivos y la calidad del producto o servicio.

Dentro de los principales factores estratégicos y que aparece con mayor frecuencia en las investigaciones se encuentra la innovación, la cual es considerada que puede influir en el proceso de adaptación a los cambios del entorno y mejorar las oportunidades para alcanzar los objetivos empresariales. La teoría basada en recursos enfatiza precisamente la habilidad de la empresa para influir el mercado mediante el desarrollo de nuevos productos, propone localizar los determinantes de la competitividad en las características internas de la organización (Álvarez, 2003).

De acuerdo a estudios de la CEPAL 2011, a partir del año 2000 en México, se comenzaba una tendencia a la pérdida de competitividad y un débil desarrollo de las actividades de innovación de la economía nacional. La baja innovación y su pérdida de competitividad, se hizo más evidente a partir del cambio de modelo económico basado en la apertura comercial, ya que, durante el modelo de industrialización por sustitución de importaciones, la mayoría de estas empresas no logró generar las capacidades de innovación que incidieran en el incremento

de su productividad, esto sucedió en parte por la reducida capacidad de gestión de un gran número de empresarios, y por qué en muchos casos están conformadas por familiares con pocos conocimientos en la dirección de empresas.

A pesar de que las grandes empresas tienen más posibilidades de innovar por su estructura, su orientación al mercado y por los recursos con que cuentan, hay estudios que muestran que algunas Pyme son promotoras de desarrollo y crecimiento por medio de la innovación en procesos, productos y servicios que permiten responder a las necesidades de los clientes, esto es, gracias a que son empresas con estructura organizacional simple, que le da posibilidad de una mayor comunicación con los trabajadores; así mismo, a su baja inversión en tecnología, que les ha permitido ser más flexibles y por lo tanto adaptarse más rápidamente a los cambios o mejorar las oportunidades para alcanzar sus objetivos (Rubio y Aragón, 2006; Hadjimanolis, 2000).

La capacidad de adaptación de la Pyme, ha permitido que la innovación sea un aspecto que mide la competitividad y crecimiento de estas empresas. De acuerdo con un estudio realizado por PricewaterhouseCoopers (2002) a administradores de empresas, estos han reconocido que la innovación ha sido un aspecto que les ha dado ventajas competitivas y les ha dado la posibilidad de diferenciación frente a sus competidores.

El concepto de innovación ha sido definido desde diferentes enfoques, el Manual de Oslo (OCDE, 2005), define innovación como “la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), proceso, método de comercialización o método organizativo en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores”. Schumpeter (citado en Geschka y Hübner, 1992), dice que “cualquier cosa que se haga diferente en el reino de la vida económica puede ser tomada como una innovación”, para él, el empresario innovador es un individuo con ideas de cambio, que también aporta capital para constituir una empresa.

La empresa logra innovar cuando es capaz de transformar lo que realiza en nuevos productos y procesos, considerando los avances de la ciencia, la tecnología, la producción, las necesidades sociales y requerimientos del mercado. La única manera que tiene una empresa de ser competitiva en el futuro es innovando más que la competencia (Pomar, Rendón, y Ramírez, 2013).

Sin embargo, existen una serie de condiciones adversas (barreras) que limitan la innovación. Piatier (1984), considera que existen barreras a la innovación que son concebidas como cualquier factor que influye de modo negativo los procesos de innovación; generalmente están asociadas a los costos, recursos humanos, cultura organizacional, el flujo de la información y las políticas gubernamentales. (Baldwin y Lin, 2002; Mohen y Roller, 2005).

Barreras de la Innovación: Entre los estudios más destacados con este tema se encuentran los relacionados con: barreras que frenan el crecimiento, barreras a innovación en las Pymes en Chipre, barreras y limitaciones en el desarrollo de la innovación industrial, barreras de la innovación enfrentadas por las empresas manufactureras en Portugal, y el estudio sobre la innovación y el desempeño (Levy, 1993; Lall *et al.*, 1994; Hadjimanolis, 1999; Frenkel, 2003; Silva, Leitão y Raposo, 2007; Van Auken, Madrid Guijarro y García, 2008; Tiwari y Buse, 2007).

Existen distintas formas de clasificación de las barreras, la clasificación más común es aquella que diferencia entre las internas o endógenas y las externas o exógenas. (Piatier, 1984; Hadjimanolis, 1999; Madrid-Guijarro *et al.*, 2009).

En la Tabla 1 se muestran algunos de los autores que han analizado el tema, en donde se pueden observar los diversos factores que han encontrado como barreras a la innovación, también podemos ver que es al final de la década de los 90's que se ha despertado mayor interés en el tema.

Tabla 1
Barreras internas y externas en la literatura

Variables	Autores	Frenkel 2003	Madrid et al 2009	Hadjimanolis 1999	Silva et al 2007	OCDE-Eurostat 2005	Tiwari-Base 2007	Saatoglu y Timurcanda 2010	Vande et al 2008	Acse-Audrestsch 1990	Baldwin-Gellaly 2004	Rammer et al 2006	Galla-Legros 2004	Vinenpää 1998	Larsen Lewis 2007	Segarra et al 2008	Piater 1984	
Internas																		
Percepción del riesgo excesivo		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X						
Falta de recursos financieros		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Costos prohibitivos de la innovación		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X		
Falta de trabajadores calificados		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Tiempo de retorno de la inversión		X				X		X										
Incertidumbre en el tiempo de la innovación		X							X									
Falta de servicios de investigación y Desarrollo (I+D)		X				X							X					
Dificultades de control de innovación		X	X	X	X	X	X	X	X									
Resistencia al cambio en la empresa		X	X	X	X	X			X									
Sin necesidad por innovaciones anteriores		X																
Problemas para mantener personal calificado			X	X														
Escasa actividad formativa del personal dentro de la empresa			X	X														X
Miedo en ser el primero en innovar				X														
Carencia de identificar las necesidades de los clientes							X		X	X		X		X				
Externas																		
Falta de información sobre el mercado		X	X	X	X	X	X	X	X	X			X		X	X		
Falta de conocimientos tecnológicos		X	X		X	X			X				X		X	X	X	X
Falta de demanda del mercado		X			X				X							X		
Falta de oportunidades para la cooperación con otras empresas		X	X	X	X	X												X
Falta de oportunidades tecnológicas		X	X	X	X	X												
Ausencia de derecho de propiedad intelectual		X	X			X	X	X	X		X				X			
Burocracia								X	X									
Problemas con materias primas																		
Políticas de comercio exterior						X												
Políticas de competencia						X												
Falta de ID				X				X										
Falta de respuesta de los clientes				X	X	X							X					
Turbulencia económica			X	X		X												
Legislación, normas, reglamentos, normas fiscales		X	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X				X
Deficiencias en la disponibilidad de servicios técnicos externos		X																

Fuente: Elaboración propia.

Las barreras internas pueden subdividirse principalmente en aspectos financieros y de aspectos de recursos humanos, por ejemplo: la falta de recursos financieros, experiencia en el uso tecnología, inadecuada gestión del tiempo y gestión administrativa, aspectos culturales, además de la actitud de la alta gerencia a los riesgos que conllevan los cambios o la resistencia de los empleados al cambio (Hadjimanolis, 1999).

Las barreras externas se pueden subdividir en barreras macroeconómicas (Madrid-Guijarro *et al.*, 2009) y las relacionadas con la dificultad de disposición de recursos financieros, disposición de información técnica y selección del equipo apropiado (Hadjimanolis, 1999).

A continuación se presentan algunas barreras externas consideradas por los autores analizados:

- Restricciones para acceder a fuentes adecuadas de financiamiento.
- Insuficiente apoyo gubernamental.
- Regulaciones gubernamentales (fiscales, de importación, exportación entre otras).
- Baja demanda de los productos que se ofrecen.
- Alta competencia.
- Productos sustitutos.
- Turbulencia económica (aumento de las tasas de interés, inflación, tipo de cambio entre otras).
 - Falta de información de los mercados.
 - Carencias de infraestructuras en el Estado.
 - Falta de información sobre tecnologías.
 - Falta de cooperación entre empresas.

Estas barreras a su vez, pueden ser clasificadas en tres, las que tienen que ver con los recursos financieros, los humanos y con el medio ambiente externo (Madrid-Guijarro *et al.*, 2009):

Recursos financieros: en la Pyme los dueños regularmente tienen miedo a realizar nuevas inversiones, consideran que posiblemente no tendrán el dinero suficiente para cubrirlas, sobre todo si se requiere de un financiamiento, el cual implica el pago de intereses y capital. El problema es que no cuentan con un mercado cautivo que les permita asegurar el ingreso, pero esto no lo lograrán sino se arriesgan, cambian su forma de pensar, invierten e innovan.

Recursos humanos: en este sentido, en la Pyme, el problema radica principalmente en quienes dirigen a la organización, de ellos depende fomentar la generación de conocimiento y por lo tanto innovación, así como de elegir a las personas adecuadas con la experiencia, capacidad y habilidades necesarias para ocupar los puestos. Son los que deben motivar al personal y crear una cultura orientada a la innovación

Ambiente externo: los dirigentes de la Pyme normalmente no están bien informados sobre lo que está aconteciendo en el momento, lo que indicaría que desconocen lo que sucederá en el futuro, es por ello, que no saben la forma en que les afectará el entorno. Si esto sucede, lo más probable es que no estén preparados

para enfrentar el cambio, lo que implicaría que la incertidumbre aumente y por lo tanto el riesgo.

Metodología aplicada para el análisis de la información

El presente trabajo de investigación tiene un enfoque cuantitativo y es de tipo correlacional. Para determinar las empresas que serían encuestadas, se tomó como referencia la base de datos que ofrece el Directorio Empresarial de Aguascalientes (Secretaría de Economía [SE], 2013) donde se menciona que existen registradas 5,204 empresas de las cuales 793 pertenecen a la industria manufacturera.

Tabla 2
Total de Empresas Manufactureras en el Estado de Aguascalientes

Tamaño de la empresa	Cantidad de trabajadores	Cantidad de unidades económicas	%
Micro	0-10	510	64.32
Pequeña	11 a 50	179	22.57
Mediana	51 a 250	71	8.95
Grande	Más de 250	33	4.16
Total población a estudiar		793	100

Esta tabla muestra la distribución de la población de estudio de manera disgregada por la cantidad de trabajadores y tamaño de la empresa. Cabe hacer hincapié que el criterio de clasificación considerado es el establecido en la Ley para el Desarrollo de la Competitividad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa en su artículo 3º, fracción III. Los datos mostrados fueron obtenidos del Directorio de Empresas del Sistema de Información Empresarial Mexicano. Se puede observar que el total de la población a estudiar compuesta por Pymes asciende a un 31.52%. Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Empresarial Mexicano de la Secretaría de Economía, (2013).

Como se observa en la Tabla 2, el total de Pymes manufactureras es de 250 y representan la población a estudiar. Sobre esta base, se realizó el cálculo de la muestra a través de un muestreo aleatorio simple; considerando solamente a aquellas empresas que tuvieran entre 11 y 250 trabajadores, con un 95% de confianza y con un error de estimación del 5%. Se utilizó la siguiente ecuación para determinar la muestra de una población finita (Suárez, 2012):

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

Dónde:

N = Total de la población.

Z = 1.96 al cuadrado (con una nivel de confianza del 95%).

σ = Desviación estándar de la población utilizándose un valor constante de 0.5.

e = Error de estimación.

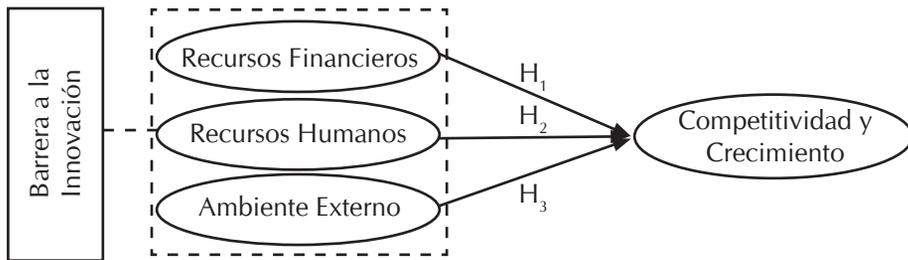
El proceso para obtener el resultado se muestra a continuación:

$$n = \frac{(250)(0.50^2)(1.96)^2}{(N-1)(0.05)^2 + [(0.5)^2 \times (1.96)^2]} = 152$$

De esta manera, el resultado arrojó una muestra de 152 pequeñas y medianas empresas, a las que se aplicó un instrumento de medición tipo encuesta personalizada para los gerentes o responsables directos de estas organizaciones durante el periodo comprendido entre los meses de octubre y diciembre del año 2013.

En base a esto, para medir las hipótesis establecidas, se plantea el siguiente modelo teórico:

Figura 1
Modelo Teórico



Fuente: Elaboración propia

Desarrollo de Medidas: El instrumento de medición utilizado en esta investigación se encuentra anexo al final de este artículo y está conformado mediante una adaptación de los siguientes tres bloques: Barreras a la Innovación, Competitividad, y Crecimiento. Para el análisis estadístico del primer bloque (F1) llamado Barreras a la Innovación, se utilizaron 15 elementos en total, medidos con escala Likert del 1 al 5, medidos desde "Total desacuerdo" hasta "Total acuerdo". (Madrid-Guijarro et al., 2009). El segundo bloque (F2) se denominó "Competitividad" integrado por 18 elementos, medidos con escala Likert de cinco puntos, con descripciones desde "Total desacuerdo" hasta "Total acuerdo". (Buckley, Pass y Prescott, 1988). El tercer bloque (F3), fue identificado como "Crecimiento", considerando tres elementos, medidos por intervalos tomando en cuenta el volumen de ventas del año anterior, la tendencia para el año actual y el año siguiente (Petraakis, 1997).

Resultados

En primera instancia, se muestran los resultados de las medias obtenidas desglosadas por tamaño de empresa y por variable de estudio, en los cuales se observa que, conforme incrementa el tamaño de la empresa, menor es el resultado de la media en cada variable. Para el caso de la pequeña empresa, la barrera que representa mayor importancia es la relacionada con el recurso humano y en la mediana empresa es el recurso financiero. Para ambos tipos de empresas, la barrera que menos impacta a las actividades de innovación es la que incluye factores del ambiente externo.

Tabla 3
Tabla de Medias por Tamaño de Empresa (Barreras a la Innovación)

Tamaño de la empresa	Recursos Financieros	Recursos Humanos	Ambiente Externo
Pequeña	3.07	3.11	2.92
Mediana	2.85	2.79	2.68

En la Tabla 3, se observan las medias obtenidas en cada una de las dimensiones de la variable de Barreras a la Innovación. A su vez, las medias se encuentran separadas por tamaño de empresa en Pequeña (de 11 a 50 trabajadores) y en Mediana (de 51 a 250 trabajadores). Se puede observar que los resultados de las medias muestran una tendencia de disminución conforme aumenta el tamaño de la empresa. Fuente: Elaboración propia.

Después se realizó un Análisis de Fiabilidad de las escalas de medida aplicadas para recabar los datos. Para ello, el programa estadístico SPSS arroja valores superiores a 0.70 para el coeficiente Alfa de Cronbach en cada escala, con lo que se puede interpretar que todas las escalas consideradas son fiables (Nunnally y Bernstein, 1994).

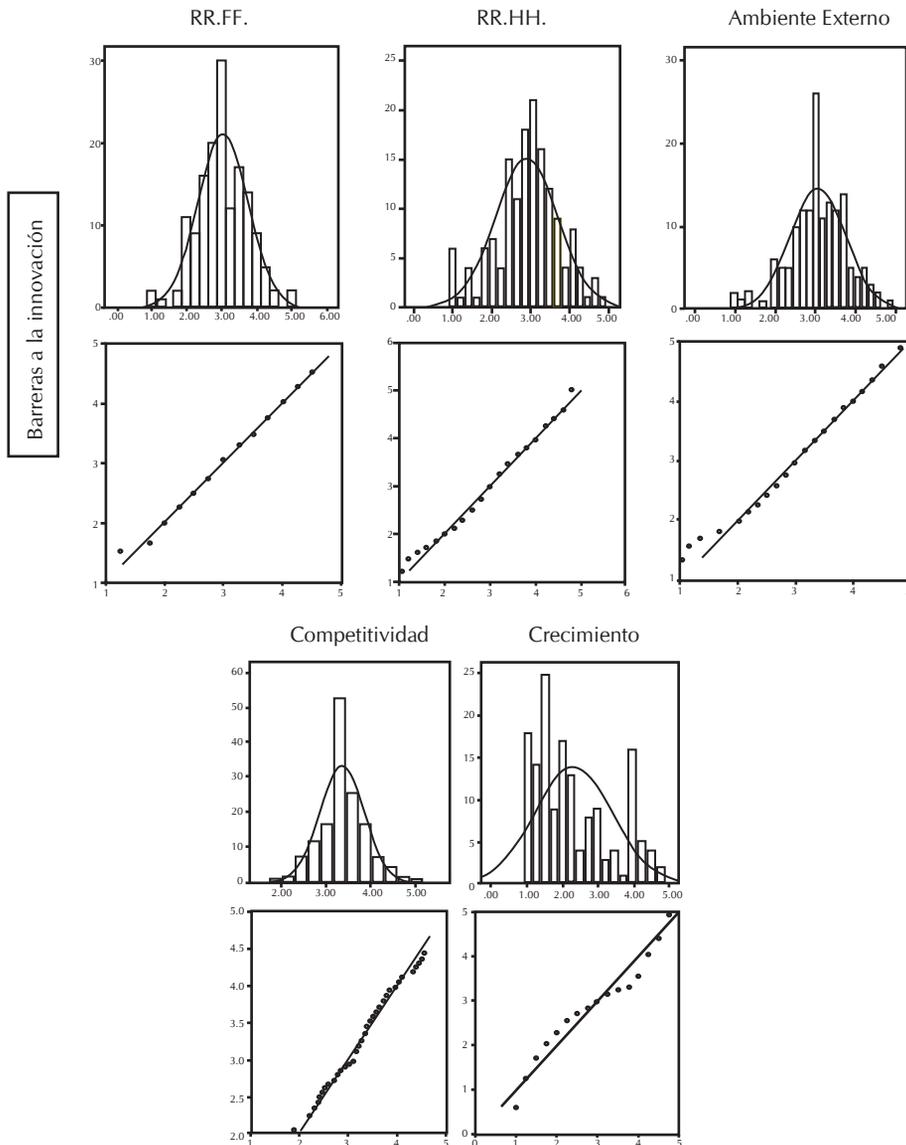
Tabla 4
Estadísticos de fiabilidad

Escala	Alfa de Cronbach	Número de elementos	Casos válidos
Barreras a la Innovación	0.847	15	152
Competitividad	0.845	18	152
Crecimiento	0.710	3	152

En la Tabla 4 se observan los resultados del análisis de la fiabilidad arrojando coeficientes Alfa de Cronbach superiores al mínimo aceptable para las ciencias sociales, lo que permite establecer que las escalas utilizadas en este estudio son razonablemente confiables. (Nunnally y Bernstein, 1994) Fuente: Elaboración propia.

Paso previo al Análisis de Regresión Múltiple, se realizaron las pruebas de los supuestos del modelo teórico, considerando la normalidad, independencia de los términos de error y no colinealidad. A continuación se muestran los resultados de las pruebas mencionadas:

Figura 2
Pruebas de normalidad (Histogramas y Gráficos q-q)



En la Figura 2 se muestran los gráficos con distribución normal (histogramas y gráficos q-q) de cada variable estudiada (Barreras a la Innovación, Competitividad, y Crecimiento). Fuente: Elaboración propia.

Los histogramas y gráficos q-q anteriores permiten visualizar una distribución normal para las tres variables analizadas (Barreras a la Innovación, Competitividad, y Crecimiento), lo cual permite aceptar el supuesto de normalidad de los datos obtenidos.

Tabla 5
Pruebas de independencia de los términos de error

Variable dependiente	Durbin-Watson
Competitividad	2.288
Crecimiento	1.984

La Tabla 5 muestra los valores obtenidos correspondientes al estadístico Durbin-Watson para las relaciones entre la variable independiente de Barreras a la Innovación y las variables independientes de Competitividad y Crecimiento. Fuente: Elaboración propia.

La tabla anterior muestra los resultados de la prueba del supuesto de independencia de los términos de error a través del estadístico Durbin-Watson, los cuales toman valores cercanos a dos, lo cual permite inferir la ausencia de problemas importantes de autocorrelación en los datos de las variables predictoras y la variable de respuesta.

Tabla 6
Pruebas de no-colinealidad

Variables dependientes	Tolerancia	FIV más alto
Competitividad y Crecimiento	0.602	1.661

En la Tabla 6 se muestran datos de la relación de las variables independientes de Barreras a la Innovación con las variables dependientes de Competitividad y Crecimiento. Fuente: Elaboración propia.

Las pruebas de tolerancia y factor de inflación de la varianza (FIV) más alto demuestran la ausencia de problemas importantes de colinealidad, resultando en el caso de las pruebas de tolerancia, un valor entre 0.50 y 1; y en el caso de las pruebas del FIV, un valor entre 1 y 1.60.

Tabla 7
Relación de las barreras a la Innovación con la competitividad y el crecimiento

Barreras a la Innovación	Competitividad	Crecimiento
Recursos financieros (Beta)	-0.050**	-0.010**
Recursos humanos (Beta)	0.055**	-0.058**
Ambiente externo (Beta)	-0.117**	0.009**
Valores de regresión		
Constante	3.633	-1.011
R	0.293	0.399
R ²	0.086	0.117

** = $p \leq 0.05$. En la Tabla 7 se observan valores resultantes de la medición de la relación de la variable independiente de Barreras a la Innovación con las variables dependientes de Competitividad y Crecimiento. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos y que se presentan en la tabla anterior indican que, en el caso de la competitividad, las barreras a la innovación correspondientes a los recursos financieros y el ambiente externo tienen influencia negativa; y en el caso del crecimiento, los recursos financieros y los recursos humanos representan barreras que influyen negativamente.

Lo anterior permite aceptar la H1: *“Los Recursos Financieros, como Barrera a la Innovación, Influyen Negativamente en la Competitividad y el Crecimiento de la Pyme Manufacturera”* ($p < 0.05$) y rechazar la H2: *“Los Recursos Humanos, como Barrera a la Innovación, Influyen Negativamente en la Competitividad y el Crecimiento de la Pyme Manufacturera”*. También se rechaza la H3: *“El Ambiente Externo, como Barrera a la Innovación, Influye Negativamente en la Competitividad y el Crecimiento de la Pyme Manufacturera”*. De esta manera, los resultados para las barreras a la innovación de recursos humanos y el ambiente externo, no manifiestan valores negativos en la misma magnitud en la influencia en las variables de competitividad y el crecimiento ($p < 0.05$).

Detallado lo anterior, en la Tabla 8 se presentan solamente los indicadores que obtuvieron resultados significativos en cada dimensión de las barreras a la innovación de las variables dependientes de competitividad y crecimiento:

Tabla 8
Valores significativos por indicador

Variable Dependiente	Dimensión	Indicador	Valor Beta
Competitividad	Recursos financieros	Dificultades para la obtención de financiamiento	-0.082
		Costos de la innovación difíciles de controlar	-0.077
	Ambiente externo	Turbulencia económica	-0.060
		Carencias de infraestructuras en el estado	-0.078
		Resistencia al cambio de los empleados	-0.170
Crecimiento	Recursos humanos	Excesivo riesgo percibido en la innovación	-0.159

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

La innovación es un tema que debe ser considerado por las organizaciones, ante los rápidos cambios del medio ambiente las empresas que quieren permanecer, necesitan considerar al mercado y la competencia, ya que son los factores que determinan hacia donde dirigir las estrategias para lograr el cambio. Como se observó en los resultados obtenidos los factores financieros, humanos y el medio ambiente externo tienen elementos importantes que deben ser considerados para lograr la innovación.

La Pyme que quiera innovar deberá considerar las barreras que inhiben la innovación, en el caso de las barreras internas, deben cambiar su cultura y ver a la innovación como el factor que le permitirá ser competitivo, además tendrá que evitar su aversión al riesgo, esto lo logrará si se mantiene informado y sus dirigentes están convencidos de la necesidad del cambio.

Los resultados muestran que, para las Pymes estudiadas, los recursos financieros representan una barrera a las actividades de innovación, que influye de manera negativa tanto en su competitividad como en su crecimiento, ya que los empresarios coincidieron en que es un elemento que limita su visión a realizar cambios que involucren recursos, particularmente resultando con mayor peso los indicadores relacionados con las dificultades para obtener financiamiento y los costos relacionados con la innovación.

De esta manera, las Pymes se tienen que enfrentar con mayor dificultad a requerimientos para ser sujetos de créditos, los cuales empiezan desde las condiciones y garantías hasta la fuerte carga que representa el costo financiero a través de las parcialidades, comisiones e intereses, además de los plazos que manejan los oferentes de créditos que, en ocasiones, no se ajustan a las posibilidades de una empresa de estas dimensiones, lo cual, aunado a la percepción de la dificultad de controlar los costos que conllevan las innovaciones, condicionan la competitividad y crecimiento de estas empresas.

Por otro lado, la barrera a la innovación relacionada con el recurso humano se observa que influye positivamente en la competitividad y de manera negativa en el crecimiento, lo cual permite inferir que, aun cuando el personal esté orientado a dar resultados competitivos favorables, la empresa no tan fácilmente aumenta en su tamaño en el corto y mediano plazo. Uno de los dos indicadores que limitan el crecimiento de las Pymes es la resistencia al cambio de los empleados. Comúnmente el personal entra en su “zona de confort” generando aversión a realizar cambios en sus labores cotidianas, para lo cual se requiere de iniciativas del líder que ayuden a involucrarlo en los cambios requeridos y así, lograr identificación con las ventajas que esto les conlleva y por ende, a la empresa en su conjunto.

Por la falta de fomento para generar conocimiento y aprendizaje en el personal, el no detectar oportunidades, o no aprovechar los recursos con los que se cuenta, éstas no innovan. Los mayores niveles de comunicación existentes, los menores niveles de formalización, que dotan de una mayor autonomía a los trabajadores, y el mayor compromiso que se establece entre trabajador y empresa facilitan la creatividad de los trabajadores y su participación en el desarrollo de innovaciones orientadas a favorecer la competitividad organizacional.

El riesgo de fracaso es el segundo indicador de las barreras de recursos humanos que afecta directamente el crecimiento empresarial, y si se agrega el costo de financiar, el crecimiento se dificulta aún más. Si los administradores perciben un bajo riesgo y cuentan con los recursos financieros, la barrera a la innovación disminuirá, permitiendo que las Pymes puedan superar este obstáculo.

Finalmente, la barrera a la innovación sobre el ámbito externo a las organizaciones arroja resultados negativos en su influencia en la competitividad y positivos en su impacto en el crecimiento, permitiendo visualizar que aun cuando los desafíos que se presentan en el entorno externo obstaculizan su competitividad, las Pymes pueden superarlos y llegar a incrementar sus dimensiones en un determinado lapso de tiempo. Los indicadores pertenecientes a la barrera de ambiente externo que resultaron con mayor impacto negativo fueron la turbulencia económica y las carencias de infraestructuras en el estado. Así, aspectos macroeconómicos como el poder adquisitivo, tasas de interés, tipos de cambio, entre otros, además de las condiciones de infraestructura que ofrece el gobierno, son percibidos como limitantes en el desempeño competitivo, ya que una Pyme es más sensible a condiciones externas, que se

tornan más desafiantes, que para grandes empresas o corporativos transnacionales que cuentan con mayor capacidad para responder a situaciones de diversa índole.

Este tipo de trabajos es útil tanto para los gerentes de las Pymes mexicanas, como para los diseñadores de las políticas económicas. Por una parte, los gerentes obtendrán un mayor conocimiento de la influencia de las barreras a las actividades de innovación en la competitividad y crecimiento empresarial, lo que puede guiar la realización de planes estratégicos que permitan prever y controlar con mayor precisión las distintas operaciones y por ende, los recursos financieros suficientes, en miras de evitar insuficiencia de fondos que puedan perjudicar las actividades de innovación limitando la competitividad y crecimiento de la empresa.

Asimismo, la administración pública puede identificar los tipos de barreras a la innovación que están influyendo negativamente el desempeño competitivo y crecimiento de las Pymes manufactureras de Aguascalientes con la finalidad de diseñar políticas públicas que incluyan la eficaz creación y difusión de programas y apoyos que favorezcan la obtención de recursos financieros a bajo costo, programas de capacitación y adiestramiento para su personal, así como facilitar el acceso a información sobre el mercado, tecnologías, y aspectos macroeconómicos.

No se pueden considerar estos resultados como concluyentes, ya que existe la limitación de que el instrumento utilizado fue contestado desde la perspectiva del encuestado la cual puede ser subjetiva, por lo que no necesariamente pudiera reflejar la total realidad que viven las Pymes del sector manufacturero. Es por ello, que sería conveniente aplicar estas encuestas a empresas de otra entidad federativa o sector, con el propósito de analizar si se repiten los resultados, hacer comparativos y con ello poder generalizar. Futuras líneas de investigación pueden considerar el estudio de la influencia de las barreras a la innovación en la actividad innovadora de las Pymes de la industria manufacturera de Aguascalientes, generando información interesante y enriqueciendo la discusión sobre el tema.

Bibliografía

- Acs, Z., y Audretsch, D. (1990). *Innovation in Small Firms*. Cambridge: The MIT Press.
- Álvarez M. (2003). Competencias centrales y ventaja competitiva: el concepto, su evolución y su aplicabilidad. *Revista Contaduría y Administración*, No. 209, 5-22.
- Anzola, S. (2002). *Administración de Pequeñas Empresas*. México: McGraw Hill.
- Baldwin, J., y Gellatly, G. (2004). *Innovation Strategies and Performance in Small Firms*. Ottawa.
- Baldwin, J., y Lin, Z. (2002). Impediments to advanced technology adoption for Canadian manufacturers. *Research Policy*, 1-18.
- Bird, B. (1989). *Entrepreneurial Behavior*. Glenview: Scott Foresman.
- Buckely, P., Pass, C., y Prescott, K. (1988). Measures of International Competitiveness: A Critical Survey. *Journal of Marketing Management*, 175-200.
- Carland, J., Hoy, F., Boulton, W., y Carland, J. (1984). Differentiating entrepreneurs from small business owners: a conceptualization. *Academy of Management Review*, 354-359.
- Frenkel, A. (2003). Barriers and Limitations in the Development of Industrial Innovation in the Region. *European Planning Studies* Vol. 11 No. 2, 115-137.
- Galia, F., y Legros, D. (2004). Complementarities between obstacles to innovation: evidence from France. *Research Policy*, 1185-1199.
- Geschka, H., y Hübner, H. (1992). *Estrategias de innovación: Enfoques teóricos, experiencias y mejoras*. Jerusalem.
- Hadjimanolis, A. (1999). Barriers to innovation for SME in a small less developed country (Cyprus). *Technovation*, 561-570.
- Hadjimanolis, A. (2000). An investigation of innovation antecedents in small firms in the context of a small developing country. *R y D Management*, Blackwell publishers.

- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (1997). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill.
- Huck, J., y McEwen, T. (1991). Competencies needed for small business success: perceptions of Jamaican entrepreneurs. *Journal of Small Business Management*, 90-93.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2009). *Micro, Pequeña, Mediana y Gran Empresa: "Estratificación de los Establecimientos"*. Censo Económico 2009. Aguascalientes: INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2012). *Perspectiva Estadística Aguascalientes*. INEGI.
- Lall, S., Barba-Navaretti, G., Teitel, S., y Wignaraja, G. (1994). *Technology and Enterprise Development-Ghana under Structural Adjustment*. Hampshire: Macmillan Press.
- Larsen, P., y Lewis, A. (2007). *How Award-Winning SMEs Manage the Barriers to Innovation*. *Creativity and Innovation Management*, 142-151.
- Levy, B. (1993). Obstacles to developing indigenous small and medium enterprises: an empirical assessment. *The World Bank Economic Review*, 65-83.
- Ley para el Desarrollo de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa. (2012). Artículo 3º, Fracc. III.
- Lloyd, L., Muller, K., y Wall, S. (2002). Innovation and educational policy in SMEs: a Czech perspective. *Education y Training*, 378-387.
- Madrid-Guijarro, A., García, D., y Van Auken, H. (2009). Barriers to Innovation among Spanish Manufacturing SMEs. *Journal of Small Business Management*, 465-488.
- Martínez y Pomar, S. (2011). Proceso de aprendizaje para la innovación en pequeñas organizaciones. Un estudio de caso. *Libro Metodología y Estudio de la Empresa Familia*, red Mexicana en Estudios Organizacionales, México .
- Mohen, P., y Roller, L. (2005). Complementarities in innovation policy. *European Economic Review*, 1431-1450.

- Mueller, L., y Thomas, S. (2000). Culture and entrepreneurial potential: a nine country study of locus of control and innovativeness. *Journal of Business Venturing*, 51-75.
- Nunnally, J., y Bernstein, I. (1994). *Psychometric Theory*. Nueva York, NY: McGraw Hill.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2005). *Oslo Manual*. Paris: European Commission/Eurostat.
- Pelham, A. (1997). Mediating influences on the relationship between market orientation and profitability in small industrial firms. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 55-76.
- Pelham, A. (2000). Market Orientation and other potential influences on performance in small and medium-sized manufacturing firms. *Journal of Small Business Management*, 48-67.
- Petrakis, P. (1997). Risk and Growth in the Greek Economy. *Greek Banking Union Journal*, 5-25.
- Piatier, A. (1984). *Barriers to Innovation*. London: Frances Pinter.
- Pomar, S., Rendón, A. y Ramírez, H. (2013). Problemática en la Gestión Tecnológica de la Micro y Pequeña empresa. Dos estudios de caso. *Revista Pistas Educativas*.
- PricewaterhouseCoopers. (2002). Innovation is the leading competitive advantage of fast growth companies. *Costo Management Update*, 3.
- Rammer, C., Zimmermann, V., Müller, E., Heger, D., Aschhoff, B., y Reize, F. (2006). (Centre for European Economic Research (ZEW)). Innovationspotenziale von kleinen und mittleren Unternehmen. Mannheim.
- Rubio Bañón, A., y Aragón Sánchez, A. (2006). Competitividad y recursos estratégicos en las pymes. *Revista de Empresa*, 32-47.
- Saatcioglu, O., y Timurcanday, O. (2010). Analyzing the Barriers Encountered in Innovation Process Through Interpretive Structural Modelling: Evidence From Turkey. *Yönetim ve Ekonomi*, 207-225.

- Schumpeter, J. A. (1912). *The Theory of Economic Development*. Cambridge Mass.: Harvard University Press.
- Secretaría de Economía. (2013). *Directorio de Empresas*. Recuperado el 1 de julio de 2013, de SIEM: <http://www.siem.gob.mx/siem/portal/consultas/ligas.asp?Tem=1>
- Segerra, A., García, J., y Teruel, M. (2008). Barriers to Innovation and Public Policy in Catalonia. 431-451.
- Silva, M., Leitão, J., y Raposo, M. (2007). Barriers to innovation faced by manufacturing firms in Portugal: How to overcome it? *Munich Personal RePEc Archive*, 1-12.
- Suárez, M. (2012). *Interaprendizaje de Estadística Básica*. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- Tiwari, R., y Buse, S. (2007). Barriers to Innovation in SMEs: Can the Internationalization of RyD Mitigate Their Effects? *Proceedings of the First European Conference on Knowledge for Growth: Role and Dynamics of Corporate RyD*, (págs. 8-9). Sevilla, España.
- Van Auken, H., Madrid-Guijarro, A., y García, D. (2008). Innovation and performance in Spanish manufacturing SMEs. *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, 36-56.
- Vrande, V., P.J. de Jong, J., Vanhaverbeke, W., De Rochemont, M., y Zoetermeer. (2008). Open innovation in SMES: Trends, motives and management challenges. *Scales Scientific Analysis of entrepreneurship and SMES*.
- Warren, L., y Hutchinson, W. (2000). Success factors for high-technology SME's: a case Study from Australia. *Journal of Small Business Management*, 86-91.
- Ylinenpää, H. (1998). *Measures to overcome Barriers to Innovation in Sweden*. Recuperado el 21 de 06 de 2014, de Paper EFMD European Small Business Seminar in Vienna: <http://www.ies.luth.se/org/Rapporter/AR9826.pdf>

Anexo

Cuestionario

BARRERAS A LA INNOVACIÓN

4.- Señale la importancia de las siguientes limitaciones u obstáculos a la hora de innovar (BARRERAS A LA INNOVACIÓN).		Total desacuerdo			Total acuerdo	
AIB1	Excesivo riesgo percibido en la innovación	1	2	3	4	5
AIB2	Altos costos de la innovación	1	2	3	4	5
AIB3	Costos de la innovación difíciles de controlar	1	2	3	4	5
AIB4	Dificultades para la obtención de financiamiento	1	2	3	4	5
AIB5	Falta de información de los mercados	1	2	3	4	5
AIB6	Falta de cooperación entre empresas	1	2	3	4	5
AIB7	Carencias de infraestructuras en el Estado	1	2	3	4	5
AIB8	Insuficiente apoyo gubernamental	1	2	3	4	5
AIB9	Falta de información sobre tecnologías	1	2	3	4	5
AIB10	Resistencia al cambio de los directivos	1	2	3	4	5
AIB11	Resistencia al cambio de los empleados	1	2	3	4	5
AIB12	Falta de personal especializado y calificado	1	2	3	4	5
AIB13	Escasa actividad formativa del personal dentro de la empresa	1	2	3	4	5
AIB14	Problemas para mantener personal calificado en la empresa	1	2	3	4	5
AIB15	Turbulencia económica	1	2	3	4	5

COMPETITIVIDAD

1.- Comparado con el promedio del sector (desempeño financiero)...		Total desacuerdo			Total acuerdo	
FP1	Nuestro Retorno de la Inversión ha sido muy bueno en los últimos tres años	1	2	3	4	5
FP2	Nuestras ventas han sido muy buenas en los últimos tres años	1	2	3	4	5
FP3	Nuestros resultados financieros han sido muy buenos en los últimos tres años	1	2	3	4	5
FP4	Nuestras utilidades han sido buenas en los últimos tres años	1	2	3	4	5
FP5	Nuestras deudas han disminuido significativamente en los últimos tres años	1	2	3	4	5
FP6	Los créditos contratados en los últimos tres años han sido a tasas preferenciales	1	2	3	4	5
2.- Comparado con el promedio del sector (costos de producción)...		Total desacuerdo			Total acuerdo	
PC1	Los costos de nuestros productos afectan nuestra competitividad	1	2	3	4	5
PC2	Los costos de los pedidos con nuestros proveedores son bajos	1	2	3	4	5
PC3	Los costos de transporte con nuestros proveedores son bajos	1	2	3	4	5
PC4	Los costos de las entregas de los productos con nuestros proveedores son bajos	1	2	3	4	5
PC5	Los costos de las materias primas e insumos con nuestros proveedores son bajos	1	2	3	4	5
PC6	Los costos de producción en nuestra empresa son bajos	1	2	3	4	5
3.- Trabajamos conjuntamente con nuestros proveedores en cuanto a (tecnología)...		Total desacuerdo			Total acuerdo	
TE1	Desarrollo de tecnología	1	2	3	4	5
TE2	Desarrollo de productos y/o servicios	1	2	3	4	5
TE3	Desarrollo de procesos de producción y/o servicios	1	2	3	4	5
TE4	Planificación de proyectos	1	2	3	4	5
TE5	Mejoramiento de la maquinaria y equipo	1	2	3	4	5
TE6	Desarrollo de tecnología de la información	1	2	3	4	5

CRECIMIENTO

5.- Indique los valores de las siguientes variables, así como la tendencia para los años 2013 Y 2014.

	2012	Tendencia 2013			Tendencia 2014		
		Aumento	Igual	Disminución	Aumento	Igual	Disminución
Ingresos por ventas (millones de pesos)	<input type="checkbox"/> Menos de \$1						
	<input type="checkbox"/> Entre \$1 y \$2						
	<input type="checkbox"/> Entre \$2 y \$3						
	<input type="checkbox"/> Entre \$3 y \$4	<input type="checkbox"/>					
	<input type="checkbox"/> Entre \$4 y \$5						
	<input type="checkbox"/> Entre \$5 y \$6						
	<input type="checkbox"/> Más de \$6						

El análisis de varianza en el estudio de un grupo de empresas mexicanas

Fecha de recepción: 01-11-2014

Fecha de aceptación: 26-12-2014

Jorge Oscar Rouquette Alvarado¹

Amanda Suárez Burgos²

RESUMEN

En este trabajo se presenta la situación de tener que contrastar empresas que compiten por un mismo sector del mercado, nada menos que el comercio minorista dirigido a los consumidores de alimentos y bienes necesarios para vivir, con el objetivo de demostrar que hay diferencias entre las mismas. Para tal fin se seleccionan cuatro cadenas como Soriana, Comercial Mexicana, Oxxo y Chedraui, con la hipótesis de que dichas diferencias están en sus ventas, utilidades netas y personas empleadas, durante el período 2008-2013. Una herramienta elegante y potente es el análisis de varianza, eficaz para resolver la homogeneidad de las poblaciones contrastadas con la igualdad de sus medias en forma simultánea, facilitando estudios comparativos que en el campo de la administración adquiere su relevancia. De acuerdo al análisis, se visualizan diferencias en las ventas y en el personal empleado entre las cuatro cadenas, no así en las utilidades netas. Sin embargo, también se observa la conformación de dos subconjuntos caracterizados por su homogeneidad. La conclusión más relevante es que, a pesar de tener diferencias en promedios de ventas y empleados, los promedios en las utilidades netas tienen similitudes.

Palabras clave: diseño de experimentos, análisis de varianzas, organizaciones comerciales.

¹ Profesor-Investigador del Departamento de Política y Cultura de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Correo electrónico: joscar@correo.xoc.uam.mx

² Estudiante del Doctorado en Ciencias Sociales. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

ABSTRACT

The present work is aimed at comparing companies competing for the same sector in a market, namely retail trade, with the objective of showing that there are differences between such companies. To this end, four retail chains: Soriana, Comercial Mexicana, Oxxo and Chedraui were selected. Our hypothesis is that such differences lie on their sales, net profit y people employed, at least during the period 2008-2013. In order to test it an elegant a powerful tool, analysis of variance was used; this tool is efficient to simultaneously solve the homogeneity of contrasted populations with the similarity of their medians, facilitating comparative studies that possess great relevance in the field of administration. According to the analysis, differences are visualized in the figures for sales averages and people employed among the four retail chains, but not so in the averages for net returns. Furthermore, the conformation of two subsets of companies characterized by their homogeneity is observed.

Keywords: experimental design, analysis of variance, commercial organizations.

1. La experimentación estadística

Una práctica común en las organizaciones industriales es realizar experimentos con el objetivo de mejorar el proceso de producción, detectando, resolviendo o minimizando problemas de calidad. También, en las organizaciones comerciales se requiere la experimentación para, entre otros objetivos, analizar su competitividad en el mercado y establecer estrategias para atraer a los consumidores.

Una forma para optimizar el proceso de experimentación de manera sistemática y organizada es mediante el empleo de la estadística. Al respecto, “el diseño estadístico de experimentos es [...] la forma eficaz de hacer pruebas en los procesos, ya que proporciona la técnica y la estrategia necesarias para llevar de manera eficaz los procesos a mejores condiciones de operación” (Gutiérrez y de la Vara, 2004: 4).

El conocer el tipo de experimentos así como las principales técnicas estadísticas, combinadas con el conocimiento del proceso en cuestión, contribuyen a proporcionar información de suma relevancia en la toma de decisiones para resolver problemas de diversa índole.

Se requiere determinar que los métodos empleados sean confiables para medir precisión y exactitud con el objetivo de elegir qué diseño experimental es el más adecuado, según los factores que se designan y cuántas repeticiones del mismo se deben realizar, así como la forma en que el experimento se lleve a la práctica y genere los resultados del mismo.

Sin pensamiento estadístico, conceptos como la observación y la repetición pueden resultar contradictorios; lo que se observa varias veces no ocurre exactamente de la misma manera, entonces lo que se observa se aprecia con variabilidad. El punto de partida en el diseño es considerar que el experimento tenga aleatorización, repetición y bloqueo. Éste último se refiere a nulificar o tomar en cuenta en forma adecuada los factores que afecten la respuesta observada.

Siguiendo a Gutiérrez y de la Vara (2004) son cinco los principales aspectos a tomar en cuenta en la selección de un diseño experimental: 1) el objetivo del experimento, 2) el número de factores a considerar, 3) el número de niveles que se prueban en cada factor, 4) los efectos que se desea analizar, 5) el costo, tiempo y precisión.

Ronald A. Fisher (1890-1962) tuvo mucho impacto en los principios del diseño de experimentos a partir de desarrollar su distribución de probabilidad en la década de los años veinte. De sus investigaciones surge el análisis de varianza, técnica que se basa en obtener muestras representativas de diferentes poblaciones para medir su variabilidad y establecer similitudes o diferencias.

El trabajo que se presenta propone la aplicación de una de las variantes del modelo de Fisher. El objetivo es analizar el comportamiento de ciertas variables estra-

tégicas en varias empresas mexicanas cuando da comienzo una crisis económica en USA³, que afecta posteriormente a México en los siguientes años a partir del 2008⁴.

Las empresas mexicanas tuvieron que desarrollar cambios en sus estrategias para mantenerse en el mercado sin mayores contratiempos. Es así, que establecen ajustes de personal y de inversiones, del cual no fue ajeno el sector del comercio minorista.

Para el análisis de los cambios en el periodo comprendido entre los años 2008 y 2013, se plantea un experimento comparativo con determinadas variables en un grupo de empresas nacionales que enfocan su actividad hacia el mercado minorista de autoservicio, y demostrar que existieron o existen diferencias en el tratamiento de dichas variables y por ende, en sus estrategias.

2. El grupo de empresas nacionales

Las cuatro empresas mexicanas seleccionadas para un análisis comparativo son Chedraui, Comercial Mexicana, Soriana y Oxxo⁵. Comparten características en relación a que se dedican al comercio minorista de autoservicio y tienen una presencia importante en México.

La empresa Chedraui tiene por nombre oficial “Grupo Comercial Chedraui S.A.B de C.V.”; de acuerdo con la información proporcionada en su página virtual surge en 1920, que a la fecha tienen alrededor de 212 tiendas alrededor del territorio mexicano (también tiene presencia en Estados Unidos que llevan por nombre “El Super”). Dentro de los principales cambios que Grupo Chedraui ha experimentado en los últimos años es que en el año 2004 adquirió la cadena de autoservicio Carrefour, lo que sirvió para tener presencia en algunas zonas donde no tenía.⁶

³ Para el verano de 2007, el alza en las tasas de interés y, como consecuencia, el incumplimiento de pago por parte de las familias generó un efecto dominó en la economía estadounidense, es decir, la burbuja financiera creada a raíz del otorgamiento de créditos explotó, y con ello, la quiebra de entidades financieras importantes y la caída del sector financiero. En el cuarto trimestre de 2008, la crisis financiera trajo consigo una disminución del PIB estadounidense, es decir una contracción del 6.2% respecto al trimestre anterior; una reducción en la industria de 1.8%; la tasa de desempleo llegó a 8.5% y el número de desempleados fue de 5.3 millones (Zurita, 2009).

La caída del sector financiero de Estados Unidos provocó una disminución en el precio del petróleo y con ello el precio de commodities, gran volatilidad en los mercados de valores, y tipos de cambio, así como fuertes presiones inflacionarias.

⁴ El comercio exterior es la vía de contagio que más impactó a la economía mexicana en la recesión; según INEGI, las exportaciones en el primer cuatrimestre de 2009 presentó un decremento del 30.5%, el valor de las exportaciones decreció en 58.5%, las exportaciones no petroleras disminuyeron en un 24.2%. Las importaciones presentaron una caída del 30.7%, las remesas bajaron en 5% (cerca de 300 millones de pesos); el tipo de cambio se depreció, y la tasa de desocupación fue de 5.25% (Zurita, Rodríguez, 2009).

⁵ Walt Mart no se eligió para efectos de este trabajo debido a que es una empresa extranjera y posee características monopólicas.

⁶ Información consultada el 25 de septiembre de 2014 en: <http://chedraui4.random-interactive.com/index.php?r=site/rendercontent&content=pages/grupo>

Cuadro 1
Cifras de Grupo Comercial Chedraui S.A.B de C.V

CONCEPTO	2013	2012	2011	2010	2009	2008
Ventas (mdp)	66,364	63,944	57,487	52,794	47,901	40,658
Utilidad neta (mdp)	1,708	1,557	1,515	1,449	1,394	914
Utilidad de operación (mdp)	3,106	2,959	2,715	2,580	2,424	2,580
Activo (mdp)	45,567	43,390	37,122	33,995	26,495	25,526
Activo circulante (mdp)	9,797	10,399	10,391	11,556	6,752	6,631
Pasivo (mdp)	23,917	22,922	19,893	17,977	15,686	16,234
Pasivo circulante (mdp)	14,411	14,061	15,259	12,320	10,226	10,631
Patrimonio (mdp)	21,650	20,468	17,229	16,018	10,809	9,292
Empleados	41,081	38,780	36,052	33,018	30,437	28,659

63

Fuente: Revista Expansión. Las 500 empresas más importantes de México 2014⁷.
<http://www.cnnexpansion.com/rankings>

La Comercial Mexicana, con razón social "Controladora Comercial Mexicana, S.A.B. de C.V." tiene una cobertura nacional. Según su página oficial es una empresa nacional que tiene sus orígenes en el año 1930. En los años 80 adquirió la cadena "Sumesa" y la cadena de restaurantes "California". Dentro de diferentes variantes se encuentran "Comercial Mexicana", "Bodega Comercial Mexicana", "Mega Comercial Mexicana", "City Market" y "Fresko".⁸

Cuadro 2
Cifras de Controladora Comercial Mexicana

CONCEPTO	2013	2012	2011	2010	2009	2008
Ventas (mdp)	47,060	45,667	43,784	55,717	54,893	53,298
Utilidad neta (mdp)	3,711	6,657	883	1,044	362	-8,573
Utilidad de operación (mdp)	2,901	2,638	2,525	3,042	2,802	3,042
Activo (mdp)	42,264	41,710	44,072	45,824	50,338	50,603
Activo circulante (mdp)	10,386	9,686	11,065	13,617	17,030	16,284
Pasivo (mdp)	13,048	15,801	28,019	30,635	36,182	36,805
Pasivo circulante (mdp)	9,641	9,275	10,107	10,577	36,006	36,142
Patrimonio (mdp)	29,216	25,909	16,053	15,189	14,155	13,798
Empleados	29,129	29,658	40,565	38,930	39,190	40,172

Fuente: Revista Expansión. Las 500 empresas más importantes de México 2014.
<http://www.cnnexpansion.com/rankings>

⁷ Información consultada el 19 de septiembre de 2014 en: <http://www.cnnexpansion.com/rankings/interactivo-las-500/2014>

⁸ Información consultada el 26 de setiembre de 2014 en: <http://www.comercialmexicana.com.mx/>

“Organización Soriana S.A.B. de C.V.” es una empresa mexicana que nace en 1968, y actualmente tienen alrededor de 664 tiendas en activo en sus diferentes variantes como son “Soriana Hiper”, “Soriana Súper”, “Mercado Soriana”, “Soriana Express” y “City Club”.⁹

Cuadro 3
Cifras de Organización Soriana S.A.B. de C.V.

CONCEPTO	2013	2012	2011	2010	2009	2008
Ventas (mdp)	105,028	104,611	98,263	93,700	88,637	95,619
Utilidad neta (mdp)	3,117	3,557	3,060	3,278	2,868	1,724
Utilidad de operación (mdp)	5,558	5,410	4,949	5,104	4,584	5,104
Activo (mdp)	78,952	74,377	74,084	69,217	65,725	66,388
Activo circulante (mdp)	23,709	20,806	22,211	18,769	16,698	16,508
Pasivo (mdp)	35,553	34,106	36,162	34,355	33,795	37,257
Pasivo circulante (mdp)	23,564	23,310	26,394	19,852	19,462	21,094
Patrimonio (mdp)	43,400	40,271	37,922	34,862	31,931	29,131
Empleados	80,907	85,733	84,911	83,800	76,800	93,700

Fuente: Revista Expansión. Las 500 empresas más importantes de México 2014. <http://www.cnnexpansion.com/rankings>

Cadena Comercial Oxxo S.A de C.V surge en 1978 en Monterrey, Nuevo León. Es propiedad de FEMSA, actualmente opera en México y Colombia con alrededor de 12,204 tiendas de conveniencia. A diferencia de las otras tres empresas, las tiendas OXXO tienen como características distintivas que son de espacios más reducidos y la mayoría abre las 24 horas del día.¹⁰ Su inclusión se debe a que ha venido adquiriendo gran relevancia en el mercado, por la cercanía de sus tiendas y por las características ya señaladas, que la hacen competitiva para las empresas dedicadas al comercio minoritario.

⁹ Información consultada el 26 de septiembre de 2014 en: <http://www1.soriana.com/site/default.aspx?p=12118&temprefer=28141620>

¹⁰ Información consultada el 26 de septiembre de 2014 en: <http://www.oxxo.com/>

Cuadro 4
Cifras de Cadena Comercial Oxxo S.A de C.V

CONCEPTO	2013	2012	2011	2010	2009	2008
Ventas (mdp)	97,572	86,433	74,112	62,259	53,549	47,146
Utilidad neta (mdp)	2,562	5,417	4,415	3,809	2,986	1,593
Utilidad de operación (mdp)	7,906	6,594	6,276	5,200	4,457	5,200
Activo (mdp)	39,617	31,092	26,998	23,677	19,693	17,185
Activo circulante (mdp)	N/D	N/D	10,405	9,022	7,315	6,297
Pasivo (mdp)	37,858	21,356	N/D	N/D	N/D	N/D
Pasivo circulante (mdp)	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Patrimonio (mdp)	1,759	6,696	N/D	N/D	N/D	N/D
Empleados	102,989	91,943	83,820	73,101	60,902	21,261

Fuente: Revista Expansión. Las 500 empresas más importantes de México 2014.
<http://www.cnnexpansion.com/rankings>

65

El comportamiento histórico de las cuatro empresas en el periodo indica diferencias significativas en las cifras correspondiente a cada variable, se aprecia que la crisis del 2008 afecta a las empresas, sin embargo la tendencia que toman las variables es diferenciada.

Al considerar 2008 como año base, las ventas y el número de empleados son mayores en Organización Soriana respecto a las otras tres empresas. En cuanto a utilidades netas, Comercial Mexicana sufre un descalabro con una pérdida de 8,573 mdp, mientras las demás empresas mantienen utilidades diferenciadas entre ellas. Cada empresa establece una estrategia para mejorar o mantener las cifras de sus variables, en particular las utilidades netas.

El grupo Chedraui (cuadro 1), en forma paulatina aumenta sus ventas, utilidades netas y el número de empleados durante el periodo, su accionar puede caracterizarse como conservador.

La Comercial Mexicana (cuadro 2), tiene un comportamiento de desconcierto por la gran variación en sus utilidades netas; termina el 2008 con una pérdida de 8,573 mdp, se recupera y llega al 2012 con una utilidad de 6,657 mdp para bajar a 3,711 mdp en 2013. Sus ventas y empleados van disminuyendo gradualmente.

Soriana (cuadro 3) es la más fuerte en ventas, sin embargo es afectada en 2009 con una baja y comienza a aumentar a partir del año 2011. En el periodo, sus utilidades van aumentando gradualmente pero así también disminuye el número de empleados.

Oxxo (cuadro 4) presenta aumentos considerables tanto en ventas como en empleados, sus utilidades no tienen el mismo comportamiento ya que su gradual aumento disminuye a la mitad en el año 2013.

Las variables que se mencionan tienen diferencias significativas entre las empresas, las razones pueden ser por distintos motivos inherentes a sus estructuras

organizacionales como al entorno económico. Resulta de interés analizar estas diferencias a partir de métodos estadísticos, razones que dan origen a este trabajo.

3. El modelo de análisis de varianza de un factor

El método de análisis de varianza (ANOVA por sus siglas en inglés) es desarrollado para analizar datos experimentales que corresponden a varias muestras, aunque también son útiles en determinadas situaciones no experimentales. Permite contrastar simultáneamente la igualdad de varias medias poblacionales, esto supone una ventaja al reducir operaciones y posibles errores que se cometen realizando pruebas para todas las parejas de medias utilizando el modelo de la *t* de Student¹¹.

Se conocen varios modelos del análisis de la varianza. "Cuando los factores externos están controlados por el uso y diseño aleatorizado por grupo, el análisis subsecuente de datos se denomina ANOVA de un factor o ANOVA unidireccional" (Kolher, 1996:486). Este es el modelo que se adapta en este experimento comparativo, con la suposición de que la varianza es común aunque sea desconocida, la homogeneidad de las poblaciones se contrasta con la igualdad de sus medias, es decir se plantea la hipótesis nula: $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 \dots$

Esta hipótesis se opone a la de investigación $H_1: \mu_1 \neq \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 \dots$ (al menos una de las medias poblacionales es diferente de las otras).

En el análisis de varianza, "la variable experimental, que en general es cualitativa, se llama factor. La variable de respuesta, que es cuantitativa, se llama variable dependiente, o simplemente respuesta" (Hildebrand y Lyman Ott, 1997:500).

"Factor" es cada una de las causas que influyen en la heterogeneidad de las poblaciones, mientras que "niveles del factor"¹² son cada uno de los valores posibles del factor. En este estudio el factor es estrategia de la empresa y los niveles del factor cada uno de los valores que toman las variables de interés (dependientes) consideradas para la comparación de las cuatro empresas.

La comparación de homogeneidad entre las variables de las distintas empresas, se realiza tomando como base la descomposición de la variabilidad total de las observaciones de un experimento en términos independientes, de tal manera que cada uno mida la heterogeneidad de esas observaciones, debida a causas distintas como el factor empresa y la aleatoriedad muestral.

La técnica inicia con la descomposición de la varianza total de las observaciones x_i como una medida de la heterogeneidad total, suponiendo que si las empresas seleccionadas fueran homogéneas en el nivel del factor, entonces las x_i también serían homogéneas y en consecuencia su varianza sería cero. En caso de que la

¹¹ Seudónimo del estadístico William S. Gosset.

¹² De acuerdo a la terminología del ANOVA, se denominan "tratamientos" por el origen de la técnica en el campo de las Ciencias Biológicas y de la Salud.

varianza de los datos x_i no fuera cero, es porque estos no son homogéneos, lo que significa que hay una posible heterogeneidad de las poblaciones (empresas) de las que proceden; o porque la causa sea la muestra aleatoria (Lévy y Varela, 2005:148).

Por tal razón, la varianza total (expresada como suma de cuadrados total) se descompone en dos variaciones: la variación explicada por el factor (suma de cuadrados dentro) que mide la heterogeneidad debida a los niveles, y la variación no explicada por el factor (suma de cuadrados entre) que mide la heterogeneidad debida al error muestral.

Desde el inicio del experimento se tienen en cuenta tres supuestos en la aplicación del modelo: las poblaciones están distribuidas normalmente, las varianzas poblacionales han de ser homogéneas, existe independencia de las observaciones muestrales. Para contrastar la normalidad de las poblaciones se utiliza el test W de Shapiro y Wilk, una prueba Chi-cuadrada o el test de Kolmogorov-Smirnov. Para contrastar la independencia de las observaciones se usa el coeficiente de correlación serial o el test de rachas (Valderrey, 2010:284). La homogeneidad de varianzas se contrasta con test de igualdad de varianzas como los de Bartlett, Cochran, Hartley o Levene (Lévy y Varela, 2005:150).

Expuesta una síntesis del modelo, corresponde presentar la estructura del estudio.

Se seleccionan las variables dependientes cuantitativas “ventas”, “utilidades netas” y “número de empleados”, determinadas por el factor “empresa” como variable independiente cualitativa, correspondiente a la estrategia que se supone utiliza cada una de las cuatro empresas que se mencionan en el apartado 2, con el fin de hacer frente a la crisis del 2008 y sus consecuencias. Se cuestiona que dicha estrategia afecta los valores de la variable dependiente durante el periodo de seis años (2008-2013), de tal forma que los promedios poblacionales correspondientes a cada variable se comparen a través de la hipótesis de homogeneidad de las cuatro empresas.

Además de comprobar si existen diferencias entre las medias poblacionales de cada variable, se plantea la posibilidad de determinar qué medias difieren entre parejas de niveles del factor (la empresa). Es decir, conocer si los distintos niveles del factor son significativamente distintos entre sí en su efecto sobre la variable dependiente. Existen diferentes pruebas que efectúan comparaciones múltiples entre las medias, como la prueba de la diferencia honestamente significativa HDS de Tukey, la prueba de Scheffé, la de Bonferroni, de Gabriel, de Hochberg, entre otras.

Para este trabajo, en la comprobación de los supuestos del modelo se aplican la prueba de Kolmogorov-Smirnov (supuesto de normalidad), la prueba H de Kruskal-Wallis y prueba de Rachas (supuesto de independencia entre muestras), y la prueba de Levene (supuesto de homogeneidad de varianzas). En las comparaciones múltiples se aplica la prueba HDS de Tukey.

4. El procedimiento sobre las variables dependientes

Los estadísticos descriptivos de ventas, utilidades netas y empleados en el periodo 2008-2013 para las cuatro empresas se presentan en el cuadro 5. Se visualizan los promedios de ventas y utilidades en millones de pesos (mdp), así como el promedio de empleados y la variación respecto a estos promedios, medida con la desviación estándar.

Cuadro 5
Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Ventas del periodo 2008-2013	24	68187.33	21848.140	40658	105028
Utilidades netas del periodo 2008-2013	24	2382.00	2731.367	-8573	6657
Número de empleados del periodo 2008-2013	24	56897.42	26432.573	21261	102989

Fuente: datos procesados mediante el programa estadístico SPSS con información de la Revista Expansión, 2014.

Los valores indican alta variabilidad en las utilidades netas respecto a su promedio, debido a que el valor de la desviación estándar se acerca a la media. Al aceptar la regla práctica de que el valor de la desviación debe ser menor a la mitad de la media, entonces se tiene una variabilidad aceptable en las variables restantes (número de empleados y ventas).

Se especifican los valores mínimo y máximo de cada variable para el periodo.

4.1 Comprobación de los supuestos

El procedimiento de Kolmogorov-Smirnov para una muestra compara la función de distribución acumulada de la variable con una distribución normal.

Cuadro 6
Pruebas de normalidad
Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Ventas del periodo 2008-2013	Utilidades netas del periodo 2008-2013	Número de empleados del periodo 2008-2013	
N		24	24	24	
Parámetros normales ^{a,b}	Media	68187.33	2382.00	56897.42	
	Desviación estándar	21848.140	2731.367	26432.573	
Máximas diferencias extremas	Absoluta	.188	.214	.267	
	Positivo	.188	.176	.267	
	Negativo	-.132	-.214	-.151	
Estadístico de prueba		.188	.214	.267	
Sig. asintótica (bilateral)		.028 ^c	.006 ^c	.000 ^c	
Sig. Monte Carlo (bilateral)	Sig.	.208 ^d	.125 ^d	.042 ^d	
	Intervalo de confianza 95%	Límite inferior	.046	0.000	0.000
		Límite superior	.371	.257	.122

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

d. Se basa en 24 tablas de muestras con una semilla de inicio 2000000.

Fuente: datos procesados mediante el programa estadístico SPSS con información de la Revista Expansión, 2014.

El estadístico de prueba (Z de K-S) se calcula a partir de la diferencia mayor entre las funciones acumuladas teórica y observada. El valor p^{13} (fila Sig. Asintótica) es mayor al nivel de significación $\alpha = 0.01^{14}$ en la variable ventas, por lo tanto se acepta la hipótesis de normalidad. Para variable utilidades, el valor p de 0.006 redondeado es igual al valor α de 0.01, el criterio es aceptar la normalidad; y para variable empleados el valor p es menor, luego, no hay normalidad al 99%.

La falta de normalidad de las observaciones no tiene consecuencias graves en la prueba con el modelo ANOVA si el tamaño de las muestras es grande (Lévy y Varela, 2005:150).

¹³ Técnica de comprobación de hipótesis que utiliza el programa SPSS.

¹⁴ Valor establecido por el programa SPSS para las pruebas paramétricas de los supuestos.

Cuadro 7
Pruebas para muestras independientes
Estadísticos de prueba^{a,b}

			Ventas del periodo 2008-2013	Utilidades netas del periodo 2008-2013	Número de empleados del periodo 2008-2013
Chi-cuadrado			14.687	3.793	12.773
Gl			3	3	3
Sig. Asintótica			.002	.285	.005
Sig. Monte Carlo	Sig.		.000 ^c	.292 ^c	.000 ^c
	Intervalo de confianza a 95%	Límite inferior	0.000	.110	0.000
		Límite superior	.117	.474	.117

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: EMPRESA

c. Se basa en 24 tablas de muestras con una semilla de inicio 1314643744.

Fuente: datos procesados mediante el programa estadístico SPSS con información de la Revista Expansión, 2014.

La prueba H de Kruskal-Wallis determina si varias muestras independientes proceden de la misma población; compara dos o más muestras respecto a una variable (factor) contrastando su homogeneidad.

Se rechaza la homogeneidad de muestras al 99% (valor p menor que 0.01) en el caso de variables ventas; se acepta la hipótesis nula para las variables utilidades (valor p mayor a 0.01) y empleados (valor p de 0.005 redondeado a 0.01).

Cuadro 8
Pruebas para muestras independientes
Prueba de rachas

	Ventas del periodo 2008-2013	Utilidades netas del periodo 2008-2013	Número de empleados del periodo 2008-2013
Valor de prueba ^a	59873	2914	40823
Casos < Valor de prueba	12	12	12
Casos > = Valor de prueba	12	12	12
Casos totales	24	24	24
Número de rachas	12	8	12
Z	-.209	-1.878	-.209
Sig. asintótica (bilateral)	.835	.060	.835

71

a. Mediana

Fuente: datos procesados mediante el programa estadístico SPSS con información de la Revista Expansión, 2014.

La prueba de rachas se utiliza para determinar si la muestra fue seleccionada de manera aleatoria. En las tres variables, el valor p es mayor al valor $\alpha = 0.01$, se acepta la hipótesis indicando la aleatoriedad de las mismas.

Cuadro 9
Pruebas de homogeneidad de varianzas

	Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
Ventas del periodo 2008-2013	5.776	3	20	.005
Utilidades netas del periodo 2008-2013	2.681	3	20	.074
Número de empleados del periodo 2008-2013	4.931	3	20	.010

Fuente: datos procesados mediante el programa estadístico SPSS con información de la Revista Expansión, 2014.

En la prueba de homogeneidad de Levene para cada variable dependiente respecto a los niveles del factor, se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas en las muestras determinadas por ventas y empleados (valor p menor o igual a 0.01), mientras se acepta para utilidades (valor p mayor a 0.01).

Con este supuesto ocurre lo mismo que en el caso de normalidad, si no se cumple no hay afectaciones de importancia en la prueba ANOVA, misma que es robusta respecto a la heterogeneidad. Según Daniel Peña Sánchez de Rivera (Lévy y Varela, 2005:151): si las muestras tienen el mismo número de observaciones, la prueba de ANOVA es igualmente exacta, ya que el efecto de varianzas diferentes en las muestras depende de la heterogeneidad entre el número de observaciones de cada muestra. Por tal razón es recomendable que las muestras tengan un tamaño similar.

4.2 Procedimiento con ANOVA

El cuadro 10 presenta la tabla ANOVA que es un resumen de las variaciones que se encuentran entre las empresas (variación explicada¹⁵) y dentro (variación no explicada¹⁶). De la relación entre las varianzas (columna de media cuadrática) se determina el estadístico de prueba ANOVA, la F de Fisher-Snedecor. El valor p (columna Sig.) indica que se rechaza o acepta la hipótesis nula de igualdad de medias poblacionales¹⁷, por lo tanto se pueden tener diferencias o similitudes entre los promedios de ventas de las cuatro empresas. La prueba se procesa al nivel de significación $\alpha = 0.05$.

Cuadro 10
Tabla ANOVA de las variables dependientes

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Ventas del periodo 2008-2013	Entre grupos	8265095861	3	2755031954	20.304	.000
	Dentro de grupos	2713752596	20	135687630		
	Total	10978848457	23			
Utilidades netas del periodo 2008-2013	Entre grupos	26242924.000	3	8747641	1.204	.334
	Dentro de grupos	145345488.000	20	7267274		
	Total	171588412.000	23			
Número de empleados del periodo 2008-2013	Entre grupos	11454293094	3	3818097698	16.545	.000
	Dentro de grupos	4615368554	20	230768428		
	Total	16069661648	23			

Fuente: datos procesados mediante el programa estadístico SPSS con información de la Revista Expansión, 2014.

¹⁵ Se conoce como variación explicada o variación de los tratamientos, porque no es atribuible al azar sino a diferencias inherentes entre las medias poblaciones de la variable dependiente.

¹⁶ Variación no explicada o también se conoce como error experimental o muestral, es atribuible al azar.

¹⁷ Cuando el valor p es menor al valor del nivel de significancia α , entonces se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias poblacionales.

A la variable Ventas con valor F de 20.304, en la prueba le corresponde un valor p menor al de $\alpha = 0.05$, entonces se rechaza la hipótesis de igualdad de medias, lo cual indica diferencias en el comportamiento de las ventas en las empresas o al menos una de ellas difiere significativamente de las demás.

En la variable Utilidades, la prueba ANOVA establece un valor p mayor que 0.05, por lo tanto se acepta la hipótesis nula de igualdad de medias. Significa que las cuatro empresas lograron un promedio de utilidades que están cercanos.

En la variable Empleados, en donde el valor p es menor que 0.05, se establece que se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias. De esta manera, existen diferencias entre las empresas en cuanto al promedio de empleados.

4.3 Comparaciones múltiples

El procesamiento de las comparaciones múltiples con la prueba HDS de Tukey al nivel de significancia α de 0.05, contrastan la diferencia entre las medias de cada pareja de empresas dando lugar a una matriz, en donde se identifica cuales diferencias son o no significativas de empresa a empresa. En los siguientes cuadros, los valores marcados con asterisco indican diferencias de medias significativas.

Al realizar las comparaciones múltiples con esta prueba se tiene igualdad de medias entre todas las parejas posibles de empresas.

Cuadro 11
Comparaciones Múltiples para variable ventas

Variable dependiente: HSD Tukey	Ventas del periodo 2008-2013						
(I) EMPRESA	(J) EMPRESA	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza		
						Límite inferior	Límite superior
SORIANA	FEMSA	27464.500*	6725.267	.003	8640.91	46288.09	
	CHEDRAUI	42785.000*	6725.267	.000	23961.41	61608.59	
	COMERCIAL MEXICANA	47573.167*	6725.267	.000	28749.57	66396.76	
FEMSA	SORIANA	-27464.500*	6725.267	.003	-46288.09	-8640.91	
	CHEDRAUI	15320.500	6725.267	.137	-3503.09	34144.09	
	COMERCIAL MEXICANA	20108.667*	6725.267	.034	1285.07	38932.26	
CHEDRAUI	SORIANA	-42785.000*	6725.267	.000	-61608.59	-23961.41	
	FEMSA	-15320.500	6725.267	.137	-34144.09	3503.09	
	COMERCIAL MEXICANA	4788.167	6725.267	.891	-14035.43	23611.76	
COMERCIAL MEXICANA	SORIANA	-47573.167*	6725.267	.000	-66396.76	-28749.57	
	FEMSA	-20108.667*	6725.267	.034	-38932.26	-1285.07	
	CHEDRAUI	-4788.167	6725.267	.891	-23611.76	14035.43	

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: datos procesados mediante el programa estadístico SPSS con información de la Revista Expansión, 2014.

De acuerdo a la prueba HDS de Tukey, los valores indicados con asterisco marcan una diferencia de medias significativa al nivel $\alpha = 0.05$, estableciendo que Soriana tiene diferencias con las demás empresas (valor p menor a 0.05).

En cambio, no tienen diferencias en los promedios de ventas Femsa con Chedraui y Comercial Mexicana con Chedraui (valores p mayores a 0.05).

Cuadro 12
Comparaciones Múltiples para variable utilidades netas

Variable dependiente: HSD Tukey		Utilidades netas del periodo 2008-2013					
(I) EMPRESA	(J) EMPRESA	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza		
						Límite inferior	Límite superior
SORIANA	FEMSA	-529.667	1556.414	.986	-4885.97	3826.64	
	CHEDRAUI	484.333	1556.414	.989	-3871.97	4840.64	
	COMERCIAL MEXICANA	2253.333	1556.414	.486	-2102.97	6609.64	
FEMSA	SORIANA	529.667	1556.414	.986	-3826.64	4885.97	
	CHEDRAUI	1014.000	1556.414	.914	-3342.30	5370.30	
	COMERCIAL MEXICANA	2783.000	1556.414	.308	-1573.30	7139.30	
CHEDRAUI	SORIANA	-484.333	1556.414	.989	-4840.64	3871.97	
	FEMSA	-1014.000	1556.414	.914	-5370.30	3342.30	
	COMERCIAL MEXICANA	1769.000	1556.414	.672	-2587.30	6125.30	
COMERCIAL MEXICANA	SORIANA	-2253.333	1556.414	.486	-6609.64	2102.97	
	FEMSA	-2783.000	1556.414	.308	-7139.30	1573.30	
	CHEDRAUI	-1769.000	1556.414	.672	-6125.30	2587.30	

Fuente: datos procesados mediante el programa estadístico SPSS con información de la Revista Expansión, 2014.

En cuanto a la prueba de igualdad de medias en la variable utilidades netas obtenidas en el periodo, los valores p son mayores al valor $\alpha = 0.05$. El tratamiento de las variaciones indica que se acepta la hipótesis nula de igualdad de medias entre cada pareja de empresas, por ejemplo: Comercial Mexicana-Soriana, Chedraui-Femsa, Soriana-Chedraui, Femsa-Comercial Mexicana, entre otras. El resultado de la prueba HDS de Tukey corrobora la respectiva prueba ANOVA.

Cuadro 13
Comparaciones Múltiples de la variable empleados

Variable dependiente: HSD Tukey		Número de empleados del periodo 2008-2013				
(I) EMPRESA	(J) EMPRESA	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
SORIANA	FEMSA	11972.500	8770.565	.534	-12575.75	36520.75
	CHEDRAUI	49637.333*	8770.565	.000	25089.08	74185.59
	COMERCIAL MEXICANA	48034.500*	8770.565	.000	23486.25	72582.75
FEMSA	SORIANA	-11972.500	8770.565	.534	-36520.75	12575.75
	CHEDRAUI	37664.833*	8770.565	.002	13116.58	62213.09
	COMERCIAL MEXICANA	36062.000*	8770.565	.003	11513.75	60610.25
CHEDRAUI	SORIANA	-49637.333*	8770.565	.000	-74185.59	-25089.08
	FEMSA	-37664.833*	8770.565	.002	-62213.09	-13116.58
	COMERCIAL MEXICANA	-1602.833	8770.565	.998	-26151.09	22945.42
COMERCIAL MEXICANA	SORIANA	-48034.500*	8770.565	.000	-72582.75	-23486.25
	FEMSA	-36062.000*	8770.565	.003	-60610.25	-11513.75
	CHEDRAUI	1602.833	8770.565	.998	-22945.42	26151.09

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: datos procesados mediante el programa estadístico SPSS con información de la Revista Expansión, 2014.

La prueba HSD de Tukey en la variable empleados, establece una igualdad de medias para Soriana-Femsa y para Comercial Mexicana-Chedraui. En ambos casos el valor p es mayor a 0.05 aceptando la hipótesis nula de igualdad de medias, con lo que se constituye una relación de homogeneidad entre las empresas mencionadas.

5. Conclusiones

Se plantea un estudio comparativo en empresas mexicanas orientadas hacia el comercio minorista. La justificación?, analizar si las empresas realizan cambios en las estrategias para enfrentar una crisis económica como la del año 2008, a partir de seleccionar tres variables de acuerdo a su comportamiento histórico en el periodo 2008-2013.

El intento se apoya en el modelo de análisis de varianza, una herramienta elegante y a la vez potente en resolver los contrastes en la homogeneidad de las variables de distintas poblaciones, que se comparan con la igualdad de sus respectivas medias.

La sospecha que se expresa en el punto 2 sobre el grupo de empresas nacionales, de que las variables que se seleccionan tienen comportamientos diferenciados, da resultados disímiles.

La hipótesis de igualdad de medias para ventas y empleados se rechaza, es decir se acepta la diferenciación en ambas variables. Mientras, la hipótesis de igualdad de medias para utilidades netas se acepta, entonces hay similitud en las cuatro empresas respecto al promedio de utilidades.

Se deduce que cada empresa tuvo su estrategia para manejarse en un entorno económico de incertidumbre, dicha estrategia puede diferir en la política de ventas (errática, conservadora, agresiva) y en la contratación del personal (aumentar, disminuir). En la variable utilidades hay semejanzas por mantener y hacer crecer su monto monetario.

Entonces, ¿se logra demostrar que las estrategias de las empresas son diferentes?. Puede interpretarse como diferentes estrategias para la obtención de utilidades; Soriana y Femsá contratan más personal y tienen también mayores volúmenes de ventas, a diferencia de Chedraui y Comercial Mexicana.

Si bien algunos supuestos del modelo no se cumplen en forma estricta para cada variable, la aplicación del modelo como método exploratorio resulta positivo porque da orientación para investigar las razones y causas de las diferencias. Permite corroborar lo que se observa y revelar otros aspectos que esconden los datos.

Como complemento al análisis, en la prueba de comparaciones múltiples, hay semejanza en las medias de ventas entre Femsá-Chedraui y entre Comercial Mexicana-Chedraui; igualdad de medias en empleados entre Femsá-Soriana y entre Chedraui-Comercial Mexicana.

Normalmente aparece en los programas de estudio de las carreras de Ciencias Sociales el tema del análisis de varianza, sin embargo en la mayoría de las ocasiones poco se implementa esta técnica en estudios de la problemática de las empresas.

En la investigación empírica es muy frecuente que, repitiendo un experimento en condiciones no visibles para el investigador, los resultados presenten variabilidad. Suele ser pequeña en un laboratorio, pero en una planta industrial o en el caso que se expone enfocado al comercio minorista, las diferencias pueden llegar a ser mayores. De aquí el interés por realizar un estudio mediante el procedimiento ANOVA.

Bibliografía

Gutiérrez Pulido, Humberto, de la Vara Salazar, Román (2004), *Análisis y diseño de experimentos*, McGrawHill, D.F., México.

Hildebrand David K. y R. Lyman Ott (1997), *Estadística aplicada a la administración y a la economía*, Adisson-Wesley Iberoamericana, 3ra. Edición, USA.

Kohler, Heinz (1996), *Estadística para negocios y economía*. Cecs, tercera edición. México.

Lévy Mangin, Jean-Pierre, Varela Mallou, Jesús (2005), *Análisis Multivariable para las Ciencias Sociales*, Pearson, Prentice Hall, España.

Valderrey Sanz, Pablo (2010), *SPSS, Extracción del conocimiento a partir del análisis de datos*, Alfaomega, Ra-Ma, México.

Zurita González, Jesús, Martínez Pérez, Juan Froilán, Rodríguez Montoya, Francisco (2009), *La crisis financiera y económica del 2008. Origen y consecuencias en los Estados Unidos y México*, El Cotidiano, núm. 157, pp. 17-27, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, México.

Revista Expansión. Las 500 empresas más importantes de México, 2014.

Páginas de internet

<http://chedrauiv4.random->

<http://www.cnnexpansion.com/rankings>

<http://www.cnnexpansion.com/rankings/interactivo-las-500/2014>

<http://www.comercialmexicana.com.mx/>

interactive.com/index.php?r=site/rendercontent&content=pages/grupo

<http://www1.soriana.com/site/default.aspx?p=12118&temprefer=28141620>

<http://www.oxxo.com/>

Identificación de Modelos y Variables Económicas

Fecha de recepción: 06-06-2014

Fecha de aceptación: 27-11-2014

V. Yolanda Daniel Chichil¹
Sergio Solís Tepexpa²

RESUMEN

El proceso administrativo y la toma de decisiones en las organizaciones requiere la aportación de diversas disciplinas que facilite la obtención y procesamiento de datos, entre éstas se encuentra por ejemplo la Matemática y la Informática. En particular, la utilización de la herramienta matemática por parte de la Administración ha evolucionado de manera significativa, pasando por la simple aritmética, el álgebra, el cálculo y la estadística hasta llegar a la econometría. Por lo cual su desarrollo en este documento persigue como objetivo ilustrar y motivar el aprendizaje de la aplicación de modelos econométricos al reconocer que la aplicación de modelos básicos de oferta-demanda proporcionan instrumentos para explicar el comportamiento de los fenómenos del mercado propios del ámbito profesional.

Resulta importante mencionar que, el trabajo no aborda un proceso de estimación de los parámetros del sistema de ecuaciones estructurales formulado, no se llega a un valor numérico, sin embargo se explican de manera clara y sencilla las características de los modelos económicos (oferta-demanda y el equilibrio) y sus variables las cuales hacen necesaria una manipulación algebraica tal que se obtenga un modelo en el que sea posible identificar (más no obtener) a la ecuación ó ecuaciones mediante la aplicación del modelo del análisis de regresión y su método de estimación de mínimos cuadrados indirectos.

Palabras clave: Econometría, oferta y demanda, equilibrio, Mínimos Cuadrados Indirectos (MCI), Parámetros.

¹ Profesora - Investigadora del Departamento de Producción Económica de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Correo electrónico: ydaniel@correo.xoc.uam.mx

² Profesor - Investigador del Departamento de Producción Económica de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Correo electrónico: ssolis@correo.xoc.uam.mx

ABSTRACT

Within organizations, the process of decision making requires input from various disciplines to facilitate the acquisition and data processing. On the side of the basic sciences are Mathematics and Computer Science. In particular, the use of mathematical tool by the Administration, has evolved significantly, through simple arithmetic, algebra, calculus and statistics up to econometrics. In this sense, the development of this document aims to illustrate and motivate the learning of the application of econometric models. It is important to recognize that the application of basic supply-demand models provide tools to explain the behavior of market phenomena themselves professionally.

However, the work does not address the process of estimating the parameters of the system of structural equations formulated, nor is a numeric value is generated. In this paper are explained clearly and simply the characteristics of economic models (supply-demand balance) and variables which necessitate an algebraic manipulation so that a model in which it is possible to identify the equation is obtained equations or through the application of regression analysis and the method of least squares estimation indirect. (ILS).

Keywords: Estimators, econometrics, Indirect Least Squares, Supply-Demand, equilibrium

Introducción

El proceso administrativo y la toma de decisiones en las organizaciones requiere la aportación de diversas disciplinas que facilite la obtención y procesamiento de datos, entre éstas se encuentra por ejemplo la Matemática y la Informática. En particular, la utilización de la herramienta matemática por parte de la Administración ha evolucionado de manera significativa, pasando por la simple aritmética, el álgebra, el cálculo y la estadística hasta llegar a la econometría. Ésta última es considerada una de las grandes herramientas en la valoración y predicción del comportamiento de las variables económicas y del estudio de fenómenos económicos; se considera como una ciencia social que conjunta a la teoría económica con aplicaciones de matemáticas y estadística inferencial. Para Tintner (1968, p. 74) “la Econometría, es resultado de cierta perspectiva sobre el papel que desempeña la Economía, consiste en la aplicación de la Estadística Matemática a la información económica para dar soporte empírico a los modelos construidos por la Economía Matemática y obtener resultados cuantitativos” (Portillo, 2006). Un ejemplo de esto son los modelos econométricos utilizados por el Banco de México para predecir el comportamiento de los agentes económicos y estimar de manera más acertada la cantidad de dinero que el mercado demandará en un día. Sin embargo, estos conocimientos han permeado hacia la práctica organizacional, y ahora también son utilizados en la planeación y control. De manera más específica, las empresas necesitan calcular los precios a los cuales ofrecerán sus productos o cuanto deben ofertar de su producto. En el ámbito financiero también es posible usar series de tiempo para pronosticar niveles de liquidez, o apalancamientos ante ciertas condiciones.

De acuerdo con Gujarati (2010) existe un metodología tradicional, que es la predominante en los estudios económicos empíricos, y que consiste en las siguientes ocho etapas: i) planteamiento de la teoría o de la hipótesis; ii) especificación del modelo matemático de la teoría; iii) especificación del modelo econométrico o estadístico de la teoría; iv) obtención de los datos; v) estimación de los parámetros del modelo econométrico; vi) prueba de hipótesis; vii) pronóstico o predicción; y viii) utilización del modelo para fines de control o de política. En este trabajo se llegará a la especificación del modelo, es decir la etapa tres.

El problema de la identificación de modelos y variables económicas conjuga óptimamente al Álgebra lineal, a la Probabilidad, a la Estadística y al Cálculo Diferencial, por lo cual su desarrollo en este documento persigue como objetivo ilustrar y motivar el aprendizaje de la aplicación de modelos econométricos, por parte de los administradores, al reconocer que la aplicación de modelos básicos de oferta-demanda proporcionan instrumentos para explicar el comportamiento de los fenómenos del mercado, de suma importancia para la planeación en los departamentos de mercadotecnia y producción. Por lo anterior, el trabajo no aborda un proceso de estimación de los parámetros del sistema de ecuaciones estructurales formulado,

no se llega a un valor numérico, sin embargo se explican de manera clara y sencilla las características de los modelos económicos (oferta-demanda y el equilibrio) y sus variables las cuales hacen necesaria una manipulación algebraica tal que se obtenga un modelo en el que sea posible identificar (más no obtener) a la ecuación ó ecuaciones mediante la aplicación del modelo del análisis de regresión y su método de estimación de mínimos cuadrados indirectos.

Para ello, se parte de la especificación econométrica más sencilla de un modelo de oferta-demanda integrada por tres ecuaciones; la de oferta, la de demanda y la condición de equilibrio:

$$\text{Demanda: } Q_t^d = \alpha_1 + \beta_1 P_t^d + \phi_1 Y + \mu_1$$

$$\text{Oferta: } Q_t^s = \alpha_2 + \beta_2 P_t^s + \phi_2 R + \mu_2$$

$$\text{Equilibrio: } Q_t^d = Q_t^s$$

Donde:

Q_t y P_t son las variables endógenas simultáneamente determinadas,

Y es la renta familiar disponible (variable exógena)

R es el precio de un factor productivo (variable exógena)

μ_1 y μ_2 son perturbaciones estocásticas.

A partir de este planteamiento se obtienen estimaciones de los parámetros estructurales pero para ello es necesario que el sistema esté identificado; es decir, que dada la forma establecida sea posible obtener valores numéricos concretos para estos parámetros. Para ello, se establece un sistema de ecuaciones que permite crear las condiciones necesarias y/o suficientes para analizar si es posible la obtención de estimaciones consistentes de los parámetros estructurales, es decir, si una ecuación está identificada o, por el contrario, no está identificada. Las condiciones necesarias se denominan condiciones de orden y, las suficientes, condiciones de rango. Para poder ilustrar este proceso se inicia con la explicación de las características muy particulares de los modelos económicos y sus variables que los hacen susceptibles de aplicar (con sus debidas restricciones) las herramientas que proporciona la matemática -en particular la econometría- para su estudio; se utilizan como ejemplos los resultados publicados en trabajos que relacionan variables de interés para los economistas y administradores.

Esto da la pauta para que el análisis de regresión se explique brevemente, señalando las suposiciones básicas en lo que se refiere al término estocástico de perturbación y más adelante una explicación de los elementos importantes del método tradicional de estimación empleado por el análisis de regresión: el de mínimos cuadrados. Este método se incluye porque se considera un requisito indispensable para entender el problema de la identificación de los modelos económicos y el proceso de formulación de un problema en una sola ecuación en el modelo de regresión y la estimación de los parámetros involucrados. En la segunda y última parte, se

expone el problema de la identificación para lo cual se recurrió al ejemplo utilizado por primera vez por E. J. Working (Oferta-Demanda). Se eligió este ejemplo debido a que se utiliza un enfoque gráfico en dos dimensiones con funciones muy familiares en economía y administración como lo son la oferta y la demanda, lo que le permitirá entender el problema de la identificación cuando aparece un sistema de M ecuaciones y M variables como es usual en la práctica.

Los modelos económicos

Las relaciones entre dos o más variables a las que se harán referencia, son las que se modifican a un mismo tiempo (dependencia conjunta) y que se estudian mediante una o más ecuaciones que operan en forma simultánea ó con desfases a través del tiempo, las cuales son muy frecuentes en la economía. Este tipo de relación entre las variables económicas, obligan a hablar más que de variables independientes y dependientes, de variables cuyo comportamiento es explicado por el modelo como un todo: el modelo de ecuaciones simultáneas determina los valores de un conjunto de variables, las variables endógenas, en términos de otro conjunto, las variables predeterminadas. A manera de ejemplo se pueden mencionar las siguientes variables que muestran dependencia conjunta:

- El consumo agregado puede verse influido por la renta agregada; ésta a su vez se determina por el gasto total que incluye los gastos de consumo.
- La variación en el salario depende de la variable en los precios, del desempleo; a su vez las variaciones salariales también influyen en la variación de los precios.
- Respecto al desplazamiento a través del tiempo, puede haberlo entre el gasto y su impacto en la renta; entre una variación salarial y su impacto en los precios.

Para analizar con precisión estas relaciones, y así poder explicar y/o predecir el fenómeno en estudio, ya sea que se relacionen entre sí (análisis estructural) y/o con respecto a la forma en que se desarrollan en el tiempo (análisis dinámico) se emplean técnicas de la estadística y la econometría. Las relaciones estructurales que interesan a los economistas se refieren a las formas de acción, reacción e interacción de los agentes económicos. Estas relaciones se agrupan en cuatro categorías: de comportamiento que incluye funciones de oferta y demanda; tecnológicas que incluyen, fundamentalmente, funciones de producción; institucionales que se refieren a las especificadas por la ley u organismos reguladores; la cuarta categoría es la de identidades o ecuaciones de balance de naturaleza contable.

Cuando estas relaciones se especifican en forma determinística -para un valor determinado de una variable, corresponde un único valor de la otra variable-

evidentemente se incurre en un grave error porque ¿cómo introducir en una relación de causa-efecto las reglas y motivos que gobiernan el comportamiento humano como sucede en los modelos económicos?

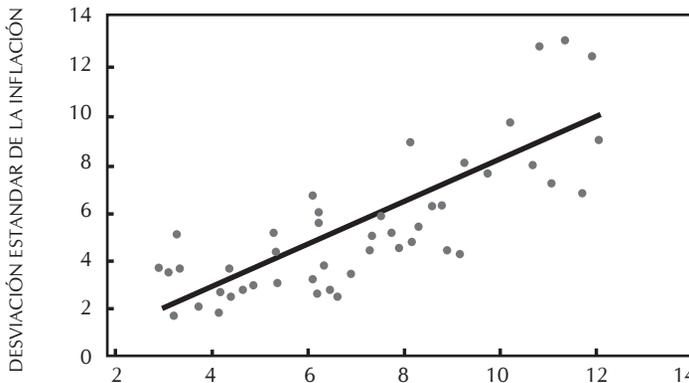
Para entender lo anterior, considérese que se desea explicar la distribución del gasto de un conjunto de familias que tienen cierto nivel de ingreso, bajo la suposición de que el gasto es una función lineal del ingreso familiar. Si el comportamiento en el consumo fuese idéntico para todo el grupo, y si todos los demás factores que influyen en los gastos sobre el consumo fuesen los mismos, se esperaría entonces que todos los valores del gasto del grupo de ingresos seleccionado sea el mismo. La probabilidad de que todas estas condiciones se mantengan simultáneamente es muy pequeña; es decir, para un nivel dado de ingresos, el nivel de gasto en el consumo puede esperarse razonablemente que difiera de familia en familia; estas diferencias podrían considerarse a través de la introducción de un elemento aleatorio en el modelo, o como en el caso, en la relación funcional lineal supuesta, originando con ello la utilización de un modelo estocástico para el que se debe suponer la distribución de probabilidad de las variables aleatorias involucradas.

La estadística dispone de un modelo (el de Análisis de Regresión Múltiple) que involucra los elementos hasta ahora señalados y que permite explicar, conocer y estimar las relaciones entre variables. Se considera pertinente ilustrar brevemente los diferentes modelos económicos para los que se utiliza una técnica específica de la estadística y que se incorpora y amplía en el Análisis de Regresión.

Clasificación de los modelos económicos

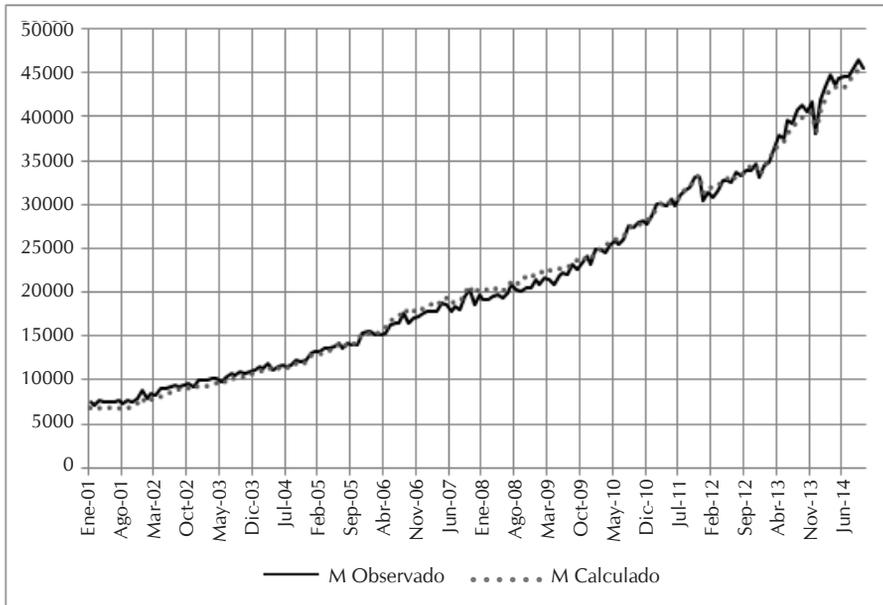
Los modelos se clasifican en descriptivos, explicativos, de predicción y de decisión, con los cuales se pretende descubrir, explicar y prever los hechos para elegir un curso de acción.

Cuadro 1
Inflación e incertidumbre inflacionaria



Fuente: Hess, Gregory and Morris, Charles S. "The long-run cost of moderate inflation" in Economic Review, vol 81, num. 2, 1996.

Cuadro 2
Representación de M y de M* en función del tiempo



Fuente: Elaboración Propia con datos del Banco de la República

i) los modelos descriptivos sólo representan los fenómenos reales sin explicarlos o conocer su evolución ni tendencias; por lo tanto no interesan para efectos de predicción; básicamente utiliza distribuciones estadísticas de probabilidad y correlaciones empíricas; solo a manera de ejemplo, se presenta la siguiente gráfica que muestra la relación entre la inflación y la incertidumbre inflacionaria para 47 países con moderada a baja inflación.

Esta relación se estudia con base en una recta de regresión lineal que mide la respuesta promedio de incertidumbre inflacionaria a un cambio en la inflación; la pendiente de la recta de regresión indica que la variabilidad en la inflación se mueve casi en una relación uno - a - uno con la inflación.

ii) Los modelos explicativos estudian las regularidades sugeridas por los modelos descriptivos y los encadenamientos de causa y efecto que se comprueban entre los fenómenos; tampoco hay interés predictivo ni normativo en su utilización; la gráfica siguiente muestra la masa monetaria observada (M) y calculada (M*) en Colombia de enero de 2001 a octubre de 2014. La masa monetaria en un instante determinado se expresa como función de los valores pasados de la tasa de crecimiento de los precios, bajo la premisa de que los agentes económicos se comportan en función

del recuerdo que guardan del pasado; la influencia del pasado disminuye a medida que se aleja en el tiempo. El coeficiente de correlación entre los valores observados y calculados es de 0.999, es decir, la explicación de la realidad es casi perfecta.

iii) Los modelos predictivos utilizan los resultados obtenidos en el análisis descriptivo y explicativo de los hechos. Se basan en el comportamiento pasado y lo extrapolan suponiendo que permanecerá constante; se supone permanencia estructural de los fenómenos.

iv) los modelos de decisión se proponen descubrir las medidas que debieran tomarse para cumplir con un objetivo predeterminado; su interés es normativo, por lo cual es necesaria la concepción personal del economista acerca del modelo.

El análisis de regresión

La herramienta estadística de más amplio uso es el análisis de regresión; proporciona un método sencillo para establecer una relación funcional entre variables. Estas relaciones se expresan a través de modelos lineales³ cuya forma general es, para el caso de una ecuación con n variables independientes y una dependiente:

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon_i$$

donde: y : variable dependiente a explicar

β_i : son los coeficientes de regresión ó parámetros a estimar ($i = 1, 2, \dots, n$).

x_i : variable explicativa, se considera fija.

ε_i : variable estocástica, término de perturbación ó error.

El término de perturbación puede representar el efecto de todas las variables excluidas en el modelo, la imprevisibilidad del comportamiento humano (como gustos, preferencias, etc.) y los errores de observación o medida de las x_i ; representa la incapacidad del investigador de tener un modelo exacto de la realidad observada.

El modelo de regresión es de gran utilidad en la medida en que se haya seleccionado adecuadamente las variables que proporcionen la máxima información posible acerca del ambiente en que se desenvuelve la variable que se desea explicar; que se mantenga la suposición de linealidad entre las variables; que las observaciones de x se hayan obtenido por medio de un experimento controlado tal que los factores irrelevantes puedan mantenerse constantes. Esta última condición es difícil de cumplir en la práctica ya que el investigador no tiene control sobre situaciones que influyen en la variable a explicar; para los economistas, por ejemplo, serían los precios internacionales de productos, el ingreso esperado de los consumidores, etc.

³ La linealidad del modelo se refiere a que lo es en los parámetros β 's aunque no en sus variables x 's cuyos exponentes pueden ser $\neq 1$. La forma general presentada es un modelo lineal de primer orden.

Si el interés primordial al estimar una ecuación lineal es el de explicación y medición, el análisis de regresión proporciona las técnicas analíticas para que desde un enfoque puramente estadístico, se tenga la confianza (en términos probabilísticos) de que el modelo lineal propuesto esté representando y explicando a las variables que lo componen y que las estimaciones a efectuar también gozan de esa confiabilidad. Las suposiciones básicas del modelo de regresión que permiten asegurar con un cierto nivel de confianza que es el que mejor explica a las variables involucradas, se refieren a la distribución de probabilidad del término de perturbación:

- i) el valor esperado de la perturbación es cero y varianza constante, es decir, existencia de homoscedasticidad para cada conjunto de valores observados de x aunque la varianza sea desconocida, i.e.,

$$E[\varepsilon_i] = 0$$

$$\text{Var}[\varepsilon_i] = \sigma^2$$

- ii) $\varepsilon_i, \varepsilon_j$ están no correlacionados, su covarianza es cero:

$$\text{Cov}[\varepsilon_i, \varepsilon_j] = 0 \quad \text{para } i \neq j$$

$$E[y_i] = \beta_0 + \beta_1 X_i; \quad \text{Var}[y_i] = \sigma^2$$

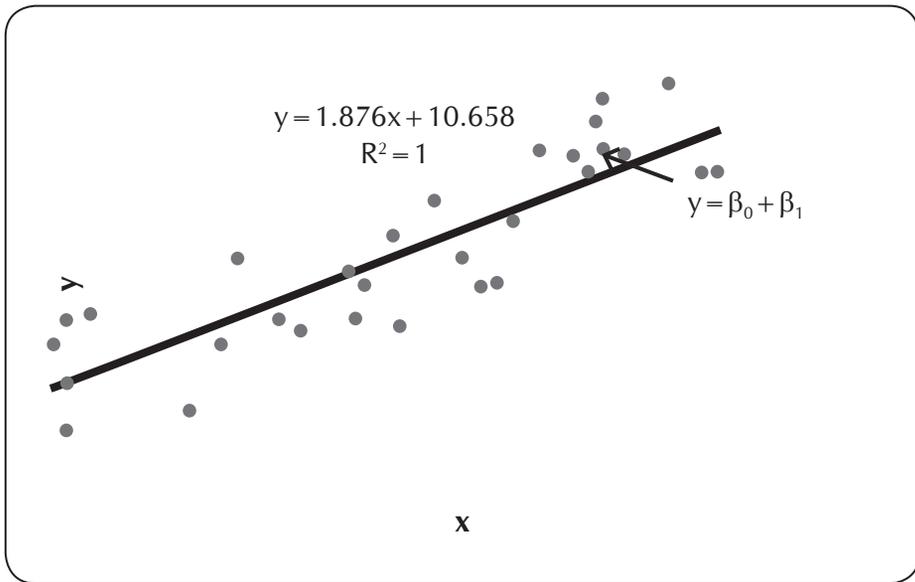
(ó x_i no tiene correlación con ε_i) esto se cumple automáticamente cuando x_i es una variable aleatoria.

- iii) La perturbación o error se distribuye normalmente con media cero y varianza σ^2 desconocida (por lo cual también se estima en el modelo).

$$\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$$

Esta suposición implica que las perturbaciones son independientes: el error de una observación no depende del valor del error de cualquier otra observación. La suposición de normalidad es lo que hace que ε_i sea estocástico. Debido a que la ecuación de regresión se puede utilizar para realizar inferencias, se imponen ciertas condiciones a los estimadores de los parámetros β y σ^2 los cuales se cumplen si el método llamado de Mínimos Cuadrados se aplica para estimar la ecuación de regresión. Estas condiciones ó propiedades deseables son: insesgamiento ($E[\hat{\beta}] = \beta$, $E(S^2) = \sigma^2$); varianza mínima (poseen la menor varianza que cualquier otro estimador insesgado lineal); son funciones lineales de \hat{y} . Por esta razón también reciben el nombre de estimadores insesgados lineales óptimos.

El principio básico del método de mínimos cuadrados es el de minimizar la distancia que existe entre los valores observados y los ajustados que están sobre la recta de regresión.



El método de mínimos cuadrados para la estimación de los parámetros β se presenta de manera breve, ya que no se considera relevante mostrar el desarrollo completo, pues nos desviaría del objetivo que se persigue. En la gráfica debe apreciarse que en realidad se deben minimizar las n desviaciones (errores) verticales de la recta ajustada. Para ello se parte de:

$$\sum (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad [*]$$

Para minimizar esta suma de cuadrados (SC) obsérvese que:

$$\hat{y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_i,$$

sustituyendo en [*] tenemos que:

$$\sum (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum (y_i - (\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_i))^2$$

y recurriendo al cálculo diferencial para minimizar las distancias:

$$\frac{\partial \sum (y_i - (\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_i))^2}{\partial \hat{\beta}_0} = 0 \qquad \frac{\partial \sum (y_i - (\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_i))^2}{\partial \hat{\beta}_1} = 0$$

$$\sum y_i = n\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \sum x_i$$

$$\sum x_i y_i = \hat{\beta}_0 \sum x_i + \hat{\beta}_1 \sum x_i^2$$

Resolviendo estas ecuaciones simultáneamente y despejando se obtienen los estimadores (llamados mínimos cuadrados) de la ecuación de regresión:

$$\hat{\beta}_1 = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum y_i)^2} \quad \hat{\beta}_0 = \bar{y} - \hat{\beta}_1 \bar{x}$$

Existe toda una serie de pruebas estadísticas acerca de los estimadores del modelo de regresión para tener la certeza de que cualquier inferencia que se haga a partir de él tenga validez:

- el cálculo del coeficiente de determinación R^2 , el cual se interpreta como la proporción del total de la variabilidad en que es explicada por x . Si R^2 está muy cerca de 1, entonces x explica una gran parte de la variación de y .

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}$$

el análisis de residuales ($\epsilon_i = y_i - \hat{y}_i$) a través de la construcción de la tabla de análisis de varianza .

- Construcción de intervalos de confianza.
- Elaboración de pruebas de hipótesis.

El problema de la identificación⁴

El punto central en el trabajo econométrico es la estimación estructural de los parámetros que definen el comportamiento de los agentes económicos y las relaciones tecnológicas de las que se hablaron cuando se definió un modelo económico; dada la naturaleza de los problemas a estudiar en la economía, una ecuación estructural forma parte de un sistema, es decir, todas ellas se mantienen simultáneamente, por lo que no es suficiente el conocer las variables que definen a la ecuación, sino cuáles son las que aparecen en las ecuaciones restantes ó bien poseer información adicional acerca de la ecuación a estimar ya que las observaciones de la variable ó variables involucradas aún cuando sean completas en extensión y calidad, no basta por sí mismas para identificar a la ecuación: no puede tenerse la certeza que ella pueda ser capaz de generar los datos observados.

Existe una serie de problemas que surgen en la construcción de modelos económicos constituidos por varias ecuaciones, como es el caso que nos ocupa, que

⁴ La identificación hace referencia a la posibilidad de calcular los parámetros estructurales del modelo de ecuaciones simultáneas a partir de los parámetros en forma reducida. Es por ello que una ecuación del sistema esta exactamente identificada si el número de variables exógenas excluidas de la ecuación es igual al número de variables endógenas de la ecuación menos uno.

han generado mayor preocupación entre los economistas; estos problemas son precisamente la identificación, el ordenamiento causal y los métodos de estimación.

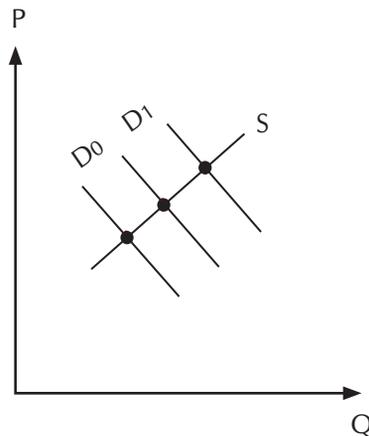
Mínimos Cuadrados Indirectos (MCI)

Para entender el problema de la identificación del modelo y de sus variables, se recurrirá al ejemplo clásico utilizado por primera vez por E. J. Working que se refiere al equilibrio de la oferta y la demanda para un bien determinado. El hecho de trabajar con sólo una variable independiente, nos circunscribe al plano cartesiano de dos dimensiones, lo que ya de por sí se explica por sí mismo: la comprensión del problema de la identificación se facilita enormemente; se requiere que se conozcan los sistemas de ecuaciones simultáneas; se debe suponer que se conoce con precisión la relación causa-efecto entre las variables, es decir, se sabe qué variable es la que explica a la otra. Supóngase que se desea estimar la función de la oferta y demanda del mismo producto mediante el análisis de regresión; se supone un comportamiento lineal para cada función y que sólo se dispone de tres valores que comprenden al precio y cantidad consumida en cualquier período y que estos puntos son los de equilibrio. Es interesante observar que aparecen las mismas variables P y Q en ambas ecuaciones.

Como sólo se tienen tres observaciones periódicas que representan intersecciones de las curvas de oferta y demanda, se puede razonablemente suponer que pueden presentarse los siguientes casos:

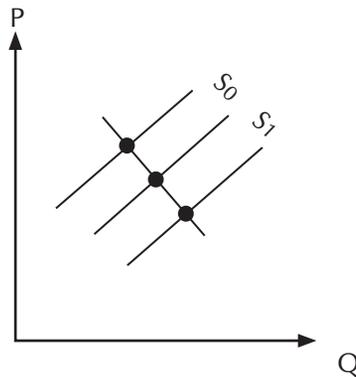
- i) que la curva de oferta (S) se mantenga fija, pero la demanda (D) no, entonces la gráfica de esta situación se vería como lo muestra la figura 2, en cuyo caso se diría que se ha identificado a la curva de oferta porque los puntos de intersección determina a la curva.

Figura 2
Oferta Fija



ii) que la curva de demanda se mantenga fija, pero la oferta no, entonces la gráfica de esta situación se vería como la figura 3.

Figura 3
Demanda Fija

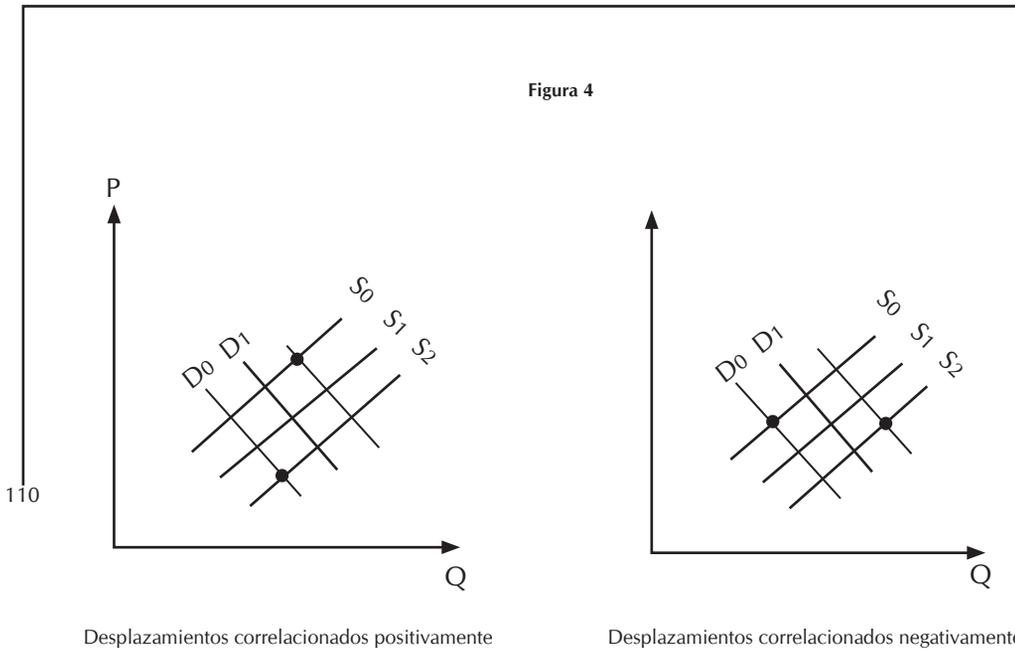


109

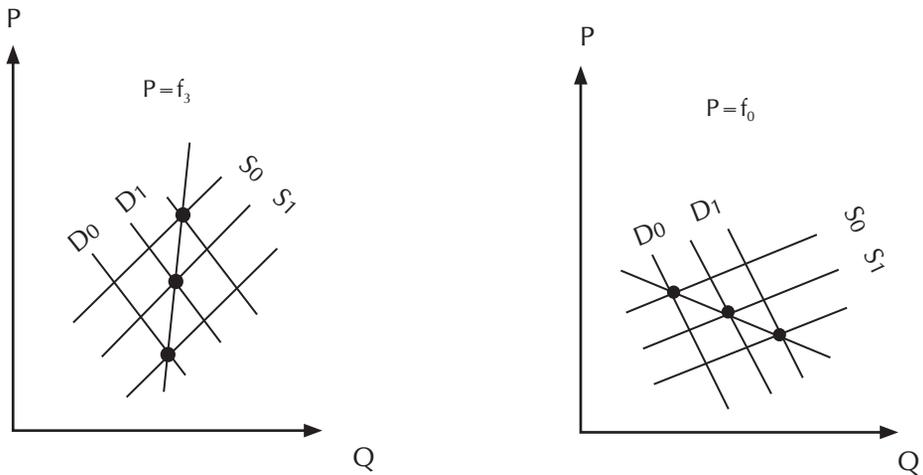
En este caso se dice que se ha identificado la curva de demanda porque los puntos de intersección son los que determinan a la curva.

Es muy tentador examinar el signo de la pendiente de cada una de las curvas posibles: si los tres puntos están sobre la recta con pendiente positiva, se puede intuir que se está en presencia de una curva de oferta y si estuvieran sobre la recta con pendiente negativa, se pensaría que se trata de la curva de la demanda. Es obvio que las tres observaciones por sí mismas no proporcionan información acerca de las pendientes. Además recuerde que en general una curva de oferta puede tener pendiente cero, infinita ó positiva; esto significa que aunque se pudiera disponer de información acerca del signo de las pendientes, ésta no sería significativa para distinguir (y encontrar) las funciones de oferta y demanda.

En general ambas curvas tienden a sufrir desplazamientos a través del tiempo: éstas pueden estar correlacionadas positivamente, el nivel más alto de la curva de oferta sucede en el mismo momento en que la curva de demanda alcanza su nivel más alto y viceversa, o bien pueden estar correlacionados negativamente: el nivel más alto de la curva de oferta sucede en el mismo momento en que la curva de demanda alcanza su nivel más bajo y viceversa. Las respectivas gráficas podrían verse en la figura 4.



Ya que sólo se tienen tres observaciones del punto de equilibrio la única posición posible para él es estar sobre la recta que une a los dos restantes y si se supone perfecta la linealidad en el modelo ($r = 1$ y $r = -1$) de oferta y demanda respectivamente, se tendría:



Ahora bien, si la linealidad no es perfecta ($-1 < r < 1$) y se supone que ambas curvas sólo pueden adoptar las tres posiciones mostradas, entonces existen 3 de las

nueve intersecciones que pudieran ser las observaciones originales de P y Q; esto

significa que existen $\binom{9}{3} = 84$ formas diferentes de seleccionar tres puntos, es

claro que tres puntos estarán sobre la curva de oferta y tres sobre la curva de demanda, el resto estarán fuera de ellas. Si se eligiera cualquier tríada de éstas 84 formas, es obvio que se incurriría en un grave error que repercutiría en las estimaciones de los coeficientes de regresión, aunque el proceso de estimación fuese excelente, que conduciría a graves incongruencias al utilizar el modelo para efectos de predicción.

Se debe notar que dado un conjunto de valores para P y Q sin ninguna información adicional a la de que éstos son los puntos de equilibrio, no se puede garantizar que se está estimando la función de oferta ó la de demanda. Por lo tanto el problema no es de utilizar una técnica de estimación adecuada, sino de que "no existe ninguna técnica con la cual la demanda y la oferta puedan estimarse en esas condiciones".

Si se recurriera solamente al examen del coeficiente de correlación entre P y Q, y fuese significativamente bajo, ¿no bastaría para saber que el modelo es incongruente? La respuesta sería sí, si se tuviera la certeza que P y Q se estiman sin error o con errores insignificantes. Como generalmente este no es el caso, la solución sería considerar a ambas ecuaciones en forma simultánea e introducir variables tanto endógenas como exógenas y el término estocástico de error ó perturbación: con esto se hace evidente que el modelo de análisis de regresión es de inmediata aplicación, pero no es así debido a que se han modificado sustancialmente las suposiciones del modelo: P está correlacionada con los errores. El modelo de ecuaciones simultáneas ó ecuaciones estructurales es [•] :

$$\text{Demanda: } Q_t^d = \alpha_1 + \beta_1 P_t^d + \phi_1 Y + \mu_1$$

$$\text{Oferta: } Q_t^s = \alpha_2 + \beta_2 P_t^s + \phi_2 R + \mu_2$$

$$\text{Equilibrio: } Q_t^d = Q_t^s$$

Dónde:

Q_t y P_t son las variables endógenas simultáneamente determinadas (variables endógenas)

Y es la renta familiar disponible (variable exógena)

R es el precio de un factor productivo (variable exógena)

μ_1 y μ_2 son perturbaciones estocásticas.

Obsérvese que se puede hacer la regresión de P sobre Q y Y ó bien de Q sobre P y Y. Debido a que P está correlacionado con μ_1 , μ_2 , se obtendrían esti-

maciones inconsistentes al utilizar mínimos cuadrados para obtenerlos; se recurre entonces a convertir el sistema en la forma reducida, la cual consiste en expresar una variable endógena en función solamente de variables predeterminadas y perturbaciones estocásticas tal que desaparece el problema de correlación mencionado, logrando con ello utilizar el método de mínimos cuadrados para estimar los coeficientes de la forma reducida y posteriormente con tales estimadores, estimar a su vez a los coeficientes estructurales del modelo de regresión original; este procedimiento se le conoce como el de Mínimos cuadrados indirectos, a continuación se ilustra el procedimiento:

Si las ecuaciones estructurales [•] se resuelven para Q y P en términos de Y y R y se aplica cualquier método conocido para resolver un sistema de ecuaciones simultáneas; el resultado es después de algunos pasos algebraicos:

112

$$Q_t^d = \frac{\alpha_1 \beta_2 - \alpha_2 \beta_1}{\beta_2 - \beta_1} + \frac{\varphi_1 \beta_2}{\beta_2 - \beta_1} Y - \frac{\varphi_2 \beta_1}{\beta_2 - \beta_1} R + \text{residuo}$$

$$Q_t^s = \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{\beta_2 - \beta_1} + \frac{\varphi_1}{\beta_2 - \beta_1} Y - \frac{\varphi_2}{\beta_2 - \beta_1} R + \text{residuo}$$

Sólo para efectos de simplificar la notación, se hará el siguiente cambio, sea:

$$\pi_1 = \frac{\alpha_1 \beta_2 - \alpha_2 \beta_1}{\beta_2 - \beta_1} \quad \pi_2 = \frac{\varphi_1 \beta_2}{\beta_2 - \beta_1} \quad \pi_3 = -\frac{\varphi_2 \beta_1}{\beta_2 - \beta_1}$$

$$\pi_4 = \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{\beta_2 - \beta_1} \quad \pi_5 = \frac{\varphi_1}{\beta_2 - \beta_1} \quad \pi_6 = -\frac{\varphi_2}{\beta_2 - \beta_1}$$

∴ la forma reducida sería:

$$Q_t^d = \pi_1 + \pi_2 Y + \pi_3 R + \mu_1$$

$$Q_t^s = \pi_4 + \pi_5 Y + \pi_6 R + \mu_2$$

con estas nuevas ecuaciones se utiliza el método de mínimos cuadrados ilustrado brevemente aquí, llegando a las siguientes estimaciones del modelo estructural:

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\hat{\pi}_3}{\hat{\pi}_6} \quad \hat{\beta}_2 = \frac{\hat{\pi}_2}{\hat{\pi}_5} \quad \hat{\varphi}_1 = -\hat{\pi}_6 (\hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2)$$

$$\hat{\varphi}_1 - \hat{\pi}_5 (\hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2) \quad \hat{\alpha}_1 - \hat{\pi}_1 \hat{\beta}_1 \hat{\pi}_4 \quad \hat{\alpha}_2 - \hat{\pi}_1 - \hat{\beta}_1 - \hat{\pi}_4$$

Con lo cual se ha identificado exactamente a la función de demanda y oferta: aquí el lector debería concluir que el problema de la identificación consiste, grosso modo, en la posibilidad de encontrar estimadores de los parámetros de la ecuación estructural a partir de los coeficientes estimados de la forma reducida.

No obstante que existen conjuntos diferentes de coeficientes estructurales que pueden coincidir con el mismo conjunto de datos, se pueden presentar los casos en que aparezca sólo un conjunto de valores para los estimadores (como el visto, y en cuyo caso se dice que el modelo está completamente identificado); que aparezca más de uno (en cuyo caso se dice que una ecuación está sobre identificada); si no se encuentra ningún conjunto, entonces la ecuación estructural está subidentificada.

Sí se parte del hecho de que la identificación del modelo está dada por la especificación del modelo estructural y por lo tanto debe ser posible establecerla sin recurrir a los valores numéricos de los coeficientes, se presenta un método alternativo para saber si un sistema está identificado: el llamado Orden y Rango de una Matriz, que facilita el trabajo de la identificación del modelo, sobre todo si se considera que este puede ser de múltiples ecuaciones.

113

Condiciones de orden y de rango para la identificación

El modelo general con M ecuaciones en M variables endógenas es:

$$Y_{1t} = \beta_{12} Y_{2t} + \beta_{13} Y_{3t} + \dots + \beta_{1M} Y_{Mt} + \alpha_{11} X_{1t} + \alpha_{12} X_{2t} + \dots + \alpha_{1k} X_{kt} + \mu_{1t}$$

$$Y_{2t} = \beta_{22} Y_{2t} + \beta_{23} Y_{3t} + \dots + \beta_{2M} Y_{Mt} + \alpha_{21} X_{1t} + \alpha_{22} X_{2t} + \dots + \alpha_{2k} X_{kt} + \mu_{2t}$$

$$Y_{Mt} = \beta_{M2} Y_{2t} + \beta_{M3} Y_{3t} + \dots + \beta_{MM} Y_{Mt} + \alpha_{M1} X_{1t} + \alpha_{M2} X_{2t} + \dots + \alpha_{Mk} X_{kt} + \mu_{Mt}$$

Dónde:

y_{it} son las variables endógenas (para $i = 1, 2, \dots, M$)

x_{jt} son las variables predeterminadas (para $j = 1, 2, \dots, k$)

μ_{it} son las perturbaciones estocásticas (para $i = 1, 2$)

t es el número de observaciones (para $t = 1, 2, \dots, N$)

Esta forma desplegada del sistema puede abreviarse matricialmente:

$$\begin{bmatrix} Y_{1t} \\ Y_{2t} \\ \vdots \\ Y_{Mt} \end{bmatrix}_{M \times 1} = \begin{bmatrix} \beta_{12} & \beta_{13} & \dots & \beta_{1M} \\ \beta_{22} & \beta_{23} & \dots & \beta_{2M} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \beta_{M2} & \beta_{M3} & \dots & \beta_{MM} \end{bmatrix}_{M \times M} \begin{bmatrix} Y_{1t} \\ Y_{2t} \\ \vdots \\ Y_{Mt} \end{bmatrix}_{M \times 1} + \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \dots & \alpha_{1k} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \dots & \alpha_{2k} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \alpha_{M1} & \alpha_{M2} & \dots & \alpha_{Mk} \end{bmatrix}_{M \times k} \begin{bmatrix} X_{1t} \\ X_{2t} \\ \vdots \\ X_{kt} \end{bmatrix}_{k \times 1} + \begin{bmatrix} \mu_{1t} \\ \mu_{2t} \\ \vdots \\ \mu_{Mt} \end{bmatrix}_{M \times 1}$$

Esta representación matricial no es más que la siguiente ecuación matricial⁵ :

$$Y = \beta Y + \alpha X + \mu$$

El hecho de haber representado por medio de matrices al sistema de ecuaciones, facilita el que se puedan aplicar algunos teoremas importantes del álgebra lineal que se refieren al rango de una matriz para conocer si el sistema asociado está determinado.

Condición de orden: Una condición necesaria, pero no suficiente, para la identificación es:

"en un modelo de m ecuaciones simultáneas, para que una ecuación esté identificada ésta debe incluir al menos (M-1) variables (endógenas y predeterminadas) que

⁵ Este resultado también puede ser obtenido con cuatro simples pasos que se muestran a continuación:
 Paso 1: se plantea el sistema matricial como se muestra abajo:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1m} \\ 1 & X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1 & X_{n1} & X_{n2} & \dots & X_{nm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \vdots \\ \mu_n \end{bmatrix}$$

Paso 2: se obtiene los parámetros de la siguiente forma:

$$\hat{\beta} = \begin{bmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\beta}_2 \\ \vdots \\ \hat{\beta}_n \end{bmatrix} = (X'X)^{-1}X'Y$$

Paso 3. Se obtienen las perturbaciones estocásticas de la siguiente manera:

$$\varepsilon = Y - X \hat{\beta}$$

Paso 4. Se determina la varianza de los estimadores realizando las siguientes operaciones:

$$S_{\beta}^2 = \frac{\varepsilon'\varepsilon}{n - K} (X'X)^{-1}$$

Dónde:

k son el número de variables independientes y n el número de observaciones.

aparecen en el modelo. Si excluye exactamente (M-1) variables, la ecuación estará exactamente identificada. Si excluye más de (M-1) variables, estará sobreidentificada"⁶.

En un modelo de M ecuaciones simultáneas, para que una ecuación esté identificada, el número de variables predeterminadas excluidas de esa ecuación no debe ser menor que el número de variables endógenas incluidas en esa ecuación menos uno (Gujarati, 2004:p.273);

$$(K - k) \geq m - 1$$

Condición de rango. (Condición necesaria y no suficiente):

...en un modelo de M ecuaciones en M variables endógenas, una ecuación está identificada si y solo si se puede construir por lo menos un determinante $\neq 0$ de orden (M -1) (M -1) a partir de los coeficientes de las variables (endógenas y predeterminadas) excluidas de esa ecuación, pero incluidas en las restantes ecuaciones del modelo... (Gujarati, 2010: p.273) Por lo anterior, bastaría obtener el rango de la matriz asociada al sistema de ecuaciones estructurales, el software correspondiente (Matlab, Mathematica, entre otro.) en virtud de la dimensión de los sistemas que los modelos económicos contemplan.

115

Conclusiones

En el desarrollo del tema se muestra la necesidad de que debe existir una conjunción de técnicas, habilidades, conocimiento y hasta sensibilidad en la aplicación de Mínimos Cuadrados Indirectos a fenómenos económicos y del ámbito de la administración que permitan explicar y predecir con cierta exactitud el comportamiento de las variables de estudio. Esta herramienta también es utilizada con fines de control y generación de políticas económicas que ayuden a incrementar el bienestar de una economía nacional.

Una de las justificaciones de presentar un modelo de Mínimos Cuadrados Indirectos (MCI) es que en presencia de simultaneidad, el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), ya que si las variables explicativas, X, son no estocásticas o, si los son, están distribuidas independientemente del término de perturbación estocástico. Por ello, el método de MCI es apropiado para ecuaciones precisas o exactamente identificadas.

No obstante, se debe verificar el problema de identificación antes que el problema de la estimación debido a la existencia de un mismo conjunto de información

⁶ Para este caso tendríamos lo siguiente:

M = variables endógenas del modelo; m = variables endógenas de la ecuación; K = variables exógenas del modelo; k = variables exógenas de la ecuación.

que puede ser compatible con diferentes conjuntos de coeficientes estructurales. En el ejemplo de la oferta y demanda que se utilizó como base del análisis se puede observar que en la regresión del precio sobre la cantidad solamente, es difícil decir si se está estimando la función de oferta o la de demanda, porque el precio y la cantidad forman parte de ambas ecuaciones.

Si aunado a lo anterior se sabe que el problema de la identificación de los modelos y variables económicas se aprecia en toda su extensión en la formulación de modelos macroeconómicos en los que el número de ecuaciones estocásticas es elevado (sin mencionar el número de variables) y que en este tipo de modelos ha aparecido recientemente la tendencia a usar cada vez más a los modelos no lineales (en sus variables) para estudiar, por ejemplo, las relaciones de producción, las razones de precios y precios promedio, se pone de manifiesto una vez más no sólo la necesidad de una sólida formación matemática, sino que esta tendencia representa una gran veta a investigar en los procesos de formulación y estimación estadística de los modelos que interesan a la economía y la administración.

Se puede concluir además que el uso de Mínimos Cuadrados Indirectos tiene ventajas y desventajas. Por un lado, la desventaja principal es el uso de información limitada porque, para identificar cada ecuación y para estimar las ecuaciones en la forma reducida, debe conocerse la lista completa de variables exógenas del resto de ecuaciones; por lo tanto, sólo puede aplicarse en ecuaciones exactamente identificables. Otra desventaja es que, dado que hay que estimar la forma reducida, sólo puede aplicarse en modelos en los que el número de exógenas sea mayor que el de datos (no en modelos grandes). Y debido a lo anterior no es posible estimar los errores estándar del modelo a partir de los errores estándar de los coeficientes en la forma reducida. Además, no siempre se garantiza que los parámetros derivados hereden las propiedades MELI (Mejores Estimadores Linealmente Insesgados).

Sin embargo existe la ventaja de que si se cumplen las hipótesis básicas, los estimadores π son insesgados, consistentes y eficientes, por lo que la utilización de este método es recomendable en fenómenos económicos que tengan por objetivo el estudio de oferta y demanda, por ejemplo el modelo de Domar donde se maneja el ahorro y la inversión utilizando Mínimos Cuadrados Indirectos para determinar el equilibrio entre Ahorro(S) e Inversión (I).

Otro método que se puede utilizar para sistemas de ecuaciones exactamente identificables es el Mínimos Cuadrados en Dos Etapas (MC2E), que está diseñado para sistemas ecuaciones sobreidentificadas, aunque también no puede aplicarse a ecuaciones exactamente identificadas. Con la ventaja de que con este método es posible estimar los errores estándar de los parámetros y, como ya se mencionó con MCI no.

Cabe mencionar que este trabajo es la primera etapa de una serie de estudios utilizando el método de Mínimos Cuadrados Indirectos, pues se pretende desarrollar un modelo de tipo empírico que demuestre la utilidad y practicidad de éste en el desarrollo de modelos de toma de decisión.

Bibliografía

- Anderson, R., Sweeney, D. Williams, T. (2008), *Estadística para Administración y Economía*. Décima Edición. Ed Cengage Learning, México.
- Doran, H. (1989), *Applied Regression Analysis in Econometrics*. Ed. Marcel Dekker, Inc.
- Gujarati, D. (2010), *Econometría*. Quinta Edición. Ed. McGraw-Hill, México.
- Hamilton, J. D. (1994), *Time Series Analysis*. Princeton University Press. Princeton, N. J.
- Huntsberger, D. (1983), *Elementos de Estadística Inferencial*. Ed. Cecs, México
- Jhonston, J. (2001), *Métodos de Econometría*. Ed. Vicens-Vives, Barcelona.
- Kennedy, P. A. (1992), *Guide to Econometrics*. Cambridge, Massachusetts, MIT Press, Massachusetts.
- Lütkepohl, H. (2007), *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*. Ed. Springer. USA.
- Pindyck, R. S. (2001), *Econometría: Modelos y Pronósticos*. Ed. McGraw-Hill, México.
- Portillo, F. (2006), *Introducción a la Econometría*. Notas de Clase. Licenciatura en Administración. Universidad de Rioja. España.
- Pulido, A. (2001), *Modelos Económicos*. Ed. Pirámide. Madrid.
- Salvatore, Dominick, (2004), *Estadística y Econometría*. McGraw-Hill, Madrid.
- Schmidt, S. J. (2005), *Econometría*. McGraw-Hill Interamericana, México.
- STewart, B. (1984), *Introducción a la Econometría*. Ed. Alianza
- Wooldridge, J. (2010), *Introducción a la Econometría: un enfoque moderno*. Cuarta Edición. Ed. Cengage Learning, México.

Semblanza de Ricardo Estrada

por Felipe de Jesús Martínez Álvarez

Conocí a Ricardo hace casi 37 años, cuando llegó a la UAM, después de haber sido profesor en la Facultad de Contaduría y Administración de la UNAM.

Desde que nos conocimos, hubo una empatía muy especial, que después compartimos con Germán Monroy+, y que dio a la conformación de un trio, que compartimos muchas cosas: discusiones académicas, políticas, sociales, entre otras, que nos unieron en una amistad entrañable y permanente. Nosotros tres: Ricardo, Germán y yo, escribimos varios artículos, presentamos muchas ponencias, dentro de las más memorables, aquella que Germán denominó: “La triada peligrosa”. En la primera lámina salía ese título, y en la segunda nuestros nombres, por lo que después nos decían la Triada Peligrosa, aunque también, algunas de nuestras compañeras nos decían “el Club de Tobi”.



Foto: Proporcionada por Margarita Fernández

Curiosamente, Ricardo y Germán eran ingenieros civiles, del Tec. de Monterrey y de la UNAM respectivamente, y yo licenciado en administración de la UNAM; digo curiosamente, porque ellos eran de las ciencias duras, y yo de las blandas, pero formamos un equipo de trabajo muy estrecho, y una amistad entrañable y sólida que confrontaba ideas, no siempre compartidas, pero que su discusión fortalecía el afecto. Ricardo también obtuvo los grados de Maestría en Ciencias, con especialidad en In-

investigación de Operaciones, y en Administración de Empresas en la Unidad de Posgrado del ITESM, también fue doctorante del programa de Estudios Organizacionales de la UAM-Iztapalapa. Además, hablaba con mucha soltura el inglés y el francés.

Además de ser la “Triada peligrosa”, Ricardo, Germán y yo nos autonombramos “el club de exploradores”, porque frecuentemente explorábamos lugares en donde comer y beber sabrosamente; obviamente, esos lugares eran cantinas y muy seguido nos invitaba Germán a su casa para comer y tomarnos unas cervezas y tequila. Los extraño a los dos, como no tienen idea. Sé que se me adelantaron para apartarme un lugar en el cielo, pero espero que se tarden muchos años en encontrarlo, porque no tengo prisa de verlos, ya que siempre están en mi pensamiento y en mi corazón.

Ricardo tiene un historial impresionante:

En la academia

Ocupó la subcoordinación del Área de Producción en la Facultad de Contaduría y Administración de la UNAM; impartió diversas asignaturas en las áreas de cómputo, ingeniería y administración en el ITESM campus Monterrey, en la Universidad Iberoamericana, en la Facultad de ingeniería de la UNAM, y en la Maestría en Administración de la UVM.

En 1978, a invitación del Dr. Enrique Calderón Alzati, fue miembro fundador de la Fundación Arturo Rosenblueth para el Avance de la Ciencia. Diseñó y puso en marcha un programa de Posgrado en Ciencias de la Computación, siendo su coordinador. Después de unos pocos años, este programa se convirtió en la Maestría en Ciencias de la Computación, una de las que goza de mayor reconocimiento en nuestro país y, finalmente, también diseñó y echó a andar la Licenciatura de Ingeniería en Computación, siendo para ese entonces el Director Académico de la Fundación Rosenblueth. Su mayor orgullo y satisfacción fue la formación de profesionales que lograron colocarse en puestos importantes en la administración pública, así como en la iniciativa privada. Las generaciones de alumnos de la licenciatura eran esperados por empresas como Microsoft para contratarlos, y hasta la fecha muchos de ellos siguen sus carreras siempre en ascenso.

Paralelamente, en el periodo de 1978 a 1988, fue profesor en la UAM-Xochimilco, en la Licenciatura en Administración, de la que fue coordinador, y en la que impartió los módulos de Finanzas, Producción, Sistemas, decisiones e información, entre otros.

Posteriormente, de 1996 al 2000, se reincorporó a la Fundación Rosenblueth, y en 1996 nuevamente a la UAM-X, de la que se jubiló en el 2014.

Participó en el Programa Interamericano de Desarrollo Académico en la Industria, bajo convenio entre el ITESM y la Stanford University.

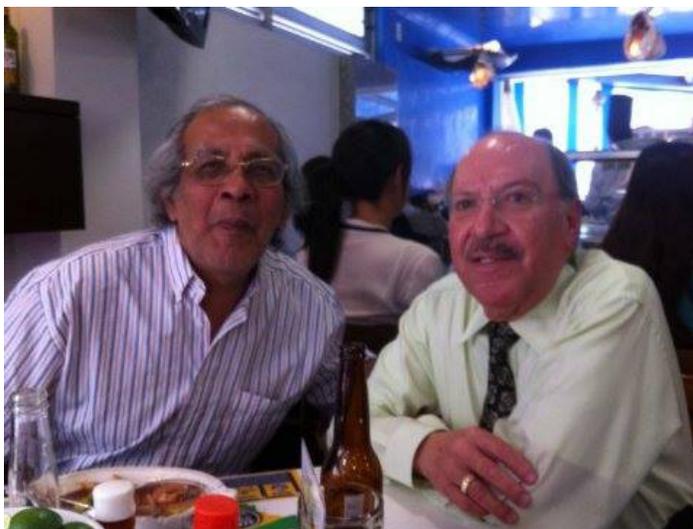


Foto: Proporcionada por Margarita Fernández

Su investigación giró en torno al desarrollo de un modelo de asignación de trabajos y programación para el control de la producción, al desarrollo de un Modelo de Simulación Estocástica para definir la capacidad y vida útil de una presa para riego, la caracterización de la micro, pequeña y mediana empresa en México y la caracterización de la función informática en las empresas en México.

Sus publicaciones

Ricardo era un prolífico escritor: publicó en la UNAM unos apuntes sobre Sistemas de Producción y Control, que en la UAM los utilizamos en el módulo décimo; también escribió un Diagnóstico de la Informática en México; la Administración del desarrollo en Sistemas de Información; y Planeación Estratégica de la Función Informática en las empresas.

Fue autor de variados artículos en las revistas: *Comunicaciones*, la primera en México sobre computación; *cero-uno-cero*, de divulgación en computación; *Dirección y control*; *Expansión*; también publicó diversos artículos en libros del Departamento de Producción Económica de la UAM-X, de Economía de la UAM-I y de Administración de la UAM-A. De igual forma publicó en la revista *“Estrategia y Gestión de las Organizaciones”* editada por UAM-A. En el Departamento de Producción Económica de la UAM-Xochimilco publicó en la revista *“Administración y Organizaciones”*,

que él fundó. En este caso tuvo la satisfacción de que bases de datos internacionales de alto prestigio como EBSCO y Latindex le solicitaran su incorporación.

Fue revisor técnico de la editorial Limusa en traducciones y originales, en temas de Administración e Informática.

Como expositor

Participó en un buen número de seminarios, cursos y talleres, así como ponente en los Coloquios de Administración de las primeras tres Unidades de la UAM; en diversos congresos internacionales y en los de la Academia de Ciencias Administrativas (ACACIA), de la que fue miembro fundador, ALTEC, UNAM y otros.

Como miembro de asociaciones profesionales

Fue miembro de diversas asociaciones profesionales, como la IEEE the Computer Society, la Asociación Nacional de Instituciones de Educación de Informática, La Society for MIS (Management Information Systems), la Asociación Mexicana de Auditores en Informática, así como miembro invitado, capítulo México, de EDP Auditors Association.

Su trabajo profesional

Se inició como analista de estructuras en una constructora; analista de sistemas de producción; asesor en control de la producción y coordinador de grupos de analistas en sistemas administrativos de información, para pasar a atender programas de envergadura como: colaborar en la Dirección General de Planeación Educativa de la SEP; el diseño e implantación de los Sistemas Nacionales de Información del Registro y Control Escolar en escuelas primarias y secundarias federales de la SEP; el diseño e implantación de Sistemas Nacionales de Información de Educación Abierta para primarias, secundarias y telesecundarias; la reorganización de producción de la Comisión Nacional de Libros de Textos Gratuitos, y la coordinación del diseño de un Modelo Económico Educativo Nacional; consultor en sistemas de información en BANRURAL, SEP, DICONSA y Colegio de Bachilleres, entre otras muchas cosas.

Como emprendedor

Además de haber fundado la revista *Administración y Organizaciones*, y de haber promovido la creación del laboratorio de cómputo del Departamento de Producción Económica de la UAM-X, durante el periodo que dejó la UAM y la Fundación Rosenblueth, de 1989 a 1995, decidió, conjuntamente con su esposa e hijos, cambiar su lugar de residencia a Ocotlán, Jalisco. En esa población emprendió un pro-

yecto importante. Fundó un periódico regional, cubriendo el entonces VIII Distrito del Estado de Jalisco, iniciando una escuela, formando jóvenes de la región como reporteros y se dio a la tarea de buscar colaboradores con una visión objetiva de la problemática que en ese momento imperaba en el país. Logró penetrar en los hogares y en la conciencia de los lectores, llegando a ser un periódico que despertó conciencia. Demostró que de manera honesta era posible mostrar el estado de cosas. Sin colores, ni partidos, sin compromisos creados, con honestidad y valentía afrontó el reto que él mismo se había propuesto, siempre con el apoyo de su esposa y sus hijos adolescentes. Finalmente, en 1995 se vio obligado a finiquitar este proyecto por la crisis de 1994 que fue mortal para emprendedores pequeños.

En su funeral estuvieron presentes todos esos jóvenes, sus alumnos a quienes les transmitió conocimiento e inquietud, compromiso con la verdad y con la honestidad. En los periódicos locales actuales, que casualmente dirigen esos jóvenes, ya no tan jóvenes, se publicó la siguiente semblanza, escrita por Ignacio López, de la que transcribo una parte:

“Lo conocí en 1990, yo apenas egresado de la preparatoria y con ansias de hacer periodismo; él una imagen seria, enigmática para mí. Lo que sabía de él es que era director del nuevo periódico en Ocotlán, *COMUNIDAD*. Pasó un año y en 1991 me animé y platicué con él para trabajar como reportero, lo que hice por 4 años y creo que fue la etapa que marcó mi vida dentro de los medios de comunicación. Ayer, después de casi 20 años de no verle, tuve un nuevo encuentro con él, distinto al de esas tardes de plática y enseñanza en su oficina y su inolvidable imagen desaliñada y con la taza de café en la mano. En esta ocasión él descansando de tantos años de lucha, de trabajo y de entrega, dispuesto a partir con la satisfacción del deber cumplido. Ayer por la tarde, el Ingeniero Ricardo Antonio Estrada García, quien fuera director del Periódico *COMUNIDAD*, partió al encuentro con el Eterno.

Comunidad fue una escuela donde muchos aprendimos de la mano del Ingeniero Ricardo Estrada y la comprensión de la señora Martha Ávalos. Éramos unos jóvenes inquietos, ochenteros, que encontrábamos en esa casa de la colonia Camino Real un espacio de expresión libre, ya que jamás se nos intentó censurar alguna información: “Tienes la declaración o los elementos que respaldan tu nota, adelante”, eran las palabras de nuestro director. En poco tiempo nos expandimos y ya no era sólo Ocotlán; ya teníamos cobertura y circulación en Atotonilco, La Barca, Jamay, Ayotlán, Degollado, Tototlán, y Poncitlán...

Anécdotas: por montón; aprendizaje: mucho. Sólo me resta desde este humilde espacio, rendirle un pequeño homenaje al Ingeniero Ricardo Estrada, el amigo, el maestro, un gran ser humano, con una calidad moral intachable y decirle gracias,

gracias en lo personal y como habitante de Ocotlán, ya que él vino a cambiar lo que hasta ese momento se conocía como periodismo; vino a dignificar esta bella profesión y, sobre todo, que con su ejemplo se puede comprender que los sueños se pueden hacer realidad”.



Foto: Proporcionada por Margarita Fernández

El esposo y padre de familia

De su vida personal podemos recordar que tuvo 2 hijos varones de su primer matrimonio. En 1987 contrajo segundas nupcias con la que fuera su compañera hasta el final y que le sobrevive. De su calidad humana podemos hablar cuando al volver a casarse “adoptó” 4 hijos más a quienes amó y formó sin distinción, de quienes tuvo la dicha de tener 10 nietos a los que amó con todo su corazón. Esos niños, desde bebés, lo colmaron de felicidad, de realización y, según sus propias palabras, eran el motor de su vida.

De su hijo Armando, transcribo lo que me envió: “Mi papá fue un hombre amante de la vida, de las buenas cosas que inyectan energía y gozo, por ejemplo, la música. Bob Dylan y Cats Stevens, dos músicos que lo inspiraron, recuerdo que hace unos años viví un concierto único al lado de mi papá viendo a Bob Dylan. Yo le compartí a un grupo contemporáneo que me gustó llamado Coldplay, y desde ahí mi papá fue fan, compró todos sus discos y se sabía todas las canciones. Recuerdo haber escuchado mis primeras enseñanzas de jazz y blues por los discos de acetato y casetes que mi papá guardaba en la casa y que nadie oía. Lo recuerdo cantando en francés las canciones inolvidables de Edith Piaf.

Recuerdo su persistencia para que leyera cuentos, historias y fábulas, él fue un pilar para que me gustara leer, todavía guardo con mucho amor libros de mi infancia que él me regaló.

Fue alguien encantado con viajar, ya que conoció muchos países aprovechando sus viajes de estudio como la maestría que hizo en Inglaterra. Quería visitar a mi hermano Ricardo en París en el siguiente verano de la mano de mi mamá.

Un hombre apasionado del mejor equipo de México, por lo menos el más mexicano, las chivas rayadas del Guadalajara, siempre comprometido con apoyarlas y ver sus partidos aunque fueran muy mal, también al igual que él tengo preferencia por ese equipo.

Le encantaba el cine, una vez mi papá me dijo que le hubiera gustado ser dos cosas, cineasta y pintor. De ahí que mi pasión por el cine también se desarrollara al grado de que he realizado cortometrajes y soy un apasionado de la cultura audiovisual.

Mi papá me enseñó el valor de emprender, de no dejar los sueños en el cajón, ahora que soy "grande" entiendo que lo que hizo al mudarse de un estado de confort para vivir años maravillosos dedicados a la pasión periodística fue algo que lo marcó y nos marcó como aventureros. Le agradezco mucho por enseñarme eso.

Lo que me marcó mucho de mi papá es cómo al final de su vida pudo enseñarme el contentamiento con las cosas simples y sencillas de la vida como comer, ver una película, disfrutar de una compañía agradable y simplemente reír juntos.

Pero la pasión más grande que conocí de mi papá era ser esposo, de verdad, amar a mi mamá, le gustaba y lo practicaba a tal grado que murió en sus brazos afortunadamente, sin dolor y como me dijo su buen amigo Felipe de Jesús, "como se van las personas buenas". Mi papá amaba a mi mamá más que a nada en el mundo...

Hay muchas otras cosas que mi papá disfrutaba, desde las bebidas de sabores cítricos como toronja, limón y naranja (en ese orden), hasta la literatura compleja de teóricos y filósofos que llenan sus viejos librerías, pero lo más importante es que al final de sus días disfrutó y vivió feliz rodeado de lo que más amaba y valoraba: su familia."

Esta semblanza de mi entrañable amigo Ricardo, se hizo con las aportaciones de su amada esposa Martha, de su hijo Armando, de la profesora Doctora Laura Peñalva, semblanza muy emotiva, de la que solamente fui compilador.

Mtro. Felipe de Jesús Martínez Álvarez

Revista semestral

Año 17 No. 33

Administración y Organizaciones

ISSN 1665-014X

Diciembre 2014



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Rector General: Dr. Salvador Vega y León

Secretaria General: M. en C. Norberto Manjarrez Álvarez

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD XOCHIMILCO

Rector de la Unidad: Dra. Patricia E. Alfaro Moctezuma

Secretaria General de la Unidad: Lic. G. Joaquín Jiménez Mercado

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

Director: M. Ed. Jorge Alsina Valdés y Capote

Secretario Académico: Mtro. Carlos Alfonso Hernández Gómez

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ECONÓMICA

Jefe: Dr. Juan Manuel Corona Alcantar

DIRECTORA DE LA REVISTA

Martha Margarita Fernández Ruvalcaba

DIRECTOR FUNDADOR

Ricardo Antonio Estrada García

COMITÉ EDITORIAL

Ayuzabet de la Rosa Albuquerque

Felipe de Jesús Martínez Álvarez

María Cristina Alicia Velázquez Palmer

María Magdalena Saleme Aguilar

Pedro Constantino Solís Pérez

Laura Patricia Peñalva Rosales

Regina Leal Güemez

Pedro Humberto Moreno Salazar

Alejandro Espinosa Yáñez

Asistente Editorial

Zyanya Anaid Cisneros Flores

Ilustración de Portada

Uriel Esquivel Corona

Diseño de Portada

Mónica Zavala Medina

El propósito general de la Revista Administración y Organizaciones es difundir entre académicos y profesionales los desarrollos conceptuales e instrumentales para mejorar la comprensión y desempeño de las organizaciones. Los artículos se seleccionan cuando discuten nuevas aproximaciones conceptuales, metodológicas, modelos, técnicas recientes y casos de estudio, así como las tendencias de significancia práctica para el administrador profesional. No necesariamente reflejan la posición oficial de los editores o del Departamento de Producción Económica de la UAM-X.

Administración y Organizaciones

Publicación semestral del Área Estrategia y Gestión de las Organizaciones, Departamento de Producción Económica, DCSH.

Editor responsable: Dr. Juan Manuel Corona Alcantar.

Certificado de reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-1999072617054100-102. Certificado de Licitud de Título: 11320. Certificado de Licitud de Contenido: 7923.

Impresor: Publicaciones e Impresiones de Calidad S.A. de C.V., Ignacio Mariscal No. 102, Col. Tabacalera, 06030; México, D.F., Tels: 5705-2492 • 5566-0811.

Fax: 5591-1376

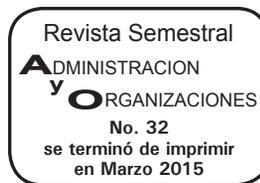
Distribuidor: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, C.P. 04960, México, D.F. Teléfonos: (55) 54837100, 54833459 Fax: 54837235.

rayouamx@yahoo.com.mx

<http://bidi.xoc.uam.mx>

Diciembre 2014 Año 17 Número 33 ISSN: 1665-014X Tiraje: 500 ejemplares

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del editor responsable. Los Manuscritos son arbitrados por respetados revisores invitados y consejeros, y deben someterse por duplicado en el formato aprobado de la Revista. No serán retornados. Las guías de los manuscritos incluyen los requisitos y están disponibles por solicitud.



CONTENIDO

Presentación

Retos e inovaciones en el quehacer de la administración de las organizaciones. Aportaciones de las matemáticas para abordarlos.....5

Martha Margarita Fernández Ruvalcaba

Laura P. Peñalva Rosales

Una aproximación mediate lógica difusa al análisis de la competitividad empresarial.....9

Juan Gabriel Vanegas

Juan Carlos Botero

Jorge A. Restrepo

La influencia de las barreras a la innovación que limitan la competitividad y el crecimiento de las pymes manufactureras.....33

Silvia Pomar Fernández

Jorge Antonio Rangel Magdaleno

Roberto Ezequiel Franco Zesati

El análisis de varianza en el estudio de un grupo de empresas mexicanas.....59

Jorge Oscar Rouquette Alvarado

Amanda Suárez Burgos

Cadenas de Markov en una micro empresa. Estudio de caso.....79

Vicente Ángel Ramírez Barrera

Ana Elena Narro Ramírez

Ángel Eduardo Ramírez Nieves

Identificación de Modelos y Variables Económicas.....97

V. Yolanda Daniel Chichil

Sergio Solís Tepexpa

Validación de modelos estadísticos que apoyan la elegibilidad de programas gubernamentales.....119

Laura Patricia Peñalva Rosales