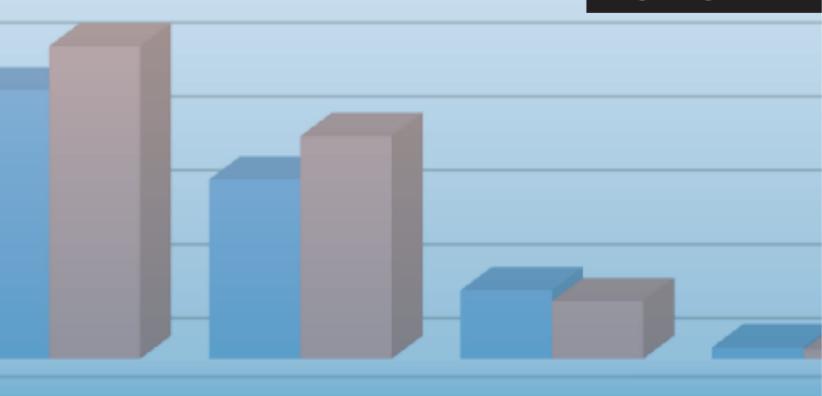
# MEMORIA DEL

# Coloquio Mexicano de Economía Matemática y Econometría

Eduardo Meza Ramos / Michel Rojas Romero / Ricardo Becerra Pérez / Felipe de Jesús Alvarez Lozano / María Irma Jarquín Avila / Juan José Mendoza Alvarado (Coordinadores)

## **TOMO III**







## Memoria del XXI Coloquio Mexicano de Economía Matemática y Econometría

Como citar estas memorias: Autor del artículo, en Meza Ramos Eduardo, et al. (2012) Memoria del XXI Coloquio Mexicano de Economía Matemática y Econometría. Edición electrónica Eumed, disponible en...

Memoria del XXI Coloquio Mexicano de Economía Matemática y Econometría

Realizado en la Unidad Académica de Economía de la Universidad Autónoma de Nayarit.

Eduardo Meza Ramos - Michel Rojas Romero - Ricardo Becerra Pérez — Felipe de Jesús Álvarez Lozano - Juan José Mendoza Alvarado (Coordinadores).

Edición académica sin fines de lucro, se recomienda que al hacer uso de estos documentos se reconozca al autor.

© Memoria electrónica del XXI Coloquio Mexicano de Economía Matemática y Econometría.

#### Memoria del XXI Coloquio Mexicano de Economía Matemática y Econometría

Coordinador general: Eduardo Meza Ramos

Primera edición

Derechos reservados conforme a la ley

**ISBN** 

Impreso y hecho en México. Diciembre del 2011 Edición académica sin fines de lucro.

Rector de la UAN C. P. Juan López Salazar

Secretario General

Dr. Cecilio Oswaldo Flores Soto

Secretario de Investigación y Posgrado Dr. Rubén Bugarín Montoya

Directora de la Unidad Académica de Economía *M. C. María Elena Medina Navarrete* 

Coordinador de la Maestría en Desarrollo Económico Local *Dr. Eduardo Meza Ramos* 

## **Agradecimientos**

Dejamos constancia escrita de nuestro agradecimiento a la Universidad Autónoma de Nayarit, representada por el Rector C.P. Juan López Salazar y la M.C. María Elena Medina Navarrete directora de la Unidad Académica de Economía por el apoyo para la realización del XXI COLMEME, esperamos que esta memoria contribuirá a la formación de los estudiosos de la Ciencia Económica.

Se reconoce la colaboración del comité local organizador que se integró con Ricardo Becerra Pérez, Felipe de Jesús Álvarez Lozano, María Irma Jarquín Ávila, Juan José Mendoza Alvarado, Francisco Javier Robles Zepeda, Felipe Hernández Guerrero, al comité dictaminador de ponencias, al Comité Nacional del Coloquio Mexicano de Economía Matemática y Econometría, particularmente a Sergio Hernández Castañeda Coordinador Nacional y a Michel Rojas Romero, secretario académico, así como a los conferencistas y a los ponentes que con sus trabajos hicieron posible la realización de la edición vigésima primera del COLMEME en las instalaciones de la UAN, de Tepic, Nayarit, México.

## Presentación

La comunidad académica nacional realizó el XXI Coloquio Mexicano de Economía Matemática y Econometría en la Unidad Académica de Economía de la Universidad Autónoma de Nayarit, del 26 al 30 de septiembre del año 2011, concurriendo con trabajos estudiantes, docentes, investigadores y funcionarios públicos.

El acto formal de inauguración fue un evento con la participación de autoridades educativas, civiles y militares, con la representación del Rector Contador Público Juan López Salazar, participó el doctor Cecilio Oswaldo Flores Soto, secretario general de la UAN, con la representación del gobernador Roberto Sandoval Castañeda asistió el profesor Carlos Rubén López Dado; la directora maestra María Elena Medina Navarrete; el doctor Felipe Aparicio Jefe del Departamento de Matemáticas de la Facultad de Ciencias de la UNAM; el doctor Sergio Hernández Castañeda, de los maestros fundadores del Coloquio y Eduardo Meza Ramos Coordinador General.

Ese coloquio se preparó con la participación destacada del Comité Nacional, de los Comités Regionales y del Comité Local, pero correspondió al comité local emitir la convocatoria con el propósito de promover y difundir la investigación y la docencia de la economía matemática, la estadística, la econometría, la economía local, sectorial, empresarial, el crecimiento y desarrollo económico, así como la aportación de disciplinas afines, fomentando el intercambio de conocimientos y experiencias entre economistas y matemáticos.

Como parte de la organización del magno coloquio que reúne a la academia, funcionarios y público en general se gestionó la vinculación, se construyó una página WEB en la dirección electrónica http://www.xxicolmemeuan.org que se utilizó para interactuar durante los preparativos de este Coloquio, se difundió la convocatoria entre la Asociación Nacional de Instituciones de Docencia e Investigación Económica (ANIDIE) en las universidades y la comunidad científica respondió a este llamado.

En esa ocasión dictaron conferencias magnas el doctor Juan Manuel Ocegueda Hernández, el maestro Oscar Fernández García, el doctor Fernando Antonio Noriega Ureña, el doctor Carlos López Morales y la doctora Lourdes C. Pacheco Ladrón de Guevara, y se presentaron los autores de libros destacados, como la doctora Paloma Zapata Lillo y la maestra Elva Cristina Rodríguez Jiménez, el doctor Jesús Rodríguez Franco y el doctor Alberto Issac Pierdant Rodríguez.

Este coloquio que en el año de 1989, en el Centro de Investigación en Economía Matemática, del CIEM, de Guanajuato, iniciara con un encuentro de docentes amigos de la ciencia económica, para incentivar a los estudiantes a participar con los trabajos que elaboraban en clases, en el año 2011 se realizó en la Maestría en Desarrollo Económico Local de la Unidad Académica de Economía de la Universidad Autónoma de Nayarit y acordó reunirse en el XXII Coloquio en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua, con lo cual renueva la voluntad de los docentes de buscar mejores estrategías de enseñanza de esta ciencia.

Esta memoria inicia con el documento que en el acto de inauguración presentó el doctor Sergio Hernández Castañeda, haciendo un narración histórica y destacando los objetivos de los Coloquios de Economía Matemática y Econometría, para continuar en el capítulo primero se presentan cinco documentos, Michel Rojas Romero, describe los ciclos económicos en modelos basados en agentes; le sigue María de Lourdes Rodríguez Espinosa, Edgar David Gaytán Alfaro y Ramón A. Castillo Ponce, que analizan la estructura de propiedad y desempeño: evidencia para México; luego Mario Alberto Mendoza Sánchez, presenta un análisis basado entre los vínculos de las fluctuaciones económicas nacionales y regionales en México 1997-2010; es interesante el trabajo de Carlos Gómez Chiñas que analiza las exportaciones mexicanas de manufacturas. Análisis de cointegración y Silvia Ariadna Díaz Castillo, estudió dos crisis en la economía Mexicana: 1995 y 2009.

Por otra parte en el capítulo segundo Armando Sánchez Vargas, Ana Liz Herrera Merino y Débora Martínez Ventura, compararon el cambio climático y la pobreza en el Distrito Federal; Adanelly Avila Arce y Martin Arturo Ramírez Urquidy, estimaron una demanda potencial de microcréditos en Baja California; Erika Olivas Valdez y Luis Enrique Ibarra Morales, fundamentaron un análisis estadístico del gasto público en el estado de Sonora durante el periodo 1980 – 2008; Francisco Pérez Soto, Esther Figueroa Hernández, Raquel Salazar Moreno y Rebeca Alejandra Pérez Figueroa, analizaron un modelo estocástico para la predicción de precipitación en un área geográfica; por su parte José Luis Hernández Mota, analizó la utilización de la dinámica estocástica en la construcción de modelos macroeconómicos convencionales; en tanto que Juan José Mendoza Alvarado abordó los determinantes de la pobreza en México en el 2006. Un enfoque micro-econométrico y finalmente Raquel Salazar Moreno, Abraham Rojano Aguilar, Esther Figueroa Hernández y Francisco Pérez Soto presentaron las Aplicaciones de la distribución Weibull en ingeniería de confiabilidad.

En este orden de la memoria en el capítulo tercero Alfredo Omar Palafox Roca y Francisco Venegas Martínez, examinaron las Decisiones de Consumo e Inversión en una Economía con Preferencias Heterogéneas; por su parte Aline Concepción Estrada González indagó el papel de la inversión extranjera directa en el turismo; David Iglesias Piña, examinó la relevancia estadística de la infraestructura en los parques industriales, una prueba por componentes principales; Felipe Hernández Guerrero, Víctor M. González Bernal y Francisco J. Robles Zepeda compararon turismo internacional, apertura comercial y crecimiento económico en México 1980-2005; y Nube Rodríguez Cruz y Omar Neme Castillo, la inversión extranjera directa y encadenamientos de las empresas domésticas en la industria automotriz mexicana.

El capítulo cuarto reúne los trabajos de Enoch Montaño Raygoza, titulado impacto del tipo de cambio real multilateral de México (2002-2010); de Andrés González Nucamendi y Ricardo Solís Rosales que estudió la Regulación Bancaria de Basilea. Una nota sobre sus alcances y límites; David de Jesús González Milán y Adanelly Avila Arce prueban la neutralidad monetaria en México; Eduardo Loría y Emmanuel Salas, profundizan la búsqueda de una regla cambiaria; Roberto Ramírez Rodríguez y Alfredo Erquizio Espinal razonaron la capacidad y esfuerzo fiscal en las entidades federativas en México: medición y determinantes; Rodolfo Santiago Morgado, Eduardo Adolfo Pérez Gómez y Arístides Antonio Guillén Aguilar averiguaron las decisiones de inversión bursátil en periodos de alta volatilidad. Un análisis de sensibilidad mediante el enfoque "Risk Metrics"; Rosa María Domínguez Gijón y Adriana Zambrano Reyes, realizaron el pronóstico con Modelos ARIMA para los casos del Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) y la Acción de América Móvil; Tania Nadiezhda Plascencia Cuevas, estudió la caracterización de la incertidumbre en la Inflación: una aplicación a México.

En el capítulo cinco se presenta el trabajo de Genaro Sánchez Barajas, que aborda la enseñanza de la econometria con las NTIC; Javier Martínez Morales y Amílcar Orlian Fernández Domínguez, los factores que motivan la deserción escolar en la zona sur del estado de Chihuahua, un análisis descriptivo y probabilístico; José Ramón Olivo Estrada, Armando Benítez Hernández y Erika López Estrada, analizaron la práctica docente y aprendizaje de la Matemática en Economía: la percepción del alumno; Ma. Antonia Miramontes Arteaga, Juan Manuel Ocegueda Hernández y Patricia Moctezuma Hernández destacan la educación superior y desempeño económico en México, Brasil, Chile y Corea del Sur; María Guadalupe Vizcarra Andrade, propone nuevas perspectivas para abordar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Economía; Raymundo Flores Chávez analizó el Problema de incorporar la matemática al análisis económico; Alfonso Gómez Navarro realizó un análisis estadístico de resultados de las calificaciones obtenidas por los estudiantes de la licenciatura en Economía, en la Facultad de Economía de la UNAM. 2005-2 a 2010-1.

En tanto que en el capítulo sexto Ernesto Bravo Benítez, abordó los fundamentos macroeconómicos de las remesas mexicanas; Selene Nadezhda Becerra Pérez y Lourdes Pacheco Ladrón de Guevara precisó un análisis del capital humano desde la perspectiva de género. Estudio de caso: Chacala, municipio de Compostela, Nayarit; Eduardo Rodríguez Juárez y Elías Gaona Rivera, elaboraron un breve ensayo sobre la precarización del empleo, desempleo y migración internacional en México 1995-2010; Armando Sánchez Vargas, Diego Alí Román Cedillo, Maria de Jesús Vargas Villa y Guillermo Arenas abordaron la participación femenina en el mercado laboral y el uso del tiempo en México: Un análisis de pseudo panel dinámico; Jorge Zaragoza Badillo y Ricardo Mansilla Corona investigaron una aplicación de la Distribución Rango-Orden con datos de la población y el empleo de México; José D. Liquitaya Briceño puntualizaron la hipótesis del ingreso relativo y el efecto trinquete: un análisis econométrico; Liz Ileana Rodríguez Gámez la densidad de empleo en Hermosillo, 1999-2004: un enfoque de econometría espacial

para parámetros locales; Mónica González Morales estudió el modelo econométrico del empleo en México; Roberto Cañedo Villarreal y María del Carmen Barragán Mendoza, abordan la calidad del empleo de egresados universitarios: un modelo de ecuaciones estructurales para su análisis;.

Finalmente en el capítulo séptimo Alfonso Anaya Díaz, el poder de mercado. Nota teórica y referencias de su medición convencional y con precios relativos. Una revisión; luego Isidoro Salvador Rodríguez Vargas, Eduardo Meza Ramos y Edel Soto Ceja, abordaron el capital humano y el salario en el nivel de empleo en las empresas manufactureras del Municipio de Tepic; por otra parte Armando Sánchez Vargas, Ricardo Mansilla Sánchez, Alonso Aguilar Ibarra y Diego Ali Roman Cedillo, An empirical analysis of the nonlinear relationship between environmental regulation and manufacturing productivity.

Tepic, Nayarit, diciembre de 2011

Eduardo Meza Ramos.

## Contenido

Agradecimientos	3
Presentación	5
Objetivos del Coloquio Mexicano de Economía  Matemática y Econometría	13
Capítulo I	17
Ciclos económicos en modelos basados en agentes	19 <i>19</i>
Estructura de propiedad y desempeño: evidencia para México	37
Un análisis basado entre los vínculos de las fluctuaciones económicas nacionales y regionales en México 1997-2010	52
Las exportaciones mexicanas de manufacturas. Análisis de cointegración	61
Dos crisis en la economía Mexicana: 1995 y 2009	68
Capítulo II	79
El cambio climático y la pobreza en el Distrito Federal	81
Estimación de una demanda potencial de microcréditos en Baja California	97
Análisis estadístico del gasto público en el estado de Sonora durante el periodo 1980 – 2008	
Un modelo estocástico para la predicción de precipitación en un área geográfica Francisco Pérez Soto Esther Figueroa Hernández Raquel Salazar Moreno Rebeca Alejandra Pérez Figueroa	119
La utilización de la dinámica estocástica en la construcción de modelos macroeconómicos convencionales	127 127
Los determinantes de la pobreza en méxico, 2006 (Un enfoque micro-econométrico)	140 140

	Aplicaciones de la distribución weibull en ingeniería de confiabilidad	148
	Raquel Salazar Moreno Abraham Rojano Aguilar Esther Figueroa Hernández Francisco Pérez Soto	
Ca	pítulo III	163
	"Decisiones de Consumo e Inversión en una Economía con Preferencias Heterogéneas"	165
	El papel de la inversión extranjera directa en el turismo	176
	Relevancia estadística de la infraestructura en los parques industriales, una prueba por componentes principales	184
	Turismo internacional, apertura comercial y crecimiento económico en México 1980-2005  Felipe Hernández Guerrero Víctor M. González Bernal Francisco J. Robles Zepeda	196
	Inversión extranjera directa y encadenamientos de las empresas domésticas en la industria automotriz mexicana.  Nube Rodríguez Cruz Omar Neme Castillo	209
	OMO II pítulo IV	225
	Impacto del tipo de cambio real multilateral de México (2002-2010)	226
	La Regulación Bancaria de Basilea. Una nota sobre sus alcances y límites	239
	Probando la neutralidad monetaria en México	251
	En búsqueda de una regla cambiaria	262
	Capacidad y esfuerzo fiscal en las entidades federativas en México: medición y determinantes  Roberto Ramírez Rodríguez  Alfredo Erquizio Espinal	273
	Decisiones de inversión bursátil en periodos de alta volatilidad. Un análisis de sensibilidad mediante el enfoque "Risk Metrics"	288
	Pronóstico con Modelos ARIMA para los casos del Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) y la Acción de América Móvil (AM)	302

apítulo V	329
Enseñanza de la econometria con las NTIC	331
Factores que motivan la deserción escolar en la zona sur del estado de Chihuahua, un análisis descrip probabilístico	
Práctica Docente y Aprendizaje de la Matemática en Economía: La Percepción del Alumno	368
Educación superior y desempeño económico en Mexico, Brasil, Chile y Corea del Sur  Ma. Antonia Miramontes Arteaga Juan Manuel Ocegueda Hernández Patricia Moctezuma Hernández	377
Nuevas perspectivas para abordar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Economía	386
El Problema de incorporar la matemática al análisis económico	390
Análisis estadístico de resultados de las calificaciones obtenidas por los estudiantes de la licenciatura en Economía, en la Facultad de Economía de la UNAM. 2005-2 a 2010-1	398
pítulo VI	407
Fundamentos macroeconómicos de las remesas mexicanas	409
Análisis del capital humano desde la perspectiva de género.  Estudio de caso: Chacala, municipio de Compostela, Nayarit	422
Breve ensayo sobre la precarización	431
del empleo, desempleo y migración internacional en México 1995-2010	431
Participación femenina en el mercado laboral y el uso del tiempo en México: Un análisis de Pseudo Panel Dinámico	441
Una aplicación de la Distribución Rango-Orden con datos de la población y el empleo de México  Jorge Zaragoza Badillo Ricardo Mansilla Corona	453
La hipótesis del ingreso relativo y el efecto trinquete: un análisis econométrico	460
Densidad de empleo en Hermosillo, 1999-2004: un enfoque de econometría espacial para parámetros locales*/	S 475

Liz Ileana Rodríguez Gámez
Modelo Econométrico Empleo en México
La calidad del empleo de egresados universitarios: un modelo de ecuaciones estructurales para su análisis 504  Dr. Roberto Cañedo Villarreal  Dra. María del Carmen Barragán Mendoza504
MO III pítulo VII 521
Poder de mercado. Nota teórica y referencias de su medición convencional y con precios relativos. Una revisión  Alfonso Anaya Díaz
El capital humano y el salario en el nivel de empleo en las empresas manufactureras del Municipio de Tepio 531  Isidoro Salvador Rodríguez Vargas  Eduardo Meza Ramos  Edel Soto Ceja
An empirical analysis of the nonlinear relationship between environmental regulation and manufacturing productivity
Effects of Stock Market Development on Economic Growth in Southeast Asia and Latin America
Modelo alternativo para caracterizar la producción del sector eléctrico en México
Salarios relativos en el sector manufacturero de México: un análisis de sus determinantes a través de datos de panel
LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE TUNA EN EL ESTADO DE MÉXICO
Aplicación del análisis de cointegración para el crecimiento de CEMEX
Eficiencia técnica en la industria manufacturera en México

TRANSMISIÓN DE PRECIOS DEL JITOMATE SALADETTE EN EL MERCADO DE GUADALAJARA, JALISCO	620
APLICACIÓN DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS AL SECTOR AGROPECUARIO DE MÉXICO	
Las recesiones de 1995, 2001 y 2009 en las entidades federativas de México	641
DINAMICA DEL CONSUMO DE GASOLINA EN LA FRONTERA JUAREZ-EL PASO	657
Un modelo microeconómico de la empresa	670

# Capítulo VII

# Poder de mercado. Nota teórica y referencias de su medición convencional y con precios relativos. Una revisión<sup>1++</sup>

Alfonso Anaya Díaz<sup>2</sup>

**Resumen.** El trabajo examina aspectos conceptuales e instrumentales de la medición del poder de mercado; sustenta teóricamente la verosimilitud del Cociente de alineación de precios, nuevo concepto desarrollado por el autor para la detección del poder de mercado utilizando precios relativos, y muestra la eficacia, concordancia y ventajas de este instrumento respecto a los medios convencionales utilizados en la detección e investigación de ese fenómeno.

**Palabras clave:** Poder de mercado, Concentración industrial, Índice de Lerner, Precios relativos, Índices de precios

#### Introducción

El poder de mercado (**pm**) es un concepto esencial en la microeconomía y la teoría de la organización industrial. También representa un problema de gran relevancia para la política económica, ya que afecta la eficiencia económica y el bienestar. Pero su detección y medición con los medios convencionales enfrentan dificultades metodológicas y de información que complican su investigación y las medidas para contrarrestarlo. Dadas esas circunstancias, tiene un significativo interés la búsqueda de técnicas alternativas que faciliten su estudio.

En el trabajo se exponen algunos aspectos medulares de la naturaleza y medición del **pm** y las bases teóricas del Cociente de alineación de precios ( $Ca_i$ ), nuevo instrumento elaborado con índices de precios, que es metodológicamente más simple y requiere información más accesible que los dispositivos actualmente empleados.

Después de abordar la naturaleza y formas de medición de **pm** se examinan algunas propiedades de los precios relativos considerando los paradigmas neoclásico y poskeynesiano. Posteriormente se define, se exponen los fundamentos teóricos y se precisan los criterios de interpretación de los valores numéricos del **Ca**<sub>1</sub>. Finalmente, se refieren estudios empíricos que muestran la eficacia y concordancia de este indicador con instrumentos análogos.

#### 1. Naturaleza del poder de mercado y su medición con los instrumentos usuales

#### 1.1 Concepto de poder de mercado

El 'poder de mercado' -que frecuentemente también se denomina 'poder de monopolio'-, es la capacidad de las empresas de fijar precios<sup>3</sup>. Una situación como **p** > Cmg implica menor producción y demanda con respecto al nivel de equilibrio de competencia, **p** = Cmg, afectando negativamente el excedente del consumidor y del productor y la eficiencia económica general.

El **pm** tiende a tener una relación directa con la concentración industrial (**ci**), dado que entre mayor **ci** mayor es la capacidad de las empresas para afectar al alza los precios, logrando acuerdos explícitos o tácitos y restringiendo la cantidad de satisfactores que llegan al mercado. Pero existen excepciones como las de los mercados impugnables, con barreras a la entrada débiles, en los que las estrategias competitivas de las empresas pueden conllevar políticas de precios cercanos a los de competencia y otras medidas (como un notorio exceso de

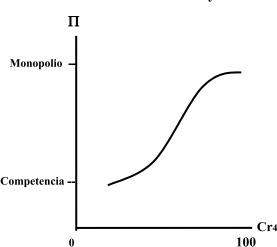
<sup>1</sup> Versión revisada de la ponencia presentada en el XLI Congreso de la Sociedad Matemática Mexicana, octubre 23 de 2008. El autor agradece a la Dra. Claramarta Adalid Urdanivia la revisión de la parte matemática de la exposición y sus sugerencias.

<sup>2</sup> Profesor titular de tiempo completo de la Facultad de Economía de la UNAM. aanaya@unam.mx

<sup>3</sup> Algunos economistas señalan una diferencia entre ambos términos; poder de monopolio se aplicaría a las situaciones en las que existen utilidades económicas e, (donde e > n, siendo éstas últimas las utilidades normales), en tanto que el poder de mercado se referiría a la fijación de precios mayores que los de competencia p > Cmg (donde p denota los precios y Cmg a los costos marginales). Aunque tal diferencia tiene cierta significación en términos analíticos, tal y como frecuentemente se hace en los estudios de organización industrial las dos expresiones se emplearán como sinónimos para denominar la capacidad de determinación de precios de las empresas, por oposición a la condición de ser tomadoras de precios. Cfr. D. W. Carlton y J. M. Perloff, pp.137-138.

capacidad instalada) a efecto de limitar la entrada y defender sus utilidades (II).4

Pero más allá de casos como ese, generalmente la ci se relaciona positivamente con  $\pi$ , y por ende con  $pm^5$ , de tal modo que conforme aumenta una de estas variables también lo hacen las otras, y viceversa. En la Gráfica 1 se ilustra la asociación de estructuras de mercado extremas con niveles diferenciados de  $\pi$  por un lado, y por el otro niveles crecientes de ci medidos con el índice de concentración absoluta  $Cr_4$  (indicador cuyo significado se indica en la siguiente sección).



Gráfica 1 Concentración industrial y utilidades

## 1.2 Índices de concentración industrial y poder de mercado

La **ci** puede ser medida con diferentes instrumentos. Entre los más comúnmente utilizados están los coeficientes de concentración del tipo  $\mathbf{Cr}_n$  y el índice Herfindahl-Hirschman (**IHH**), que como se indicó antes tienden a tener una relación positiva con **pm**. El **IHH** se basa en el número total y la distribución de los tamaños de las empresas de una industria mientras que los índices de concentración absoluta del tipo  $\mathbf{Cr}_n$  miden el peso de las primeras empresas con mayor participación en el sector o industria. En muchos países es posible disponer de la información de **ci** a través de estos indicadores. En México se han realizado diversos estudios de organización industrial que emplean valores del  $\mathbf{Cr}_4^{\ 7}$  y en las versiones electrónicas de los últimos censos industriales se puede observar el  $\mathbf{IHH}^8$ .

El  $\mathbf{Cr_4}$  y el  $\mathbf{IHH}$  han sido utilizados en estudios econométricos de Estructura-conducta-desempeño (**E-C-D**) para obtener conclusiones sobre la relación directa que suele haber entre  $\mathbf{ci}$  y  $\mathbf{pm}$ , manifiesta en el nivel de  $\mathbf{\Pi}^9$ . Pero estos han sido objeto de fuertes críticas; aparte de su complejidad tienen cierta inutilidad práctica, ya que  $\Pi_e$ , como se discute más adelante (Sec. 1.3), no necesariamente implica poder de monopolio<sup>10</sup>. Con enfoques más prácticos, los organismos de competencia nacionales e internacionales a veces emplean los índices de  $\mathbf{ci}$  para establecer umbrales concentración asociados a situaciones potencialmente dañinas para la competencia (o favorables para las prácticas monopólicas), con los que se justifica legalmente, por ejemplo, la disolución de aglomeraciones industriales o el impedimento de fusiones que conlleven cierto nivel sustantivamente más alto de  $\mathbf{ci}$  que el prevaleciente.<sup>11</sup>

<sup>4</sup> Cfr. F. Brown y L. Domínguez.

<sup>5</sup> En la teoría de la organización industrial esto es un lugar común, y los autores de textos e investigadores la aplican reiteradamente en los modelos teóricos y análisis empíricos del nivel, tamaño y distribución de . Pueden verse, p. Ej., Church y. Ware, Fernández de Castro y Cabral.

<sup>6</sup> El gráfico ha sido adaptado de Carlton y Perloff, pp. 359.

<sup>7</sup> p. Ej., Domínguez y F. Brown y Casar.

<sup>8</sup> Vid. INEGI, Censos Económicos 1999 y 2004, Sistema Automatizado de Información Censal (SAIC).

<sup>9</sup> Vid. J. Church y J. Ware.

<sup>10</sup> Cf. Carlton y Perloff, pp. 137-38 y 334-36.

<sup>11</sup> Cfr. Utton, Cabral, y Núñez Melgoza.

Así, el sólo dato de una alta ci aporta información valiosa pero no es conclusivo de la existencia de pm. Más bien, entre otras cosas, es un elemento para el análisis de dicho fenómeno y la prevención de sus consecuencias; asimismo, ayuda a identificar las estructuras de mercado y a esclarecer la conducta y desempeño de las empresas que en ellas participan. Debido a ello, para la detección y medición de **pm** se recurre a conceptos como el índice de Lerner.

#### 1.3 Identificación y medición del poder de mercado con el índice de Lerner

En estudios E-C-D como los referidos, lo mismo que en otros enfoques de organización industrial, se emplea el índice de Lerner L, -a propósito del economista A. P. Lerner-12 para establecer el orden de magnitud del poder de mercado. A diferencia de los coeficientes de concentración, cuya relación con π es indirecta o inferida, L expresa y se funda en una relación más directa con II, mediante el margen. Dicho índice supone las siguientes relaciones:

$$L = (p - Cmg) / p = -1 / \epsilon_d$$
 [1]

En  $[1] \in_{\mathbf{d}}$  denota la elasticidad-precio de la demanda y, como puede verse tal concepto tiene la función explicativa del margen (p - Cmg) / p. Dicha relación, como es común en la economía de la corriente principal, se finca en la hipótesis básica de la conducta racional de los agentes económicos, que supone que las empresas maximizan sus utilidades (IMAX). Por otro lado, se considera que aquéllas empresas que no se encuentran en la condición de competencia perfecta enfrentan una curva de demanda de pendiente negativa, de modo que su ingreso marginal (**Img**) es:

$$Img = p - (p / \epsilon_d)$$
 [2]

 $Img = p - (p / \epsilon_d)$  Así, en la situación de equilibrio en la que PMAX:

$$\operatorname{Cmg} = \mathbf{p} - (\mathbf{p} / \epsilon_{\mathsf{d}})$$
 [3]

Factorizando en [3] -que es otra de las formas en que comúnmente se expresa el Img-tenemos:

Img = 
$$p(1 - (1/\epsilon_d))$$
 [4]

De esa forma, despejando la expresión que contiene a  $\epsilon_d$  en el segundo miembro, encontramos los fundamentos de L y las relaciones que se expresan en [1].

Como se observa en la siguiente expresión (donde Q es la cantidad demandada) el signo de negativo (-) de L en [1] resulta del propio signo negativo (-) de  $\epsilon_d$ :  $\epsilon_d = -((d\mathbf{Q}/d\mathbf{p})(\mathbf{p}/\mathbf{Q}))$ En algunas obras L aparece con tal signo<sup>13</sup>. Sin embargo, desde el punto de vista económico, no tiene

$$\epsilon_{d} = -((d\ddot{Q}/dp)(p/Q))$$
 [5]

significado como tampoco es trascendente que se haga explícito el de  $\epsilon_d$ . Por esas razones, tanto uno como el otro instrumento frecuentemente se expresan también, sin pérdida de rigor conceptual o analítico, en valores absolutos o simplemente positivos<sup>14</sup>.

Los valores que alcanza L, como los de la propia  $\epsilon_{\tt d}$  son  $\geq 0$ . El límite inferior de L (cuando L = 0) significa un poder de mercado nulo: el caso de la competencia perfecta; en tanto que el límite inferior de  $\epsilon_{\tt d}$  (cuando  $\epsilon_{\tt d}$  = 0) significa la completa insensibilidad de las cantidades demandadas a los cambios en los precios y, debido a la relación inversa de ésta con L, una condición de pleno poder de mercado: el monopolio. Desde luego, esos son casos teóricos extremos, útiles para los razonamientos económicos pero alejados de la cotidianeidad; los valores de L que encontramos en la práctica generalmente son más altos.

A pesar de la falta de realismo de su supuesto básico sobre la conducta racional de las empresas (que implica PMAX), el desarrollo formal arriba expuesto no carece de significación práctica. Partiendo de las mismas condiciones de [1], o sea: Cmg = Img, sustituyendo en [4] el miembro izquierdo con el derecho de [3], despejando p y reordenando términos, se llega a la forma simple en que las empresas pueden determinar p con base en L. Suponiendo Cmg = Cme (donde, Cme: costo medio; supuesto plausible a la luz de la economía heterodoxa y relativamente fácil de calcular) tendríamos que:

$$p = Cme (1 / 1 - (1/\epsilon_a))$$
 [6]

En esa ecuación, la expresión del paréntesis representa el sobreprecio, con base en la magnitud de L, mediante el cual se obtiene PMAX, que sirve de guía para prácticas comunes de fijación de precios de las empresas

<sup>12</sup> Lerner.

<sup>13</sup> Vid. p. Ej., Centro para la Cooperación con las Economías en Trancisición.

<sup>14</sup> Ver, p. Ej., Martin, y Samuelson. Sin embargo, en estudios econométricos en los que se obtiene da partir de funciones de demanda por procedimientos como la regresión por MCO, el signo es un elemento clave para la especificación de las relaciones funcionales y la verificación de la concordancia de los valores estimados con las relaciones que prevé la teoría económica.

en condiciones de competencia imperfecta (p. Ej., en la discriminación de precios). 15

Más allá de sus implicaciones prácticas [6] nos permite entender que entre más bajo sea el valor de  $\epsilon_d$  mayor será la capacidad de las empresas para fijar **p** arriba de **Cme**, y por ende mayor será  $\Pi_e$ . Así, utilizando las palabras de Carlton y Perloff, podemos decir lo siguiente: "...the higher the elasticity of demand, the closer is the monopoly price to the competitive price. Therefore, the key element in an investigation of market power is the price elasticity of demand".<sup>16</sup>

Dadas las relaciones expuestas es pertinente hacer algunas consideraciones sobre la significación de P

y  $\Pi_{\bf e}$  para la detección de **pm**. Los elementos que permiten la determinación de **P** y  $\Pi_{\bf e}$  están presentes en el margen y por tanto en **pm**. Sin embargo,  $\Pi_{\bf e}$  no está exenta de serias dificultades de cálculo y de aún más serias ambigüedades teóricas en cuanto a su asociación con **pm**. En el corto plazo, desde luego la sola existencia de utilidades económicas,  $\Pi_{\bf e} > 0$ , no es demostrativa de imperfecciones del mercado o de poca competencia. Y, en el mediano plazo, la presencia y persistencia de  $\Pi_{\bf e} > 0$  podría no estar asociada a poder monopólico o prácticas análogas si la alta rentabilidad está fincada en la elevación sistemática de la productividad, preferencias de los consumidores o la incorporación de cambios tecnológicos en la producción. De ahí que autores como Carlton y Perloff sugieren que **pm** debería ser identificado observando más bien los precios (en relación con los costos) que las utilidades<sup>17</sup>.

Pero, al adoptar un enfoque de precios y costos para identificar **pm**, se enfrentan también serias dificultades. En primer término está la variedad de precios que las empresas en competencia imperfecta aplican en sus ventas. Después, está el problema de la determinación de **Cmg**, variable que generalmente no puede ser observada, ya que no forma parte de la contabilidad usual de las empresas, y su identificación conlleva otros problemas (como la producción conjunta y los plazos para su estimación, ya que si bien en estricto sentido **Cmg** sólo toma en cuenta los costos variables, en el largo plazo todos los costos lo son)<sup>18</sup>. Por ello, para la aplicación práctica de **L** en cuestiones como la discriminación de precios debe recurrirse a supuestos simplificadores (*i.e.*, **Cmg** = **Cme**).

Dadas las dificultades señaladas para la estimación directa e indirecta de **pm**, resulta sugerente la posibilidad de emplear otras formas de observación, sirviéndose de los precios (y los costos), pero sin limitaciones tan severas como las expuestas. Para avanzar en esa dirección es necesario explorar algunos aspectos de la teoría de precios.

#### 2. Poder de mercado y precios relativos

#### 2.1 Algunas propiedades de los precios en los paradigmas neoclásico y poskeynesiano

Para entender la significación de un indicador de poder de mercado basado en índices de precios como el que más adelante se expone, es útil examinar algunas propiedades teóricas de los precios relativos en las estructuras de mercado extremas. Con ese objeto se examinan los precios en condiciones generalizadas de competencia perfecta, y después el grado de monopolio de Kalecki, concepto en algunos aspectos análogo al índice de Lerner.

Es bien conocido, de acuerdo con las tesis neoclásicas, que en una situación de <u>competencia perfecta</u>, en el corto plazo, los precios **p**, del bien '**y**', reflejarían las condiciones de escasez relativa de dicho bien, de tal modo que el equilibrio de las empresas que producen '**y**' sería:

$$p_{y} = Cmg_{y}$$
 [7]

Mientras que, en el largo plazo, ambos conceptos se igualarían con el costo medio, precisamente en el punto mínimo de la función de costo medio:

$$p_{y} = Cmg_{y} = Cme_{y}$$
 [8]

En tal situación, que supone utilidades económicas nulas ( $\Pi_e = 0$ ), resultantes de los ajustes de la oferta competitiva y la demanda del mercado por un lado, y de la capacidad instalada de las empresas de la industria por el otro, se alcanzaría un equilibrio de largo plazo con el que se tendrían los menores precios posibles, la mayor eficiencia productiva estática y los mayores excedentes del consumidor y del productor.

Bajo el supuesto de la <u>libertad de comercio</u> y extendiendo las condiciones del mercado y la industria del bien 'y' a otro satisfactor, 'x', en una economía de sólo dos bienes de consumo en la que hay plena utilización de los dos

<sup>15</sup> Debe recordarse, sin embargo, que la fijación monopólica del precio (con MAX) se da en el segmento elástico de la función de demanda, esto es, cuando d >1. Cf., p. Ej., Tirole, y Varian.

<sup>16</sup> Carlton y Perloff,, p.137.

<sup>17</sup> Ídem, pp.332-367.

<sup>18</sup> Cfr. Núñez Melgoza, Cap. 1.

factores productivos aptos para la producción de ambos bienes, las condiciones de equilibrio que se alcanzarían serían las siguientes<sup>19</sup>:

$$p_y/p_x = Cmg_y/Cmg_x$$
 [9]

Dado lo anterior, cabe deducir que aunque en el corto plazo por diferentes causas hubiese desigualdades en los cocientes ahí representados, <u>en el largo plazo las razones de precios a costos de los dos bienes tenderían a converger y mantenerse más o menos constantes.</u>

Una implicación clave de [9] es que si se toman los precios de ' $\mathbf{x}$ ' como los del conjunto de los bienes diferentes de ' $\mathbf{y}$ ' (que en un enfoque de equilibrio general y condiciones de plena utilización de los recursos serían los costos de éste), entonces <u>un incremento sistemático o la declinación del cociente  $\mathbf{p}_{\mathbf{y}}/\mathbf{p}_{\mathbf{x}}$  (ó lo que es lo mismo, en la relación  $\mathbf{p}_{\mathbf{y}}/\mathbf{Cmg_{\mathbf{y}}}$ ), implicaría que hay una alteración de las condiciones de competencia o de escasez en ese mercado, reflejadas en los cambios de los propios precios relativos.</u>

Así, no obstante lo restrictivo y poco realista que son los supuestos en que se finca el razonamiento antes expuesto, nos da algunos indicios para entender las relaciones (y cambios en las relaciones) de los precios en mercados interconectados, aunque, como en cualquier análisis teórico, no se cumplan en la realidad plenamente todas las condiciones supuestas.

Por su parte, las estructuras de mercado imperfectas (con la excepción de la competencia monopólica) tienen como característica más importante que en el largo plazo generalmente permiten a las empresas la obtención de utilidades económicas ( $\Pi_e > 0$ ). Así, considerando **Cme**<sub>y</sub> bajo el supuesto **Cme**<sub>y</sub> = **Cmg**<sub>y</sub> (esto, a fin de extender el análisis anterior a las condiciones de la competencia imperfecta), tendríamos en dichas estructuras de mercado los siguientes precios en la industria productora de 'y':

$$p_y = Cme_y + \Pi_a$$
 [10]

De ese modo, con  $\Pi_e \ge 0$ , los precios relativos tendrían tendencias de convergencia o divergencia en razón del cambio de lo que Kalecki llamaba el grado de monopolio, concepto que se refiere a las diferencias entre el precio promedio de la industria ( $\mathbf{p}$ ') y el precio de una firma ( $\mathbf{p}$ "), así como a las relaciones de éstos con el costo directo medio ( $\mathbf{u}$ )<sup>20</sup>. El grado de monopolio, que determina el valor diferencial alcanzado por  $\mathbf{p}$ " respecto a  $\mathbf{p}$ , dependería de los valores de las constantes ( $\mathbf{m}$ ) y ( $\mathbf{n}$ ), siendo ( $\mathbf{n} < 1$ ); así el precio de alguna empresa de la industria con  $\mathbf{p}$ ">  $\mathbf{p}$ ', expresado en una función lineal, tal como lo hizo Kalecki, sería:

$$p'' = mu + np'$$
 [11]

Lo anterior es más claro dividiendo ambos lados por **u** en [11], con lo que se tendría la relación de precios a costos de las empresas, y el valor del cociente de la variable dependiente indicaría la capacidad de una(s) para elevarlos respecto de los de las otras firmas de la industria (que podría ser una franja competitiva):

$$p'' / u = m + n (p' / u)$$
 [12]

Los valores de **m** y **n** incorporan los márgenes de la empresa y de la industria, respectivamente. Esos precios, como originalmente fue planteado por Hall y Hitch (usando el concepto de 'costo pleno', en cuyo procedimiento de determinación entrarían una variedad de situaciones particulares de las empresas) de hecho reflejan una política de precios de éstas<sup>21</sup>. Y de acuerdo con las ideas de Kalecki, ésta política estaría sustentada en la concentración relativa de la industria, la publicidad, el peso de los gastos generales y la fuerza de los sindicatos. Por otra parte, de [12] se infiere que el cociente entre el precio medio y el costo directo es igual al cociente entre los ingresos agregados de la industria y los costos directos unitarios de la misma.

Una de las implicaciones de las ideas de Kalecki para la cuestión que nos interesa -el nivel relativo de los precios de una industria-, es la siguiente: el cociente entre los ingresos y los costos es estable, aumenta o disminuye dependiendo de lo que suceda con el grado de monopolio (esto, bajo el supuesto de que aquellos no se eleven debido a una oferta inelástica o al agotamiento de la capacidad ociosa).

Con fundamento en tales propiedades de los precios, parece plausible la búsqueda de formas de identificación y medición de **pm** fincada en ellos, considerando ciertos niveles de agregación como el que suponen los índices de precios y su presentación corriente.

## 2.2 Identificación y medición del poder de mercado con índices de precios. El Cociente de alineación de precios

La teoría económica reconoce que en el corto plazo los cambios en  $p_y/p_x$ , y por ende en  $Ip_y/Ip_x$  -literales

<sup>19</sup> Vid., p. Ej., Pashiguian.

<sup>20</sup> Vid. Kalecki y Feiwel.

<sup>21</sup> Cf. Hall y Hitch.

con las que denotamos los índices de precios de dos industrias-, pueden ser ocasionados por 'empujones' de costos o 'jalones' de demanda. A nivel macroeconómico una reducción generalizada de precios puede ser explicada por brechas deflacionarias o, su opuesto, una situación inflacionaria, por la influencia de una elevación en la demanda efectiva en condiciones de inelasticidad de la oferta o agotamiento de la capacidad ociosa en algunas industrias con altos coeficientes de encadenamiento inter industrial.

Pero, como se infiere del paradigma neoclásico en cuanto a las propiedades de los precios competitivos, más allá de ciertas alteraciones coyunturales en la relación Ipy/Ipx como las aludidas, en el largo plazo, en mercados abiertos y sin restricciones al comercio, sería plausible esperar una situación de convergencia de los precios de las industrias específicas con respecto al índice general, a menos que alguna(s) industria(s) tengan capacidad para mantener  $\mathbf{p_y}/\mathbf{p_x}$  más elevado debido a la existencia de  $\mathbf{pm}$ . A riesgo de redundar, cabe enfatizar que lo anterior concuerda con las ideas y situaciones contempladas por Kalecki con su concepto de grado de monopolio, y con la teoría de la organización industrial en relación con el fenómeno que concita el índice de Lerner. Así, de hecho, en cuanto a la naturaleza y características de los precios de competencia y los precios de monopolio las ideas neoclásicas y poskeynesianas no parecen ser excluyentes o antagónicas, con todo y provenir de paradigmas que tienen muchos otros temas de desacuerdo. El concepto esencial del Ca, se apoya en eso.

Aceptando las propiedades teóricas de los precios antes enunciadas, el Ca, indicador de pm basado en índices de precios (Ip), permitiría observar la evolución de los precios relativos Ipy/Ipx y con ello la conducta en materia de precios de industrias específicas.

El Ca, se denota y obtiene de la siguiente forma:

$$Ca_{i} = Ipi / Ipg = \sum_{t=2}^{n} ((Ipi_{t} / Ipg_{t}) + ... + (Ipi_{t} / Ipg_{t}))$$
 [13]

Donde:

**Ipi:** Índice de precios de la rama o clase industrial (i);

**Ipg:** Índice de precios general de referencia; y

t: año de observación.

Una de las propiedades del Cai es que permite la identificación de dinámicas microeconómicas de py/ px mediante la determinación de sus valores numéricos y la comparación en el tiempo de dos observaciones, que pueden reflejar cualquiera de las siguientes situaciones:

Cai < 1: Industria que no tiene (o no ejercita) pm

Cai > 1: Industria que tiene pm.

Así, un Cai  $\leq 1$  mostraría una industria cuyas empresas en conjunto carecen de capacidad para mantener  $\mathbf{p}_y$ / px más alto que el resultante del promedio ponderado de las transacciones de los bienes y precios que son incluidos en la canasta del Ipg durante el lapso observado. Mientras que un Cai > 1, nos mostraría a una industria que si tiene capacidad para mantener  $p_y/p_x$  más elevado, o sea, con al menos algunas empresas que ejercitan pm y tienen cierto peso en la industria.

En el mediano o largo plazos, con al menos dos momentos de observación con intervalo de varios años (1+n), el Cai de una determinada rama o industria expresaría:

 $Cai_{t1} > Cai_{t1+n}$ : deflación competitiva;  $Cai_{t1} < Cai_{t1+n}$ : apreciación monopólica;  $Cai_{t1} \approx Cai_{t1+n}$ : alineamiento estructural de precios.

Así, un Cai < 1 mostraría una industria cuyas empresas en conjunto carecen de capacidad para mantener  $\mathbf{p}_y$ / px más alto que el resultante del promedio ponderado de las transacciones de los bienes y precios que son incluidos en la canasta del Ipg durante el lapso observado. Mientras que un Cai > 1, nos mostraría a una industria que si tiene capacidad para mantener  $p_y/p_x$  más elevado, es decir, con pm. Por su parte,  $Cai_{t1} > Cai_{t+n}$  haría aparente una tendencia hacia una situación más competitiva de la industria. En el caso de  $Cai_{t1} < Cai_{t1+n}$  estaríamos en presencia de condiciones en las que las empresas de la industria están ganando poder monopólico o de mercado respecto a las demás ramas o industrias cuyos precios y transacciones son incluidos en la canasta del Ipg; en tanto que Cai, ≈ Cai<sub>t1+n</sub> mostraría una evolución en la que las empresas de la industria mantienen más o menos estable la relación  $Ip_i/Ip_g$  durante el periodo de estudio, del momento  $t_1$  al momento  $t_1+_n$ , sin cambios significativos en  $p_y/p_x$ .

## 2.3 Consistencia del Ca, con indicadores convencionales de poder de mercado

Hasta aquí el discurso ha sido básicamente teórico, examinando la coherencia lógica de los elementos

considerados -entre sí y con los conceptos de modelos admitidos-, y haciendo también algunas referencias a su significación y su utilidad instrumental. Sin embargo, considerando la idea de Oppenheimer de que 'la deducción sin inducción es como una brújula sin barco', es importante referir algunos resultados de la aplicación del  $Ca_i$ , que apoyan tanto su verosimilitud, como su eficacia práctica. Con tal objeto, se refieren las conclusiones de algunos avances de investigación empírica que muestran la concordancia de los valores numéricos obtenidos por medio del  $Ca_i$  respecto a mediciones de pm obtenidas con índices de concentración industrial absoluta y relativa, así como con L, y también la consistencia del nuevo instrumento con los resultados de estudios de organización industrial sobre de estructuras de mercado.

En un análisis de corte transversal efectuado en 2007 con datos de INEGI y Banxico del periodo 1990 a 2004, complementado con la información y hallazgos de diversos trabajos sobre la organización industrial en México, se arribó a las siguientes conclusiones:

"De acuerdo con la información estadística y cualitativa de siete industrias mexicanas, el  ${\it Ca}_i$ -indicador elaborado con índices de precios- tuvo capacidad para revelar un orden de magnitud del poder de mercado en las industrias estudiadas y las tendencias en las condiciones de competencia, acordes con las características estructurales de los mercados y los resultados de mediciones simultáneas de la concentración industrial efectuadas con el  ${\it IHH}$  y el  ${\it Cr4}$ . Por otra parte, en los casos de industrias productoras de bienes comerciables, el  ${\it Ca}_i$  mostró más eficacia que aquéllos indicadores para reflejar los cambios en las condiciones de la competencia".  $^{22}$ 

En otro avance de investigación, presentado en el XVIII Coloquio Mexicano de Economía Matemática y Econometría, a propósito del **Ca**, se concluyó lo siguiente:

"El análisis de correlación de rangos  $(r_s)$  de Spearman) de los valores de una muestra de diez industrias de la economía mexicana indica una fuerte relación positiva entre L y  $Ca_i(r_s) = 0.832$ : en una elevada medida, los valores de los rangos altos de L también son los valores más elevados del  $Ca_i$ ; asimismo, los valores de menor rango en L también lo son en el  $Ca_i$ . Tal resultado aporta una prueba bastante significativa de la validez y eficacia de este último indicador...El análisis de corte transversal de los valores del  $Ca_i$  de la muestra también aporta elementos para constatar, a la luz de las observaciones realizadas y de otros estudios empíricos, la concordancia en el desempeño de este indicador con el de otros instrumentos empleados con propósitos análogos"<sup>23</sup>

#### **Consideraciones finales**

Por sus implicaciones y relaciones con los aspectos negativos del monopolio, el **pm** es un fenómeno de gran interés. Sin embargo, su estudio y las medidas para contrarrestarlo se dificultan por la complejidad del propio concepto y los problemas que representa obtener la información para su medición. De ahí la importancia de buscar alternativas metodológicas para su detección, como la que se examina en este trabajo.

El Ca<sub>p</sub>, instrumento elaborado con información corriente de los índices de precios para medir el orden de magnitud y evolución del poder de mercado, tiene características consistentes con las propiedades de los precios de competencia y monopolio de los paradigmas neoclásico y poskeynesiano. Asimismo, al aplicarse empíricamente, ha mostrado ser un medio eficaz para su cometido, observándose ciertas ventajas respecto a conceptos e indicadores convencionales de **pm**.

Respecto a las ventajas del Ca<sub>i</sub> frente a indicadores análogos cabe señalar lo siguiente. Mientras que L y los índices de concentración industrial que coadyuvan a la identificación de **pm** son de carácter estático y tienen requerimientos de información complejos y de difícil obtención, el nuevo instrumento es técnicamente mucho más simple, requiere poca información (la cual es de fácil acceso) y tiene importantes propiedades, como la detección de cambios en el tiempo en las estructuras de mercado.

Por tales razones, en principio, el Ca<sub>i</sub> parece ofrecer una interesante alternativa metodológica en la investigación empírica del **pm.** Pero quedan por realizarse tareas como la crítica rigurosa a sus fundamentos teóricos, mayor cotejo sistemático con instrumentos convencionales (a través, p. Ej., de pruebas paramétricas y cortes transversales), y su experimentación en estudios de mayor escala que los efectuados hasta ahora.

#### Referencias

<sup>22</sup> Anaya, "El Cociente de alineación de precios como indicador de poder de mercado"

<sup>23</sup> Anaya, "Poder de mercado en industrias selectas de la economía mexicana. Análisis de correlación de rangos del Cociente de alineación de precios y el índice de Lerner".

Anaya Díaz, A., "El Cociente de alineación de precios como indicador de poder de mercado", *Economía Informa*, N° 351, marzo-abril de 2008, p.166.

Ídem, "Poder de mercado en industrias selectas de la economía mexicana. Análisis de correlación de rangos del Cociente de alineación de precios y el índice de Lerner". En: A. Gómez Navarro (Coord.) *Memoria de trabajos en extenso del XVIII Coloquio Mexicano de Economía Matemática y Econometría*. FE-UNAM, Ed. en medio electrónico, mayo de 2008, p.18.

Brown, F. y L. Domínguez, *Organización industrial: Teoría y aplicaciones al caso mexicano*, Facultad de Economía-UNAM, México, 2005, pp. 219-23.

Cabral, L., Economía industrial, McGraw-Hill, España, 1997, pp. 18-9, 38-40.

Casar, J. I. et al., La organización industrial en México, S. XXI Eds., México, 1990, pp. 105-50.

Carlton, D. W. y J. M. Perloff, *Modern Industrial Organization*, HarperCollins; N.Y.,1994, pp. 137-138.

Centro para la Cooperación con las Economías en Transición, *Glosario de economía industrial y derecho de la competencia*, p. 55.

Church, J y J. Ware, *Industrial Organization*. A Strategic Approach, McGraw Hill, Singapur, 2000, pp. 423-50.

Domínguez, L. y F. Brown, *Estructuras de mercado en la industria mexicana*. *Un enfoque teórico y empírico*, FE-UNAM, México, 2003, pp. 123-60.

Feiwel, G. R., *Michal Kalecki, Contribuciones a la teoría de la política económica*, FCE, Méx., 1981, pp. 115-125.

Fernández de Castro, J. y N. Duch, *Economía industrial*. *Un enfoque estratégico*, McGraw-Hill, México, 2003, pp.16-8.

Hall, R. L. y C. J. Hitch, "Price theory and business behavior" (1939), reimpreso en: M. C. Sawyer (ed.) *Post-Keynesian Economics*, Inglaterra, 1988, pp. 205-226.

Kalecki, M., Teoría de la dinámica económica, FCE, Méx., 1973, pp. 11-19.

Lerner, A. P., "The Concept of Monopoly and the Measurement of Monopoly Power", *Review of Economic Studies*, 1:1934, pp. 157-75.

Martin, S., *Advanced Industrial Economics*, Blackwell, Cambridge, Mass., 1993, pp. 137-38. Núñez Melgoza, F. J., *El poder de mercado en la legislación de competencia económica*, Porrúa, Méx., 2003, cap.2.

Pashiguian, B. P., Teoría de los precios y aplicaciones, McGraw Hill, Esp., 1995, Cap. 18.

Samuelson, P.A. v W. Nordhaus, *Economía*, McGraw Hill, México, 2005, pp.64-70.

Tirole, J., *Teoría de la Organización Industrial*, Ariel, 1990, p. 107.

Utton, M. A., La concentración industrial, Alianza Editorial, Madrid, 1975, pp.117-32.

Varian, H., Microeconomía intermedia, un enfoque actual, Antoni Bosch, 5ª. Ed., 2002, Esp., cap. 24.

# El capital humano y el salario en el nivel de empleo en las empresas manufactureras del Municipio de Tepic

Isidoro Salvador Rodríguez Vargas<sup>1</sup>, Eduardo Meza Ramos<sup>2</sup>, Edel Soto Ceja<sup>3</sup>

#### Resumen:

En este trabajo de investigación se explora la contribución del Capital Humano en la competitividad de las PyME's en la ciudad de Tepic, específicamente en el subsector de manufactura, posicionándolo como un factor que incide de manera importante en la productividad de las empresas, haciéndolas más competitivas. La evidencia encontrada a partir de la aplicación del modelo econométrico apunta hacia una relación inversa entre cada nueva plaza creada y el costo del empleo (0.04%); una relación directa entre cada nuevo empleo y la productividad (15%) y una relación directa entre cada empleo generado y el capital humano (4%).

Palabras clave:

Competitividad, Capital humano, PyME's

## Human capital and the salary at the employment level of the Manufactory enterprises of Tepic county.

#### **Abstract:**

This research paper explores the contribution of the human capital in the competitivity of the small and medium size enterprises (PyME's) in the city of Tepic, specifically in the manufacture activity, assuming that human capital is the main factor affecting the productivity of the firms, allowing them to become more competitive in the local market. Evidence shows that the econometric model points to a negative relationship between every new position in the labor market and the cost of the employment (0.04%); a positive relationship between every new position and productivity (15%), same as the relationship found between every new position offered by the local labor market and the human capital (4%).

Keywords:

Competitivity, Human Capital, PyME's.

#### I Introducción

El nuevo escenario global, en donde se encuentran mercados interdependientes e intercomunicados a través de la tecnología y la informática, en donde no hay barreras al flujo de capitales y de negocios, y en permanentes cambios organizacionales, tecnológicas y sociales ha provocado impactos significativos en las económicas regionales. Hoy la forma de cómo se conciben las empresas y cómo se efectúan los negocios ha cambiado profundamente y México no es ajeno a este proceso y debe ser capaz de enfrentar los desafíos que estas nuevas realidades implican.

La competitividad, la atención al cliente, las estrategias de marketing, son conceptos que invaden el mundo empresarial. Las respuestas del paradigma clásico con relación a la función de los recursos humanos no son suficientes, porque ya no basta con asignar la persona adecuada al puesto adecuado, sino que es preciso competir en un mercado abierto, y esta competencia requiere de un aumento constante en la productividad, altas calificaciones, desarrollo personal y organizativo, descentralización funcional y autonomía de gestión. La plantilla de la empresa deja de ser una suma de calificaciones profesionales capaces de realizar una serie de funciones y de tareas, para convertirse en un equipo capaz de obtener unos resultados, en situación de competencia.

En este trabajo de investigación se pretende verificar que el nivel de empleo y la competitividad de las Pymes puede ser explicada por el Capital humano, la productividad horaria real y el premio que reciben los trabajadores por su participación en el proceso productivo formado por las remuneraciones.

<sup>1</sup> Maestro en Ciencias por la Unidad Académica de Economía de la UAN. Profesor en el Instituto Tecnológico de Tepic isidorosrv@ yahoo.com.mx, isidorosrv@hotmail.com

<sup>2</sup> Profesor-Investigador de tiempo completo de la Unidad Académica de Economía de la UAN.

<sup>3</sup> Profesor-Investigador de tiempo completo de la Unidad Académica de Economía de la UAN

La discusión se realiza en cinco apartados, abordando en primer lugar el cuestionamiento: ¿es el Capital Humano un factor determinante en el incremento de la competitividad de las PyMes del municipio de Tepic? panorama de la importancia de las Pymes en el contexto global actual. Se plantea la hipótesis de trabajo así como los objetivos. En el segundo apartado se hace una revisión de la teoría relacionada con el proceso de globalización y el impacto que ha tenido en la economía de los países y sobre todo en la competitividad de las empresas. Por otro lado plantea las diferentes definiciones de competitividad y la relación que guarda esta con las Pymes.

Luego se presenta una revisión sobre uno de los capitales más importantes de las empresas, el Capital Humano. Por otro lado se revisan diferentes definiciones sobre Capital Intelectual, del que el Capital Humano forma parte y la importancia que tiene en la competitividad de las empresas considerándolo como una manera de desarrollar ventajas competitivas para la empresa. Dentro del tercer apartado se plantea la metodología que se utilizó para la selección de la población objetivo y la determinación de la muestra necesaria para el desarrollo de la presente investigación. Se presenta también el modelo econométrico utilizado.

En el siguiente apartado, se muestran los resultados del cálculo del modelo econométrico desarrollado, en donde se muestra la ecuación de regresión obtenida así como las pruebas de Wald y Ramsey que permiten probar la bondad de ajuste del modelo, ofreciendo con esto la posibilidad de dar una interpretación plausible de los resultados. En el apartado cinco, se presentan las conclusiones, así como la presentación de algunas recomendaciones y futuras líneas de investigación que permitan hacer un estudio más profundo de la situación de las Pymes en el municipio de Tepic

#### 1.1 Planteamiento del problema

El entorno económico de los negocios ha cambiado generando un incremento en la competencia, obligando a que las empresas den una mayor orientación a mejorar la calidad y satisfacción al cliente, logrando esto con un cambio en los valores de los empleados, incrementando el personal calificado, generando cambios en la selección personal y dando una mejor capacitación a los trabajadores de la empresa.

Los aumentos de productividad constituyen la condición necesaria para lograr tasas más elevadas de competitividad, crecimiento y que reflejen la capacidad de absorber tecnologías, desarrollar nuevos productos y ajustar continuamente los padrones de una organización. Al mismo tiempo, el incremento de la competitividad empresarial supone tener en cuenta una serie de parámetros que van desde las mejoras en la calidad, en la productividad, en la inserción internacional, hasta las condiciones de trabajo y la optimización de los recursos.

En este contexto, las pequeñas y medianas empresas (PyMes), tienen una gran importancia en la economía, en el empleo a nivel nacional, regional, estatal y municipal, tanto en los países industrializados como en los países en vía de desarrollo.

Las empresas PyMes representan a nivel mundial el segmento de la economía que aporta el mayor número de unidades económicas (99.1%), tienen un gran impacto en la contribución al PIB nacional (60%) y son las principales generadoras de empleos formales en el país (78%); de ahí la relevancia que reviste este tipo de empresas y la necesidad de fortalecer su desempeño, al incidir éstas de manera fundamental en el comportamiento global de las economías nacionales.

En el censo económico del 2003 se ha difundido la cifra de que existen mas de 3.3 millones de empresas en el país, de las cuales el 99.58% corresponden a PyMes. Para dar una idea de lo que esta cifra significa, baste considerar que equivale a que una de cada 6 familias tiene o maneja una empresa. Este gran número se explica porque en realidad se refiere a la llamada "unidad económica", que puede ser formada por una sola persona y que incorpora gran cantidad de "unidades" que realizan trabajos individuales, no siempre legalmente registrados.

Al analizar su composición encontramos que la mayor concentración de las empresas se ubica en el sector comercio, con 54.07% del total (1.58 millones de establecimientos), seguido por el sector servicios, con 34.68% del total (1.01 millones de establecimientos), mientras que el sector industrial con 11.25% del total (328 mil establecimientos). véase figura 1.1.



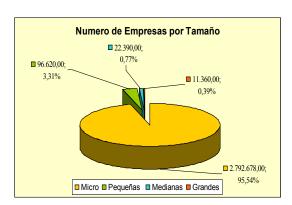
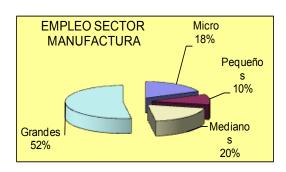


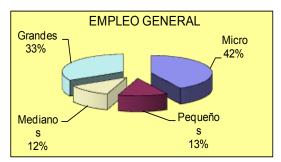
Figura 1.1
Estructura del Empresariado Mexicano
Fuente: elaboración propia con datos de los censos económicos INEGI 2004

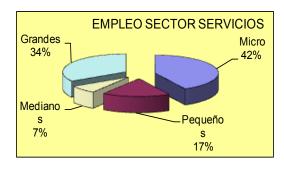
Otra forma de resaltar el papel de las PyMes en México es relacionándolas con la generación de empleo y la aportación de las mismas al PIB. Véase figura 1.2

Para México no hay duda alguna que las PyMes son un eslabón fundamental e indispensable para el desarrollo nacional. La empresa es el pilar fundamental de la economía del país, sustento de empleos y generador de riqueza. Como tal, merece una atención especial de tal forma que pueda aprovechar las oportunidades y pueda cumplir su tarea de generación de empleos y riqueza.

Es así que en éste contexto de crecimiento de la competencia empresarial y de la necesidad de una mayor competitividad de parte de las organizaciones surgen las siguientes preguntas: ¿es el Capital Humano un factor determinante en el incremento de la competitividad de las PyMes del municipio de Tepic?, para las PyMes ¿Es importante la capacitación?, las PyMes ¿utilizan los planes y programas de apoyo gubernamentales para mejorar las competencias de su Capital Humano?







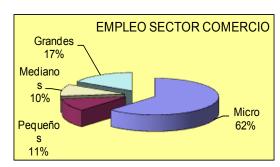


Figura 1.2
Contribución al empleo por tamaño
Fuente: elaboración propia con datos de los censos económicos INEGI 2004

#### 1.2 Hipótesis, objetivos y definición de variables

De acuerdo con el planteamiento del problema, en primer lugar se enuncia la hipótesis que guía el camino a recorrer, las variables que permitirán hacer las mediciones correspondientes y el planteamiento del modelo econométrico para relacionar dichas variables, en principio se supone que el Capital Humano de las PyMes, del subsector manufactura, de la ciudad de Tepic, la productividad horaria real, y las remuneraciones promedio de los trabajadores de la industria; son factores que impactan, el empleo de la industria manufacturera.

Por ello la variable dependiente representa el empleo en la industria  $(E_T)$  y las independientes el capital humano  $(K_H)$ , la productividad horaria real  $(P_{RH})$  y el premio que reciben lo trabajadores por su participación en el proceso productivo formado por las remuneraciones  $(P_T)$ .

Las variables referidas indican lo que se va a medir pero no de que manera están relacionadas entre el empleo permanente, por los salarios y la productividad. Por ello se plantea que el empleo está en función inversa de los salarios, que se considera como el precio del empleo, la productividad y el capital humano.

El objetivo es determinar la contribución del precio del trabajo, la Productividad y el Capital Humano en el nivel de empleo de las PyMes en la ciudad de Tepic, específicamente en el subsector de manufactura. En consecuencia se buscará determinar si la capacitación que proporcionan las PyMes de la ciudad de Tepic a los empleados, incide realmente en la competitividad del empleo; si la experiencia y el nivel académico del capital humano es factor de competitividad del empleo.

#### II Marco Teórico

#### 2.1 Las PyMes en el nuevo contexto

La globalización, se constituyó en una realidad, conformando una nueva totalidad histórica, donde las relaciones, los procesos y las estructuras económicas se mundializan, los países se convierten en sectores de una sociedad global, por más desarrollada, compleja y sedimentada que sea (Ianni, 1992). El fenómeno de globalización puede ser considerado como el resultado de la formación de centros de decisión extra y supranacionales, que influyen en mayor o en menor medida en la dirección que han de seguir los mercados internacionales, fundamentalmente los industriales, de servicios, finanzas, comerciales y económicos (Ward, 2007).

Los cambios de los últimos años, están relacionados con el proceso de globalización en la economía de los países, son cambios complejos que alteran la estructura política, económica y social por la reducción de barreras al flujo de información, ideas, capital, mano de obra, tecnología y bienes, por consecuencia se han generado también cambios en las formas en que las sociedades nacionales producen.

La liberalización comercial, la desregulación de la actividad económica, la privatización de activos productivos del sector público, así como también un manejo más cuidadoso de los grandes agregados macroeconómicos, están llevando hacia profundas modificaciones en el comportamiento de las economías de América Latina. En ellas se está difundiendo gradualmente un "clima" competitivo más intenso a medida que las empresas, los mercados y las instituciones se van adaptando a un nuevo escenario micro y macroeconómico.

Las empresas son instrumento muy importante del proceso de crecimiento y desarrollo económico y social (Méndez, 1996), para sobrevivir deben competir con otras empresas, lo que exige: modernización, racionalización y programación. Es así que el modelo de desarrollo empresarial reposa sobre las nociones de riesgo, beneficio y mercado, entendido este como el lugar donde se desarrollan y combinan el capital y el trabajo, mediante la administración, coordinación e integración que es una función de la organización. Asimismo la competencia y la evolución industrial promueven el funcionamiento eficiente de la empresa. Estas unidades económicas se encuentran influenciadas por todo lo que suceda en el medio ambiente natural, social, económico y político, al mismo tiempo que su actividad repercute en la propia dinámica social.

En este sentido, las pequeñas y medianas empresas (PyMes) tienen una insuficiente percepción de la naturaleza de los cambios del régimen global y sus esfuerzos por adaptarse al nuevo modelo de organización industrial han sido imperfectos. Empleando procesos productivos y diseños de productos anticuados, con plantas fabriles cuya organización del trabajo es aún muy similar a la que predominaba antes de la reciente revolución acarreada por los sistemas de fabricación flexible, y una estructura gerencial y empresarial de corte familiar que ha tenido dificultades para asimilar las complejidades de principios organizativos como producción y demanda sincronizadas (just-in time) y de control total de calidad.

Muchas de las que se adaptaron, lo lograron mediante una significativa modificación de la naturaleza de sus prácticas, que implicó dar preeminencia a las actividades financieras y especulativas y abandonar relativamente sus esfuerzos en materia de ingeniería y producción. Otras subsistieron porque se transformaron en subcontratistas

de grandes firmas transnacionales o se mantuvieron aisladas en pequeños nichos de mercado. Sólo unas pocas tuvieron éxito gracias a que optaron por invertir, mejorar considerablemente sus plantas fabriles y sus capacidades tecnológicas, re-entrenar a su personal y transformar en profundidad sus principios de gestión y administración empresarial.

El vasto universo de empresas de menor tamaño posee en su gran mayoría una estructura y propiedad aún familiar y están fuertemente representadas en la producción de bienes como calzado, maquinas herramienta, servicios, muebles y vestuario por mencionar algunos. Estas empresas han visto obstaculizado su acceso tanto a los mercados de capital, por carecer de garantías bancarias aceptables, como a los mercados de tecnología, debido a su proverbial falta de información.

Las ventajas de las empresas pequeñas se caracterizan por la facilidad administrativa, pero, sus desventajas, se deben a razones de tipo económico, como son la inflación y devaluaciones; viven al día de sus ingresos, le temen al fisco, falta de recursos financieros, por lo tanto se les dificulta crecer y estas mismas razones aumentan su existencia (Mendez, op cit). Todo esto resultado de una administración empírica por parte del dueño, que afecta el rendimiento general de la empresa. Para el caso de las medianas empresas, es posible darse cuenta que padecen los mismos problemas que las pequeñas, aunque a niveles más complicados. Entre sus ventajas está su mejor calidad administrativa, pero, sus desventajas, también son de tipo económicas: altos costos de operación, falta de reinvención en el equipo y maquinaria, no obtienen ganancias extraordinarias. Por sus altos costos, no pueden pagar altos salarios, por lo tanto, no cuentan con personal especializado, carecen de controles de calidad óptimos, etc.

#### 2.2 Competitividad

Los investigadores interesados en evaluar la competitividad de un país o nación han definido competitividad como "la habilidad de proveer una tasa aceptable de crecimiento y un estándar de vida sostenido para sus ciudadanos, mientras que eficientemente se provee empleo sin reducir el crecimiento potencial y estándar de vida de las futuras generaciones Landau (1990).

Esta definición está estrechamente ligada al nivel de empleo del país, y por consecuencia, al estándar de vida de sus ciudadanos. Sin embargo, el nivel nacional de empleo, el crecimiento de este y el estándar de vida en una economía dependen, en gran medida, de la competitividad de las empresas dentro del país. Por lo tanto, al analizar el nivel de competitividad de un país se requiere que los factores fundamentales que influencian el nivel competitivo individual de las empresas también sean examinados.

Otros analistas contrastan el concepto de competitividad con el concepto económico neoclásico de ventaja comparativa. La teoría de ventaja comparativa predice que el flujo de intercambio ocurre como resultado de diferencias en el costo relativo de bienes y servicios. Sin embargo, Barkema *et al* (1991) han argumentado que esta teoría no aplica a un mundo real con mercados distorsionados por políticas gubernamentales. Su definición concibe a la competitividad desde una perspectiva nacional e implica que las políticas gubernamentales afectan la competitividad.

Por su parte Porter (1990) introduce la noción de que son las empresas, más que los países, quienes compiten unas con otras en los mercados internacionales. En el enfoque Porteriano, el énfasis no es puesto en la economía como un todo, sino más bien en industrias específicas y segmentos de industrias. Ventaja competitiva (o competitividad) resulta de la diferencia entre el valor que una empresa es hábil de crear para sus compradores y el costo de crear ese valor.

Otras definiciones de competitividad a nivel de empresa también han sido expuestas por varios economistas. Por ejemplo, Sharples y Nilhan (1990) y Cook y Bredhal (1991) afirman que competitividad es la "habilidad que tiene la empresa de entregar bienes y servicios en el tiempo, lugar y forma preferida por los clientes de la misma, a precios tan buenos o mejores que los ofrecidos por los otros oferentes, obteniendo al menos el costo de oportunidad de los recursos empleados.

La competitividad empresarial establece la capacidad de generación de rendimientos, en cuanto señala que una empresa competitiva es la que logra la rentabilidad óptima a raíz de una inversión dada Ansof (1997); Thompson, A. y Strickland (1994). Otros dan un paso más y avanzan en establecer que la competitividad es productividad por lo que se requiere una estrategia acorde a las metas propuestas para lograrlas en la industria en la cual se encuentra operando Porter (1996).

La teoría del comercio internacional define competitividad como la capacidad de competir de la empresa en su sector actual o potencial, capacidad que vendrá definida por unas características de la empresa (análisis interno) y por unas condiciones y dimensiones del marco competitivo (análisis externo).

La escuela de manejo estratégico habla de los enfoques anteriores al definir competitividad como la habilidad de crear y entregar rentablemente valor a través del liderazgo de costos o a través de productos diferenciados. Lo novedoso de este enfoque es que permite esclarecer ligeramente cuales son las causas fundamentales que producen competitividad en la empresa al crear un ligamen entre los factores que influencian los costos y la estructura de la demanda. Aunque otras escuelas de pensamiento le dan un mayor énfasis a los indicadores de competitividad describiendo competitividad como la habilidad sostenida de ganar y mantener cuotas de mercado (Van Duren, *et al.* 1991)

Una definición que aporta en la finalidad de este trabajo de investigación es la que refiere Fea (1995) como: "la capacidad estructural de una empresa de generar beneficios sin solución de continuidad a través de sus procesos productivos, organizativos y de distribución", donde la capacidad estructural es función directa de sus principios estratégicos, del bagaje cognoscitivo de su factor humano y de su organización, en tanto que la continuidad en la generación de beneficios y de la empresa misma, es directamente proporcional a su dinamismo estructural. El nivel de competitividad de una empresa está siempre definido por su intrínseca "manera de ser" dentro de un determinado contexto socioeconómico.

Por el planteamiento de Fea (1995), entendemos que la competitividad es una característica interna al sistema empresa, que ésta tiene continuidad sólo si es capaz de adecuarse constantemente a las nuevas condiciones del entorno, el que puede estar determinado por factores instituciones más que por la oferta y la demanda.

#### 2.3 El Capital Intelectual

La idea actual de Capital Humano se ha fortalecido a partir de su participación decisiva e imprescindible en el Capital Intelectual (CI). Al respecto, Edvinsson y Malone, (1999) argumentan sobre la diferencia entre los valores de la empresa en libros y los de mercado. En ese espacio se encontraba el valor oculto de la empresa el cual había que sacar a flote el CI. Esta diferencia se debe a un conjunto de activos intangibles, que no quedan reflejados en la contabilidad tradicional, pero que el mercado reconoce como futuros flujos de caja. Para poder gestionar estos valores, es necesario hacerlos visibles y llevar a valor monetario estos intangibles.

Así también, definen el CI como: la posesión de conocimientos, experiencia aplicada, tecnología organizacional, relaciones con clientes y destrezas profesionales que dan a una organización una ventaja competitiva en el mercado. A raíz de estos planteamientos crean un modelo denominado Navegador de Skandia basado en los siguientes conceptos:

Capital Humano, todas las capacidades, conocimientos, destrezas y la experiencia de los empleados y directivos de la empresa. Pero tiene que ser algo más que la simple suma de estas medidas pues debe captar igualmente la dinámica de una organización inteligente en un ambiente competitivo cambiante.

Capital Estructural (CE), la infraestructura que incorpora, forma y sostiene el CH. también es la capacidad organizacional que incluye los sistemas físicos usados para almacenar y trasmitir el CI. El CE incluye factores tales como: calidad, sistemas de informática, bases de datos patentadas, conceptos organizacionales, documentación, patentes, marcas, derecho de autor, relaciones, etcétera.

Por otra parte, el "Modelo Intelec" de "Medición del Capital Intelectual" desarrollado por el Instituto Universitario Euro Forum Escorial en 1998, realiza un intento de relacionar el Capital Intelectual con el proceso de Dirección Estratégica, y define el Capital Humano de la siguiente manera:

Capital Humano: Se refiere al conocimiento (explicito o tácito) útil para la empresa que poseen las personas y equipos de la misma, sí como su capacidad para regenerarlo; es decir, su capacidad de aprender. El Capital Humano es la base de la generación de los otros tipos de Capital Intelectual.

De acuerdo a Lepak y Snell (1999) las empresas crean valor a través de la incorporación de capital humano producto del adecuado modelo de reclutamiento y selección de personal, en el caso del nuevo personal y de un programa de capacitación constante para el desarrollo del personal ya existen en las empresas.

La teoría de recursos y capacidades de las empresas busca explicar las diferencias sostenidas en el desempeño de las empresas a través de identificar diferenciales en los recursos con los que cuentan. Una empresa con recursos valiosos puede generar ventajas competitivas que coloquen por encima de sus rivales, resultando en un desempeño financiero superior Barney, (1991). Para que la empresa sostenga su ventaja competitiva, estos recursos deben ser inimitables e insustituibles. La duración de la ventaja competitiva de las empresas está directamente relacionada con la fortaleza de los mecanismos que le den a la empresa la capacidad de proteger sus recursos contra imitaciones de los rivales.

Debido a lo fácil que es la movilidad de los recursos humanos entre empresas, se antoja difícil proteger este tipo de recursos de la expropiación de los rivales. Sin embargo, el capital humano es más valioso e inimitable

cuando es específico de la empresa y reside en el entorno en el cual fue desarrollado. Entonces, cuando la empresa adquiere capital humano con estas características de sus rivales, pero debido a las particularidades del mismo, debe llevarse a cabo un periodo de costos dinámicos de ajuste, mientras se descubre la mejor utilización del capital humano y se adapta a las necesidades de su nuevo entorno. Así, el capital humano puede generar rentas sostenidas al grado de que es específico, para la empresa originaria y los costos, de ajustarse a un nuevo entorno donde prevengan la expropiación de sus rivales

#### III Metodología

En el diseño de la investigación se establecen las bases para llevar a cabo un proyecto detallando los procedimientos necesarios para obtener la información que se requiere a fin de resolver o estructurar los problemas de investigación (Malhotra, 1997). Esta investigación en particular implicó la definición y aplicación de un modelo econométrico que apoyara en la demostración de la hipótesis planteada. Para la alimentación del modelo se realizó una encuesta en la población de interés.

#### 3.1 Población

Dentro de los diferentes sectores empresariales<sup>4</sup> determinados en el Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM) se seleccionaron las Pymes del sector Industrial y dentro de este se acotó el universo, poniendo un especial interés en una de las actividades establecidas por el SIEM<sup>5</sup> que es la industria manufacturera, circunscribiéndola específicamente a las que se encuentran en el municipio de Tepic.

El universo de las empresas del sector industrial y dentro de la actividad de industria manufacturera fue de solamente 42 empresas, a las que se les asigno un número identificador de 2 dígitos para poder seleccionar la muestra a utilizar para fines de alimentar de información al modelo econométrico, utilizando un muestreo aleatorio simple<sup>6</sup> apoyado en una tabla de números aleatorios.

#### 3.2 Diseño muestral

Para poder determinar el tamaño de la muestra se aplico el tercer enfoque establecido para ello por Mason, (2000) en el que se propone realizar un estudio piloto con la finalidad de obtener una desviación estándar de la muestra que permita aplicar la siguiente ecuación:

tra que permita aplicar la siguiente ec
$$n = \left(\frac{Z \cdot S}{E}\right)^{2} \qquad (3.1)$$

donde n: representa el tamaño de la muestra; Z: es el valor calculado para la distribución normal; s: desviación estándar muestral y E: representa el error máximo permisible.

Este estudio piloto se realizo con 5 empresas del universo, no sólo para determinar el tamaño de la muestra sino también para probar el cuestionario logrando hacer las modificaciones necesarias para mejorar el mismo. Los resultados de este estudio piloto permitieron calcular la media  $\bar{x}=36$  y desviación estándar s=6,27 que utilizando la ecuación 3.1 y un nivel de confianza del 95% acompañado de un error máximo permisible de 3 permitirán calcular el tamaño de la muestra necesaria para trabajar con las encuestas.

$$n = \left(\frac{(1.96)(6.27)}{3}\right)^2 = 16.7 \dots (3.2)$$

El tamaño de muestra que se calcula en 3.2 indica el tamaño de muestra requerido pero se puede decidir utilizar una muestra un tanto más grande, lo que reduciría el máximo error permisible, por tal motivo se decidió tomar una muestra de 19 empresas del universo.

#### 3.3 Recolección de información

Una vez seleccionado el tamaño de la muestra, se procedió a la ardua tarea de encontrar el mecanismo de aplicación de las encuestas a las diferentes empresas seleccionadas previamente. En un principio se trató de aplicar

<sup>4</sup> Los sectores empresariales determinados en el SIEM son: industrial, agropecuario, Comercial y de Servicios.

<sup>5</sup> Las actividades establecidas por el SIEM para el sector industrial son: minería, electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final, construcción e industria manufacturera.

<sup>6</sup> Muestreo aleatorio simple: muestra seleccionada de manera que cada integrante de la población tenga la misma probabilidad de quedar incluido Mason, R. (2000).

de manera espontanea dichas encuestas, pero se dio el caso que en algunas empresas no accedieron a concertar una cita para tal efecto, aunque en algunas otras de ese primer intento no se presento incidente alguno.

Viendo este inconveniente y con el afán de sacar adelante este trabajo de investigación, se diseñó una carta de presentación (ver anexo V) en donde se planteara el motivo de la visita y en dónde y para qué sería utilizada la información obtenida en la aplicación de la encuesta y sobre todo haciendo mucho hincapié en mantener el anonimato las empresas que proporcionen el acceso a la información.

Este trabajo de recolección de la información se realizó por un periodo de casi seis meses, debido a que no siempre se encontraron disponibles a las personas que podían proporcionar la información solicitada, por lo que se tenía que regresar de nuevo a la empresa en ocasiones más de una vez. Esto aunado a que las empresas no siempre contaban en ese momento con la información disponible fueron las principales razones de la demora en la recolección de la información.

#### 3.4 Tratamiento y análisis de la información

Después de la aplicación de las encuestas en las empresas previamente seleccionadas. Los resultados de las encuestas referentes a las variables del modelo econométrico definido se presentan en la tabla 4.1.

Tabla 4.1

Características de la industria manufacturera en Tepic

Remuneraciones

	No. Empleados	promedio \$47.60 sueldo año 2007, dos salarios mínimos	Productividad horaria real por No. de trabajadores	Capital humano
	1	95.2	4	0.166667
	4	380.8	40	1.333333
	5	476	32.5	1
	5	476	30	1.25
	5	476	32.5	1.25
	6	571.2	45	1.5
	7	666.4	42	2.333333
	7	666.4	56	2.333333
	7	666.4	52.5	1.75
	7	666.4	42	1.75
	8	1047.2	0.88	250
	10	1332.8	0.88	163
	11	1618.4	71.5	3.666667
	14	1904	70	3.5
	17	2665.6	119	8.5
	20	3332	150	6.666667
	28	8568	210	7
	35	15517.6	262.5	7
	90	3427.2	585	22.5
Promedio	15.10	2344.93	97.17	25.61
Desv. Estándar	15.84	2463.33	102.08	26.94
Máximo	16.46	2572.94	105.34	28.29
Mínimo	17.06	2683.31	109.18	29.73
Fı	uente: Elaboració	n propia basado en los result	ados de las encuestas	

#### 3.5 Metodología econométrica

La construcción de la metodología econométrica parte de la función matemática siguiente  $E_T = f(P_T, P_{RH}, K_H)$  (3.5)

Para su solución se añade el término de error o perturbación que denotaremos con  $u_i$  para construir el modelo econométrico:

$$Y_{i} = a - b_{1}X_{1i} + b_{2}X_{2i} + b_{3}X_{3i} + u_{1}$$
(3.6)

Donde cada una de las variables se obtuvieron de:

 $Y_i$  = Número de empleados en las empresas manufactureras analizadas.

 $X_{1i} =$  Es el precio del empleo, tabulada con el monto de dos salarios mínimos del año 2007, por el número de empleados de la industria manufacturera analizada.

 $X_{2i} =$  Productividad del trabajo, la cual se obtuvo de multiplicar la productividad horaria real por el número de trabajadores, y

 $X_{3i}$  = Capital humano, el cual se obtuvo de dividir el número de trabajadores entre los años que han estudiado, o escolaridad.

 $u_i =$ Recoge los errores.

Este es un modelo econométrico de sección cruzada, porque las observaciones corresponden a las características de las empresas en cierto período de tiempo. El modelo especificado es lineal y el comportamiento probabilístico de la perturbación aleatoria u, se supone que las variables independientes están idénticamente distribuidas con media cero y varianza, es decir:  $u_i \sim iid(0, \sigma^2)$ .

Los datos de las variables corresponden a 19 observaciones. La estimación se realizará mediante el modelo de regresión lineal normal clásico (MRLNC) que según Pena Trapero et al (1999) teóricamente se parte del supuesto de que la variable Y es función de k factores explicativos de su comportamiento:

$$Y = f(x_1, x_2, x_3, ..., x_k)$$
(3.7)

También se supone que esa muestra, de la que se suponen n observaciones, es generada por un mecanismo lógico que se basa en las siguientes hipótesis:

1. Hipótesis de linealidad:  $Y = X^{\beta} + \mu$  donde:

$$\begin{pmatrix} Y_{1} \\ Y_{2} \\ \vdots \\ Y_{n} \end{pmatrix}_{; X = \begin{pmatrix} X_{1} & X_{2} & X_{3} & \cdots & X_{k1} \\ X_{2} & X_{2} & X_{3} & \cdots & X_{k2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ X_{1n} & X_{2n} & X_{3n} & \cdots & X_{k} \end{pmatrix}_{; \beta = \begin{pmatrix} \beta_{1} \\ \beta_{2} \\ \vdots \\ \beta_{k} \end{pmatrix}_{; \mu = \begin{pmatrix} \mu_{1} \\ \mu_{2} \\ \vdots \\ \mu_{n} \end{pmatrix} }$$

$$\mu = \begin{pmatrix} \mu_{1} \\ \mu_{2} \\ \vdots \\ \mu_{n} \end{pmatrix}$$

$$\mu = \begin{pmatrix} \mu_{1} \\ \mu_{2} \\ \vdots \\ \mu_{n} \end{pmatrix}$$

es decir: 
$$Yi = \beta 1i X1i + \beta 2X2i + ... + \beta kXki + ui$$
  $\forall i = 1, 2, ..., n$ 

Si se quiere que en el modelo exista término independiente, la variable X1i tiene que ser igual a uno, o lo que es lo mismo, la primera columna de la matriz X tiene que ser un vector de unos (vector iota, i). A este regresor se le llama regresor ficticio.

- 2. La esperanza del vector de la variable aleatoria es cero: E(u) = 0
- 3. La matriz de varianzas y covarianzas del vector de variables aleatorias es:  $E(uu') = \sigma_u^2 I$ , es decir, todos los componentes del vector u tienen idéntica varianza (homoscedasticidad), y además las covarianzas son 0, es decir, los elementos del vector u están incorrelacionados.
- 4. El rango de la matriz X es k, el número de regresores, y debe ser menor o igual a n, el número de observaciones. Esta condición es necesaria para que la matriz X'X sea invertible. Además, las variables explicativas no pueden ser linealmente dependientes.

- 5. La matriz X es una matriz aleatoria o no estocástica.
- 6. El vector de la variable aleatoria sigue una distribución normal multivariante de parámetros: u à N(0,  $\sigma_u^2$ I), es decir, es un vector normal esférico.

Para este caso el modelo propuesto a estimar sería:

$$Y = X\beta + u; \qquad \hat{Y} = Xb \tag{3.8}$$

Donde b es el vector de estimadores de los correspondientes parámetros. Siguiendo MCO, se eligen aquellos estimadores que hacen mínima la suma de las diferencias cuadráticas entre los valores observados y los valores estimados de la variable dependiente, es decir, que minimizan la suma de los errores al cuadrado: Mín  $\Sigma$  (Yi -  $\hat{Y}$ , )2 = mín  $\Sigma$  e<sup>2</sup> (3.9)

Aplicando en el modelo propuesto el método de los mínimos cuadrados se obtienen estimadores lineales insesgados y óptimos (ELIO). Una vez aplicado el método se obtiene el vector de estimadores, b, a través de la siguiente expresión: b = (X'X)-1 X'Y (3.10)

donde: 
$$b = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_k \end{pmatrix}; X'X = \begin{pmatrix} n & \sum x_{2i} & \cdots & \sum x_k \\ \sum x_{2i} & \sum x_{2i}^2 & \cdots & \sum x_k x_k \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \sum x_k & \sum x_k x_{2i} & \cdots & \sum x_k^2 \end{pmatrix} X'Y = \begin{pmatrix} \sum Y_i \\ \sum Y_i X_{2i} \\ \vdots \\ \sum Y_i X_k \end{pmatrix}$$

$$(k \times 1) \qquad (k \times k) \qquad (k \times 1)$$

por lo que el modelo estimado se expresa:

$$\hat{\hat{Y}} = Xb$$

$$\hat{\hat{Y}}_{i} = b1 + b2X2i + b3X3i + ... + bkXki$$

La descomposición de la suma de cuadrados se puede presentar a partir de la variación total de Y, que puede expresarse como la suma de dos componentes: un componente que explica a la regresión lineal y otro componente residual que no explica a la regresión lineal. Si sabemos que:  $Y = \hat{Y} + e$ 

Premultiplicando por la transpuesta:  $Y'Y = \hat{Y}'\hat{Y} + e'e$ 

Y expresándolo en forma de desviaciones: SCT = SCE + SCR : Es decir, la suma de los cuadrados totales es igual a la suma de cuadrados explicada por la regresión más la suma de cuadrados de residuos, donde:

$$SCT = Y'Y - \frac{(i'Y)^2}{n} = \sum Y_i^2 - n\overline{Y}^2$$

$$SCE = \hat{Y}'\hat{Y} - \frac{(i'Y)^2}{n} = b'X'Y' - n\overline{Y}^2$$

$$SCR = e'e = SCT - SCE$$

Donde i es el vector cuyos elementos son todos iguales a uno.

Las propiedades de los estimadores por mínimos cuadrados, se enumeran a continuación: 1.Es un estimador insesgado porque la esperanza del estimador coincide con el parámetro a estimar:  $E(b) = \beta$ ; 2. La matriz de varianzas y covarianzas es:

$$\boldsymbol{\sigma}_{u}^{2}(XX)^{-1} = \begin{pmatrix} \boldsymbol{\sigma}_{b1}^{2} & \boldsymbol{\sigma}_{b1b2} & & \boldsymbol{\sigma}_{b1b} \\ \boldsymbol{\sigma}_{b2b1} & \boldsymbol{\sigma}_{b2}^{2} & \cdots & \boldsymbol{\sigma}_{b2b} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \boldsymbol{\sigma}_{bkb1} & \boldsymbol{\sigma}_{bkb2} & \cdots & \boldsymbol{\sigma}_{b}^{2} \end{pmatrix}$$

Si se define el estimador de la varianza de la variable aleatoria como:

$$S_u^2 = \frac{e'e}{n-k} = \frac{SCR}{N-K}$$

Se dice que el estimador mínimo cuadrático es insesgado porque su esperanza coincide con el parámetro a estimar:  $E(S_u^2) = \sigma_u^2$ 

puesto que: 
$$e = Y - Xb = Y - X(X'X) - 1X'Y = [I - X(X'X) - 1X']Y = MY$$

donde la matriz M es una matriz simétrica e idempotente,  $e'e = \sum e_i^2 = u'M$ 

y, si se calcula la esperanza,  $E(u'Mu) = E(u'M) = \sigma_u^2 t (M) = \sigma_u^2 (n-k) = \sigma_u^2$ 

se obtiene 
$$E(S_u^2) = E(\frac{e'e}{n-k}) = \frac{1}{n-k}\sigma_u^2(n-k) = \sigma_u^2$$
 (3.10)

Sabiendo esto, la estimación insesgada de la matriz de varianzas y covarianzas de los estimadores es:

$$S_{b} = S_{u}^{2} (X'X)^{-1} = \begin{pmatrix} S_{b1}^{2} & S_{b1b2} & S_{b1b} \\ S_{b2b1} & S_{b2}^{2} & \cdots & S_{b2b} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ S_{bkb1} & S_{bkb2} & \cdots & S_{b}^{2} \end{pmatrix}$$

#### IV Resultados

#### 4.1 Resultados del modelo econométrico

Con la información de las encuestas aplicadas en empresas que forman parte de la industria manufacturera de Tepic, se elaboró una base de datos de corte transversal, con 19 observaciones de la productividad horaria real del trabajo, el capital humano de la industria, el número de empleados de las empresas y el costo del trabajo, representado por las remuneraciones promedio, suponiendo que el personal recibe 2 salarios mínimos. Se estimó el modelo de regresión múltiple, planteado en la ecuación 3.6, que arrojó los resultados siguientes:

$$\hat{y} = 0.034847 - 0.000394x_1 + 0.153448x_2 + 0.041914x_3$$
 Error estándar = (0.5489) (0.0001) (0.0035) (0.0063)   
 Estadístico T = -0.06 -3.06 43.39 6.62   
 P-Válue = 0.007 0.001 0.001

Observaciones = 19. g de 1 = 16. F-Estadístico = 801.05. P. Válue 0.001 Estadístico - F = 0.0001

Luego se realizó la prueba para valorar la significación global del modelo, para ello la hipótesis nula se prueba con el estadístico F, que se refiere al análisis de varianza, se obtiene el cociente de dividir la varianza explicada entre la varianza no explicada. Su formula es:

$$F_{k-1,n-k} = \frac{\frac{\sum \hat{y}_i^2}{(k-1)}}{\frac{\sum e_i^2}{(n-k)}} = \frac{\frac{R^2}{k-1}}{\frac{(1-R^2)}{(n-k)}}$$
(4.1)

Donde: (k-1) son los grados de libertad de la varianza explicada.

(n-k) los grados de libertad de la varianza no explicada.

En las tablas, Pindyck y Rubinfeld (2001) referidas a la distribución F teórica, significancia de 1%, con 4 grados de libertad para el numerador (varianza explicada) y 17 grados de libertad para el denominador, vemos que  $F_{\alpha} = 4.67$ . En cambio la distribución F empírica que calculamos enseguida:

$$F_{4,16} = \frac{\frac{0.993}{4}}{\frac{1 - 0.993}{16}} = \frac{0.24825}{0.0004375} = 567.42 \tag{4.2}$$

Como  $F_{4,17} = 567 > F_{\alpha} = 4.67$ , se rechaza la hipótesis nula. Por ello el modelo econométrico es globalmente significativo. Por ello se dice que el empleo en las empresas manufactureras, es explicado por el precio que se paga por el trabajo, la productividad horaria real del trabajo y el capital humano de la industria.

#### Prueba de Wald<sup>7</sup> Hipótesis nula = 0

Estadístico F	1821.414	Probabilidad	0.000001
$\chi^2$	1821.414	Probabilidad	0.000001

Fuente: Elaboración propia con datos del cuadro 4.1

De acuerdo a los estadísticos experimentales y las probabilidades que dejan a su derecha, en ambos casos la probabilidad es menor que el nivel de significancia elegido (se utiliza normalmente 5%) se rechaza la hipótesis nula, por lo que se rechaza la igualdad entre los parámetros.

#### Prueba de Ramsev<sup>8</sup>

Estadístico F	18.27254	Probabilidad	0.0001
Logaritmo de la función de verosimilitud	38.64590	Probabilidad	0.0001

Fuente: Elaboración propia con datos del cuadro 4.1

<sup>7</sup> Prueba de Wald: toma en consideración la correlación existente dentro de conglomerados, lo que hace que sea un procedimiento válido para probar la bondad del ajuste en algunos diseños muestrales complejos. El estadístico de Wald para probar la bondad de ajuste es:  $X_w^2 = (\hat{p} - p_0) \ \hat{V}^{-1} (\hat{p} - p_0)$ . Donde  $\ \hat{p}$  es el vector de proporciones estimadas  $(\hat{p}_1, ... \hat{p}_{k-1})$ ;  $\ \hat{V}$  es un estimador de la matriz de covarianza de  $\ \hat{p}$  ; y  $\ p_0$  es el vector de proporciones teóricas  $(\hat{p}_0, ... \hat{p}_{0k-1})$ . El estadístico  $\ X_w^2$  se distribuye aproximadamente como una chi-cuadrado con  $\ k-1$  grados de libertad.

<sup>8</sup> Esta prueba permite identificar si se esta usando una forma lineal incorrecta y cualquier error de omisión o la presencia de correlaciones entre las variables explicativas y la perturbación Carrascal, U., González, Y. et al (2001).

Por el valor de los estadísticos no existe evidencia para rechazar la hipótesis y, por tanto, no se considera error de especificación en el modelo que explica el empleo en función del precio, la productividad y el capital humano empleado en las empresas.

#### 4.2 Interpretación del modelo

Por los resultados del Modelo, tenemos que la relación es coherente con la teoría, pues generalmente un incremento del empleo, repercutirá en menor salario. Particularmente se puede decir que por cada nueva plaza de empleo que se incremente, el costo del empleo se reducirá en un 0.04%, siempre y cuando las demás variables permanezcan constantes. Por otra parte por cada nuevo empleo que se cree, la productividad se incrementará en 15%, permaneciendo las demás variables constantes. Finalmente, cabe señalar que por cada nuevo empleo el capital humano se incrementará en 4%, siempre y cuando las demás variables permanezcan constantes.

Cabe resaltar un fenómeno que se presenta en los resultados del modelo, en donde existe un signo negativo del precio del trabajo que da a entender que a mayor empleo los empresarios están dispuestos a pagar un menor nivel de salario.

Lo anterior no es algo totalmente nuevo ya que en otros países se han hecho estudios en donde se analiza el salario mínimo y el desempleo. Un ejemplo muy claro de esta relación inversa es el que presentan las profesoras Amparo Sancho y Guadalupe Serrano<sup>9</sup>en donde plantean que la demanda de trabajo es la cantidad de trabajo que los empresarios demandan a los distintos salarios en un determinado periodo de tiempo. También plantean que esta demanda depende de los salarios que se tienen que pagar y de las expectativas sobre las ventas y la producción, con lo que es importante explicar que es una demanda derivada de la propia demanda de bienes y servicios a la empresa, por lo tanto, el ingreso del producto marginal limita el salario máximo que paga el empresario.

En estudios hechos por la OCDE (1998)<sup>10</sup>, se muestran elasticidades negativas de donde se desprende, basándose en observaciones negativas en la relación entre los salarios y el empleo, que las leyes sobre salario mínimo pueden ayudar a mejorar la distribución de los ingresos. Aunque por otro lado también significa que constituye una onerosa estrategia para crear más puestos de trabajo.

Investigadores como Belchamber Grant, Inmaculada González, Sergi Jiménez, Carlos Pérez, et al, han encontrado un coeficiente negativo en relación con las variables de salario y nivel de empleo en donde plantean que no existe un consenso sobre los efectos del establecimiento o la posterior revisión de un salario mínimo sobre el empleo desde el punto de vista teórico. En un marco perfectamente competitivo, con trabajo homogéneo, un mínimo salarial efectivo reduciría el empleo.

#### **V** Conclusiones

La competitividad de las unidades económicas ha sido un tema de constante preocupación para los empresarios a nivel global, nacional, regional y local, a tal grado que siempre están en la constante búsqueda de ser mejores incrementando su productividad. Estos incrementos en la productividad de las han sido buscados en la optimización de los recursos materiales, económicos y de producción, pero no han puesto sus ojos en otro factor de productividad importante como lo es el capital humano.

Si se hace una reflexión en relación a la importancia del capital humano en el logro de las metas en busca de la optimización de los recursos, es éste el operador de todos los planes y proyectos que hayan sido planeados para lograr el objetivo de productividad y con esto llegar a incrementar la competitividad.

En los resultados arrojados por la creación de nuevos empleos se muestra que por cada empleo generado la productividad incrementa en un 15%, de donde se puede concluir que conforme las unidades económicas se ven necesitadas de incrementar el número de trabajadores tienen la posibilidad de incrementar su productividad en el porcentaje antes mencionado siempre y cuando se haya realizado la contratación del mismo respetando las habilidades y capacidades necesarias para el puesto requerido.

Por otro lado conforme las unidades económicas van generando nuevos empleos el nivel de estudios promedio de los integrantes se incrementa ya que desde que se impuso como obligatorio el nivel secundaria

<sup>9</sup> Econometría, Modelo de desempleo y salarios.

<sup>10</sup> OCDE: Panorama del empleo 1998, pág. 47-48. «Es importante observar que esos efectos estimados son relativamente insignificantes en lo concerniente a explicar el gran declive que se ha producido en algunos países en la relación de empleo-población de los adolescentes. En Francia, por ejemplo, la relación entre empleo de los adolescentes y población declinó más de 18 puntos porcentuales entre 1975 y 1996, pero el aumento del salario mínimo con relación a los salarios promedio representa menos de la mitad de un punto porcentual de dicho declive.»

(ahora denominado educación básica incluyendo la primaria) para el sistema educativo y el modelo muestra que el promedio del nivel académico sí influye en la productividad de las empresas y por consecuencia se puede aportar en el incremento de la competitividad de las unidades económicas.

El crecimiento empresarial es uno de los objetivos que se plantean sus dirigentes, con la finalidad de incrementar las ganancias que sus unidades económicas les brindan, pero el crecimiento de las mismas, de acuerdo con los resultados del modelo, repercute en una disminución del nivel del salario que los empresarios podrán pagar a los empleados.

En las PyMes es importante que los empresarios pongan especial interés en lo referente al Capital Humano, tomando especial cuidado en la selección, capacitación, educación formal y retención de los mismos, que impacta en la experiencia adquirida.

En este sentido, atender las diferentes necesidades de las unidades económicas implica definir por escrito los requerimientos de cada uno de los puestos que se encuentran establecidos en el organigrama de la unidad económica, con el objetivo de que se tenga de manera clara qué es lo que cada puesto requiere para poder identificar el perfil idóneo.

De igual manera, se deben revisar los procedimientos y las técnicas de reclutamiento y selección de personal, para poder contratar a las personas más adecuadas para cada espacio y lograr con esto administrar y operar de la mejor manera los recursos y actividades propias del puesto. Asimismo, se hace necesaria la elaboración de un diagnóstico de las necesidades de capacitación que permitan desarrollar las habilidades y capacidades del personal que se encuentra actualmente laborando dentro de las unidades económicas.

Por último, debemos destacar el apoyo al personal de las unidades económicas en el incremento del nivel académico, con lo cual podrían incrementar la productividad de las mismas y por consiguiente la posibilidad de una mayor competitividad.

En el desarrollo del presente trabajo se detectaron algunas oportunidades para el desarrollo de nuevas investigaciones. Tal es el hecho de analizar la relación que existe entre la competitividad de las PyMes y los programas de desarrollo oficiales en el municipio de Tepic, así como los programas de financiamiento de las unidades financieras.

Retomar el planteamiento de este estudio cambiando la variable dependiente por alguna otra de tipo económico o financiera permitiría analizar la correlación desde otra perspectiva.

En el afán de crear una dinámica comparativa, se propone también, desarrollar una investigación similar a la presente pero en otro de los sectores productivos para verificar si las variables también son representativas.

#### Bibliografía

Abbot, P. y Bredahl, M. (1994), "Competitiveness: Definitions, Useful Concepts, and Issues". En *Competitiveness in International Food Markets*, editado por M.E. Bredahl et al., Boulder, CO: Westview Press, Inc.

Alcerreca, C. (2000), "Administración: un enfoque interdisiplinario", Pearson Education, México.

Andersen, A. (1999), "Diccionario de Economía y Negocios", Editorial ESPASA, España.

Ansoff, I. (1997), "La dirección estratégica en la práctica empresarial". Addison-Wesley Iberoamericana. USA.

Argomaniz, C. "Mitos y realidades de la gestión de personas en las organizaciones del siglo XXI", en Rev. Capital Humano. No. 152.

Barkema, A., Drabenstott, M. et al (1991), "The Competitiveness of U.S. Agriculture in the 1990's", En *The 1990's in Agricultural Policies in the New Decade*, editado por K. Allen, Washington, D.C.: Resources for the Future, National Planning Association.

Barney, J. (1991), "Firm resource and sustained competitive advantage [Recursos empresariales y ventaja competitiva sostenida]", Journal of Management, 12, 99-129.

Becker, G. (1975), "Human Capital. A Theoresical and Empirical Analisis, with especial reference to Educacion", Second edition, Publicado por acuerdo con Columbia University press, New Cork.

Becker, G. (1983), "El Capital Humano", Alianza Universidad Textos, Alianza Editorial, S.A., Madrid.

Becker, G.(2002), "La inversión en talento como valor de futuro", en Revista Capital Humano, No. 153, p. 26, marzo.

Bendfeldt, J. (1994), "La dimensión desconocida del capital: el Capital Humano", en Revista Acta Académica, Universidad Autónoma de Centro América, 15, pp. 194 a 200, Noviembre. Internet:http://www.uaca.ac.cr/acta/1994nov/bendfldt.htm

Boscherini, F. y Yoguel, G. (1996), "La capacidad innovativa y el fortalecimiento de la competitividad de las firmas: el caso de las PyMes exportadoras argentinas", CEPAL Buenos Aires.

Bueno E. (1996), "Dirección estratégica de la empresa. Metodología, técnicas y casos", Ediciones Pirámide S. A., Madrid España.

Carrascal, U., González, Y. et al (2001), "Análisis Econométrico con Eviews", Editorial Alfaomega, México. Cleri C. (1996), "Estrategias de Alianzas", Ed. Macchi

Coff, R. (1997), "Human assets and management dilemmas: Coping with hazards on the road to resourse based theory [Recursos humanos y problemas de administración: Soluciones con base en una teorís de recursos]", Academy of Management Review, 22, 374-402.

Coff, R. (1999), "How buyers cope with uncertainty when acquiring firms in knowledge intensive industries" Caveat emptor, Organization Science, 10,2: 144-161.

Cook, M. y M.E. Bredahl (1991), "Agribusiness Competitiveness in the 1990's: Discussion". *American Journal of Agricultural Economics* 73, Diciembre, 1472-73.

Cooper and Lybrand (1996), "El Capital Humano y la Empresa", Edición especial, Cinco Días.

Cruz, P., Rojas S. *et al* (2002): "El Capital Humano y la gestión por competencias", Universidad de Antofagasta Facultad de educación, http://www.gestiopolis.com/ 30 de mayo del 2002.

Drucker, P. (1999), "Management Challenges for the 21st Century", Harper Collins,

Edvinsson, L. y Malone, M. (1999), "El Capital Intelectual", Editorial gestión 2000.

Edvisson, L. y Malone, M.(1999), "El Capital Intelectual", Editorial Gestión 2000, 1999.

Fea, U. (1995), "Competitividad es calidad total", Editorial Alfaomega, México.

Fernández, E., Montes, J. *et al* (1998), "Los Recursos Intangibles como Factores de Competitividad de la Empresa", en Dirección y Organización. No. 22, sept.

Friedman et al (2000), "Atraer, gestionar y retener el Capital Humano". Paldos.

Green, R. (1995), "Los Organismos Financieros Internacionales", UNAM. México.

Hull, G. (1998), "Guía para la Pequeña Empresa", Ediciones Genika, México.

Landau, R. (1992), "Technology, Capital Formation and U.S. Competitiveness", En International Productivity and Competitiveness, editado por B.G. Hickman, New York, NY: Oxford University Press.

Lazcano, C. (2004), "Capital Humano, en busca de un contexto", Facultad de Economía, Universidad de La Habana.

Lepak, D. y Snell, S. (1999), "The human resource architecture: Toward a theory of human capital allocation and development [La arquitectura de los recusros humanos: Hacia una teoría de la distribución y desarrollo del capital humano]", Academy of Management Review, 24,31-48.

Lippman, S. y Rumelt, R. (1992), "Uncertain imitability: An analysys of interfirm differency under competition [Imitación incierta: Análisis de diferencias en la eficiencia bajo competencia interna]", Bell Journal of Economic, 13, 418-438.

Malhotra, K. (1997), "Investigación de Mercados, Un Enfoque Práctico", Prentince Hall, México.

Marx, C. (1972), "El Capital", traducción Wenceslao Roces, México, FCE.

Mason, R. (2001), "Estadística para administración y economía", Editorial Alfaomega, México.

Méndez, J. (1996), "Economía y la Empresa", Editorial McGraw-Hill, México.

MÉNDEZ, M. (1996), "Economía y la Empresa", Ed. McGraw-Hill, México.

Mendoza, J. "Evaluación y propuesta de política económica", en Economista. Revista de la Facultad 10 de la UNMSM.

Misala, A. (1992), "Las reformas económicas de los años 1970 y la industria manufacturera chilena", Colección estudios CIEPLAN, Nº 35, Santiago de Chile, Corporación de Investigaciones Económicas para Latinoamérica (CIEPLAN), septiembre.

Morales, N. et al (1995), "Reestructuración de la Economía Mexicana", UAM – A U de Colima México.

OCDE, (2002), "OCDE Small and Medium Entreprise Outlook 2002", OCDE.

Pena Trapero et al (1999) Cien Ejercicios de Econometría, Editorial Pirámide, España.

Porter, M. (190)," The Competitive Advantage of the Nations", New York, NY: The Free Press.

Porter, M. (1980), "Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors", New York, NY: The Free Press.

Porter, M. (1996), "ESTRATEGIAS COMPETITIVAS. Técnicas para el análisis de los Sectores Industriales y de la Competitividad", Ed. CECSA, México.

Posthuma, A. (1995), "Restructuring and changing market conditions in the brazilian auto components industry (LC/R.1484)", CEPAL, Santiago de Chile.

Rodarte, M. y Zindel, B. (2001), "Las Empresas Pequeñas y Medianas Frente al Mercado", Articulo tomado de la revista Ejecutivos de Finanzas, publicación mensual, Mayo, No. 5, México.

Rodríguez, J. (1996), "Cómo Administrar Pequeñas y Medianas Empresas", 4ª Edición, Edita International Thomson Editores, México.

Roos, J.; Dragonetti, N., (2001), "Capital Intelectual, El valor intangible de la empresa", Paldos.

Roth, G. (2001), "El lado humano del cambio", Editorial OXFORD.

Schultz, T. (1961), "Investment in Human Capital", en The American Economic Review. Vol. 51.

Schultz, T. (1993), "Origins of increasing return", Oxford, UK. Blackwell publishing.

Senge P. (1998), "La quinta disciplina", Editorial Granica, México.

Sharples, J. y N. Nilham, (1990), "Long-Run Competitiveness of Australian Agriculture", United States Department of Agriculture, Economic Research Service, Foreign Agricultural Economics Report No 243.

Stewart T. (1997), "La nueva riqueza de las organizaciones: El Capital Intelectual", Editorial Graniva.

Thompson, A. y Strickland A. (1994), "Dirección y administración estratégicas: conceptos, casos y lecturas", Ed. Mc Graw Hill, México.

Vázquez y Castañeta (2003), "Apuntes para una reflexión sobre las concepciones del Capital Humano", CD por el evento 41 aniversario del inicio de los estudios de economía en la Universidad de La Habana, dic.

Vázquez, R. (1999), "Empresas Medianas". Articulo tomado de Mundo Ejecutivo. Hecho en México: 1997-1998, Tomo II, Página 92, México.

Ward M. (2007), "Globalización y corredores productivos, Región norte grande Argentina", 31 de agosto 2007 http://www.regionnortegrande.com.ar/?articulo=985

Ward, M, (2007), "Globalización y corredores productivos, Región norte grande Argentina", 31 de agosto http://www.regionnortegrande.com.ar/?articulo=985

Wilson, T. (2002), "The nonsense of 'knowledge management", en Information Research. Vol. 8, No. 1, October.

Witker, J. (1986), "Las economías Mixtas", UNAM.

# An empirical analysis of the nonlinear relationship between environmental regulation and manufacturing productivity

Armando Sánchez Vargas¹ Ricardo Mansilla Sánchez Alonso Aguilar Ibarra Diego Ali Roman Cedillo

#### Abstract

The relationship between environmental regulation and productivity is subject of intense academic debate. Here, we propose the use of the exponential Gumbel distribution in order to study potential nonlinear relationships. This tool is applied to examine the causal effect of environmental regulation on manufacturing productivity in Mexico, using a data set at the plant level. Our empirical results show that the link between environmental regulation and productivity is in fact nonlinear and that there exists a decreasing trade-off between productivity and environmental regulation at the manufacturing industry in Mexico. We also find that such trade-off is larger for small firms, but almost negligible for large companies. Thus, we argue that much of the debate on different effects is due to the heterogeneity of the industry. This empirical result might be useful for the design of national policies devoted to enhancing environmental performance, and for optimizing the allocation of financial resources and investments for the industry's productivity.

JEL classification codes: C46; C51; D24; Q52

**Key-words:** exponential Gumbel distribution, Porter Hypothesis, nonlinear relationships, Mexico's manufacturing industry, environmental performance

#### I. Introduction

The relationship between environmental regulation and productivity is controversial. Although several studies have dealt with this issue since the late 1970s, the academic debate has been centered on explaining the so-called Porter Hypothesis (Porter and van der Linde 1995) since the 1990s. The weak version of the Porter Hypothesis (PH) maintains that the positive effects of environmental regulation on firms' economic performance are linked to innovation or to another cause. The strong version states that there is a positive relationship between regulation and economic performance but it does not look for the cause of such positive effects. Thus, this relationship is positive, according to the PH.

However, this conclusion has been severely questioned by economists as it challenges the paradigm of profit maximization on which corporate rationality is based. Thus, a controversy exists among economists, who have found that environmental regulations tend to reduce firms' productivity, and business strategists, who sustain that environmental regulations enhance productivity (Reviews on the subject have been presented by (Jaffe, et al. 1995; Wagner 2003; Ambec and Barla 2006; Brannlund and Lundgren 2009), among others).

This debate has given rise to abundant empirical studies regarding the direction and magnitude of such relationship. In fact, the review of Brannlund & Lundgren (2009) points out that empirical research concerning the PH has been carried out under three main approaches concerning environmental regulations: on R&D, on financial impacts, and on efficiency and productivity. For the first two categories, there is no conclusive evidence for supporting the PH. In contrast, the latter approach has found mixed results, maybe in part, due to the larger number of studies performed on the subject since the late 1970s. For example, on the one hand, early studies (Barbera and McConnell 1986; Crandall 1981; Denison 1979; Gray 1987; Haveman and Christainsen 1981; Norsworthy, et al. 1979), based on aggregate data, show that environmental regulations account for a slow-down in productivity growth in the US. In a more recent work, Lanoie et al. (2007), conclude that the contemporaneous direct effect of environmental policy stringency on business performance is negative and that innovation does not offset the costs of complying with regulations.

On the other hand, there is also evidence that environmental regulations might be favorable for firms productivity. For instance, Berman and Bui (2001) show that refineries in the Los Angeles area have higher productivity levels than other US refineries despite the more stringent regulation in this area. Alpay (2002) finds that more stringent regulation seems to increase the productivity of the Mexican food processing industry. Isaksson

<sup>1</sup> Corresponding author: Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM, D-005. Circuito Mario de la Cueva s/n. Ciudad Universitaria, México DF 04510. Tel: 56 23 01 00 Ext. 42347, Fax: 56 23 01 07. E-mail: asanchez@vt.edu

(2005) examined the impact of regulation on costs functions of 114 combustion firms, finding that extensive emission reductions have taken place at zero cost. Darnall (2007) demonstrated that better environmental performance enhances business performance, but that a stricter environmental regulation has a negative impact. Obviously, the debate on this issue is not closed (e.g. Brannlund and Lundgren 2009; Ambec et al. 2010) and, given the important policy implications, further research is thus needed on a number of aspects, including new forms of modeling relationships between environmental regulation and businesses performance (Wagner 2003).

Hence, in this paper, we propose a new empirical approach to face this dilemma. Specifically, we apply a nonlinear regression model in order to study the nature of such relationship. Given that this type of variables are often skewed to the right (asymmetric distributions), we hypothesize that the relationship between environmental regulation (measured as the plant's pollution abatement expenditures) and productivity is non-linear and can be well represented by the exponential Gumbel/nonlinear/ heteroskedastic regression model (Gumbel 1960). The use of a nonlinear tool to model such a relationship has an advantage over the traditional normal linear regression model, since it does not assume a constant marginal effect of the explanatory variable over the entire distribution of the dependent variable. In fact, it estimates different marginal effects (heterogeneous partial effects) of regulation (pollution abatement expenditures) at different points in the conditional productivity distribution.

Thus, the objective of this study is twofold. First, we propose the use of the exponential Gumbel distribution and its associated regression curves to assess potential nonlinear relationships in the field of economics. And second, we add an illustrating example of the use of this tool for investigating the effects of environmental regulation on productivity at the firm level in Mexico. In other words, we aim at contributing with the implementation and application of an unexplored statistical tool, in the field of economics, to help elucidating the controversial arguments of the PH.

#### II. Methods

A. Data set and model specification

We used data from the 2002 national industrial survey in Mexico (INEGI 2003). This survey contains data for nearly 6,600 manufacturing plants; however our analysis used 563 plants for which we have investment in pollution-control data<sup>2</sup>. It also contains an ample set of economic variables (e.g. exports, gross production, value added, investment), and data on pollution abatement expenditures at the plant level.

In order to assess the effects of environmental regulation (measured by the plant's pollution abatement expenditures) on productivity, we constructed a pollution abatement costs indicator (the sum of investments on machinery, equipment and salaries aimed at reducing pollution at the plant level) and a labor productivity indicator (output per worker). We also used other variables as controls, included in the survey, such as: size of the plant, technological capabilities, level of energy use, and others (INEGI 2003).

As a preliminary step to propose a proper conditional model for the relationship between manufacturing productivity and environmental regulation in Mexico, we first discuss the statistical features of our data. This description is useful since in selecting a suitable model we should take into account not only theoretical issues, but also all the statistical systematic information in the data by using a set of graphical techniques (Spanos 1986). Hence, figures 1 and 2 show the productivity levels and the pollution control expenditures (as a proxy for environmental regulation) for a set of 563 manufacturing plants in Mexico for 2002. A brief analysis, of both graphs, suggests that the data seem to contain a big number of "outliers", which allows us to state that our variables are highly skewed (with asymmetric distributions) and leptokurtic.

FIGURE 1 ABOUT HERE FIGURE 2 ABOUT HERE

In figures 3 and 4 we show kernel estimates of the univariate densities of such variables (Silverman 1998), confirming that both variables are not normally distributed. Thus, given that the univariate empirical distributions (kernel density estimates) are similar and highly skewed to the right, we concluded that normality would not be a reasonable statistical assumption in specifying a conditional model of manufacturing productivity in Mexico.

<sup>2</sup> In order to ensure that the distribution of the selected sample (563 plants) resembles the distribution of the complete sample (6,600 establishments), we carried out the Kolmogorov-Smirnov test for the variables of interest (test of equality of distributions). According to such tests, we are not able to reject the null of equality of both distributions for all the relevant variables. All tests are available from the authors upon request.

FIGURE 3 ABOUT HERE

FIGURE 4 ABOUT HERE

Furthermore, the data seem to be drawn from a random sample given that the sample mean does not appear to change systematically<sup>3</sup>. From this evidence, we are able to conclude that both variables are independent. However, the variation around the mean, of both variables, is not always constant, which reveals that a homoskedastic model would not be an appropriate choice to model the relationship between environmental regulation and manufacturing productivity.

In addition to the previous features we can get more information regarding the joint distribution of both series by looking at the Bivariate kernel estimate of the density function, shown in graph 5 below, and the probability contour plot with a potential regression curve of the data in graph 6.

FIGURE 5 ABOUT HERE

FIGURE 6 ABOUT HERE

These two graphs allow us to confirm that the data are highly asymmetric (skewed to the right) and non normal. Such statistical properties imply that the potential regression function must be nonlinear (see figure 6). Besides, comparing figure 5 with the bivariate normal (graph 7a) and exponential Gumbel (graph 7b) densities, there is no doubt that the latter provides a better description of the multivariate distribution of the data.

FIGURE 7 ABOUT HERE

At this point, we might infer that the joint distribution of the relationship between productivity and pollution abatement expenditures exhibits asymmetry, which make such distribution of the data closer to the exponential Gumbel rather than to the normal. Finally, in order to supplement the graphical evidence, table 1 reports several descriptive statistics of our series.

TABLE 1 ABOUT HERE

These statistics reveal that the sample's kurtosis and skewness coefficients reinforce the evidence of non-normality nature of our data. In sum, we can say that an adequate conditional model of productivity should account for the leptokurticity and asymmetry exhibited by the data. This finding gives further support to the hypothesis that a better conditional model of the relationship between environmental regulation and productivity warrants the use of the exponential Gumbel regression model, which can be derived from the bivariate or multivariate exponential Gumbel distribution (Gumbel 1960).

Even more, based on the previous empirical evidence, we might also anticipate that the statistical features of the data are not compatible with the classic normal linear regression model, which assumes a constant marginal effect of the explanatory variable over the entire distribution of the dependent variable, in equation (1) below:

(1) 
$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + e_i$$
  $e_i \sim \text{NIID}(0, \sigma^2)$   $i \in I$ 

(2) 
$$\frac{dE(y/x)}{dx} = \beta_1$$

Where  $y_i$  is the productivity level,  $x_i$  is the level of pollution abatement expenditures, and  $e_i$  is a Normal, Independent, and Identically Distributed (NIID) error. E(y/x) is the conditional expectation of y given x. Equation (2) shows the marginal effect of x over y.

On the contrary, the stylized facts reveal that a more appropriate conditional model, in its error form (Wooldrige 2002) would be an exponential Gumbel, nonlinear<sup>4</sup> and heteroskedastic specification, which does not assume a linear regression curve with a constant marginal effect (see figure 6 above and equation (6) below) as follows (Gumbel 1960; (Kotz, et al. 2000)):

(3) 
$$y_i = E(y_i/x_i) + e_i$$

$$y_i = \frac{1 + \delta + \delta x_i}{(1 + \delta x_i)^2} + e_i \qquad e_i \sim \text{GumbelIID} \quad (0, \omega_i^2), \quad i \in I$$

<sup>3</sup> A non-parametric test, the so called "Runs Test", shows that we are not able to reject the null of randomness for both series. The p-values are 0.77 and 0.42 for productivity and pollution abatement expenditures respectively.

<sup>4</sup> This nonlinear conditional expectation can be obtained from the exponential Gumbel conditional density of y given x by integration, summation, or a combination of the two (depending on the nature of y). Further discussion of the Gumbel model and the derivation of its corresponding conditional mean are provided in appendix 1.

(4) 
$$E(e/x) = 0$$

With the following conditional variance and marginal effect respectively:

(5) 
$$\omega_i^2 = \frac{(1 + \delta + \delta x_i)^2 - 2\delta^2}{(1 + \delta x_i)^4}$$

(6) 
$$\frac{dE(y/x)}{dx} = -\frac{\delta(1+\delta+\delta x)}{(1+\delta x)^3}$$

Equation (3) shows that the stochastic variable y (productivity) can be decomposed, by definition, into two parts: a non linear conditional expectation:

$$E(y/x) = \frac{1 + \delta + \delta x}{(1 + \delta x)^2}$$

and an error term, e. This probabilistic setting thus suggests that the mean or average causal effect of the explanatory variable on the dependent variable is not linear. Moreover, the conditional variance in equation (5) is heteroskedastic.

The negative marginal effect in equation (6) is heterogeneous (depends on the values of the independent variable) and decreasing. Therefore, we see that the model in equation (3), is very different to the one in equation 1, since the Gumbel regression model does not assume a constant effect of the explanatory variable over the entire distribution of the dependent variable.

To sum up, this section allows us to conclude that the data suggest that a better description of the relationship between regulation and productivity might be provided by a Gumbel, non-linear, heteroskedastic model.

The economic meaning of a negative nonlinear relationship, in this context, is that the mean or average causal effect of regulation (as measured by plant's pollution abatement expenditures) on productivity is negative and decreasing. That is, the average value of productivity does not change at a constant rate as pollution abatement costs change, which means that we have heterogeneous marginal effects (changing partial effects). Even more important is the fact that the suggested model implies that there might be a decreasing trade off between productivity and regulation at the manufacturing industry in Mexico.

#### **B.** Estimation method

From the previous analysis we can conclude that the statistical features of our data suggest the specification and estimation of a conditional model derived from an exponential Non-normal/nonlinear/heteroskesdastic distribution. We propose this type of models because previous research work reveal the existence of a non linear relationship and our graphical analysis suggests that the data exhibits asymmetry(skewness), leptokurticity, and stationarity.

More specifically, we propose the use of the exponential Gumbel regression model with conditional heteroskedasticity as a better model to model the relationship between regulation and productivity given the nature of our data. These types of models imply to model not only the conditional mean of the stochastic processes behind the data, but also the conditional variance.

As we discuss above, the exponential Gumbel regression model takes the form:

(3) 
$$y_i = \frac{1 + \delta + \delta x_i}{(1 + \delta x_i)^2} + e_i \qquad e_i \sim \text{GumbelIID} \quad (0, \omega_i^2), \quad i \in I$$

(5) 
$$\omega_i^2 = \frac{(1 + \delta + \delta x_i)^2 - 2\delta^2}{(1 + \delta x_i)^4}$$

Where e<sub>i</sub> is distributed GumbelIID  $(0, \omega^2)$  and  $\omega^2$  is the conditional variance.

From these equations, we can infer that the conditional mean of the Gumbel model is not linear in the conditioning variables and parameters, and that the conditional variance is heteroskedastic. Under stationarity, the maximum likelihood estimate of  $\delta$  can be obtained by solving the following equation ((otz, et al. 2000):

(7) 
$$\sum_{i=1}^{n} \left( \frac{x_i + y_i - 1 + 2\delta x_i y_i}{1 + (x_i + y_i - 1)\delta + x_i y \delta^2} \right) = \sum_{i=1}^{n} x_i y_i$$

#### III. Results

In this section we are interested in responding how the average value of productivity changes as environmental regulation becomes stricter (as the level of pollution abatement expenditures increases). In order to do so, we estimate equation (3) using a maximum likelihood method, and controlling for some other important factors, such as the origin of the plant, the level of energy use, and the technological capabilities of the firms<sup>5</sup>. The estimated model and misspecification tests are reported in tables 2 and 3 respectively. Table 2 shows that the parameter of interest ( $\delta$ ) is positive (0.97), but this estimate implies a negative correlation between productivity and environmental regulation of around -0.4 (Gumbel 1960). A negative correlation, given the functional form of the model, might suggest the existence of a trade off between our variables.

#### TABLE 2 ABOUT HERE

Table 3 shows the results of a set of misspecification tests for the model, which confirm that or model is appropriate, since they indicate no departures from the underlying assumptions of the Gumbel model (Spanos 2006).

#### **TABLE 3 ABOUT HERE**

It is worth noting that, in this case, the relevant estimates would be the marginal effects of regulation on productivity. Given that the Gumbel regression model is not linear, we can estimate different marginal effects of environmental regulation at different points in the conditional distribution of productivity. Specifically, we can compute the different marginal effects of regulation evaluated at the 10th, 25th, 50th, 75th and 90th percentiles and at the mode of the distribution. The results are presented in table 4.

#### TABLE 4 ABOUT HERE

These estimates suggest that the marginal effect of environmental regulation on productivity is clearly negative but decreasing when regulation is measured by the firm's pollution abatement expenditures. For comparison purposes, we also report the least squares estimate of the relationship, which clearly underestimates the marginal impact of regulation on productivity. The results in table 4 imply that increasing pollution abatement expenditures lead to higher productivity costs for firms located in the 10th percentile (-0.18), compared to the costs of firms located in the 25th and 50th percentiles. That is, the cost of regulation, in terms of productivity, is decreasing for those plants located in the upper percentiles. For instance, for firms located in the 90th percentile, the effect is almost zero (-0.0003). This finding implies that there exists a decreasing trade-off between environmental regulation and productivity in the Mexican manufacturing industry.

This finding might lead us to an even more interesting conclusion: given that there is empirical evidence of a positive correlation between plant size and pollution abatement expenditures in Mexico (see Dominguez 2006), we can then infer that the negative effect of regulation on productivity is larger for small establishments but almost negligible for large companies. This outcome implies that the PH effect depends on a number of factors, among which no only market structure is involved (Greaker 2006) but also is plant size. In fact, Perez Espejo et al. (2011) point out that differentiated agri-environmental policies are warrant also in Mexico's agricultural sector, as producers perceptions vary according to farm size.

#### IV. Concluding remarks

This paper provides a new approach to modeling potential nonlinear relationships in the field of economics, which might arise in the presence of highly skewed and non normal data. Specifically, we propose the use of a Gumbel conditional model associated to a distribution with exponential Gumbel margins and whose regression curves are not straight lines and which do not intersect at the common mean.

We put forward that this approach is useful for studying nonlinear phenomena, such as the relationship between environmental regulation and manufacturing productivity in Mexico. Thus, we use the exponential Gumbel

<sup>5</sup> For simplicity the characteristics of the firms, which are dummy variables, were "regressed out".

regression model to investigate the link between regulation and productivity at the plant level in Mexico. More specifically, we examine the effect of environmental regulation, as measured by pollution abatement expenditures, on manufacturing productivity among a set of Mexican industries.

Our empirical results show that the link between environmental regulation and productivity is in fact nonlinear and the proposed model provides a robust way to describe it. Specifically, we find that there exists a decreasing trade-off between productivity and environmental regulation at the manufacturing industry in Mexico. We also find that such trade off is more important for small firms and almost negligible for large companies, given that there is empirical evidence of a positive correlation between plant size and pollution abatement expenditures in Mexico. This empirical result might be useful for the design of national programs to enhance environmental performance (e.g. mitigation actions against climate change), given that knowledge of the magnitude of such effects could help to optimize the allocation of financial resources and investments, for the very different industries. Should this decreasing trade-off is real, then national environmental policies would need to take into account the size of manufacturing plants for allocating financial resources devoted to environmental programs such as climate change mitigation.

#### **Appendix**

#### A. The Gumbel model

The joint cumulative distribution function of the Gumbel model was presented by (Gumbel, 1960):

$$F(x,y) = 1 - e^{-x} - e^{-y} - e^{-(x+y+\delta xy)}; 0 \le x; 0 \le y; (0 \le \delta \le 1)$$
(A1)

where  $\delta$  is the parameter describing the association between the two random variables x and y. The maximum likelihood estimator (MLE) of  $\delta$  is a solution of the equation:

$$\sum_{i=1}^{n} \left( \frac{X_i + Y_i - 1 + 2\delta X_i Y_i}{1 + (X_i + Y_i - 1)\delta + X_i Y \delta^2} \right) = \sum_{i=1}^{n} X_i Y_i$$
(A2)

A moment estimator of  $\delta$  can be obtained as the solution of the equation:

$$\frac{1}{\delta}e^{\frac{1}{\delta}}Ei\left(\frac{1}{\delta}\right) = 1 - (sample \ correlation \ coefficient)$$
 (A3)

Thus, the  $\delta$  parameter has a close relationship with the classical correlation coefficient that stands as:

$$\rho = -\frac{e^{\frac{i}{\delta}}}{\delta} Ei(-\delta^{-1}) - 1 \tag{A4}$$

Where Ei is the well-known exponential integral, that's why the correlation parameter is also given by:

$$\rho = -1 + \int_0^\infty \frac{e^{-y} dy}{1 + \delta y} \tag{A5}$$

When  $\delta = 0$ , the correlation parameter  $\rho$  is equal to zero. This represents the independent case and the bivariate distribution splits into the product of the two marginal distributions, and becomes:

$$F(x,y) = F_x(x) F_y(y)$$
(A6)

When  $\delta = 1$ , the association parameter  $\rho$  reaches its lower limitation and is equal to -0.4036. The model is only suitable for representing joint distribution of two correlated Gumbel distributed variables whose correlation parameter is  $-4.0 \le \rho \le 0$ .

The joint probability density function (pdf) of the Gumbel mixed model can be derived by differentiating Equation (A1) as follows:

$$f(x,y) = \frac{\partial^2 F(x,y)}{\partial x \partial y} \tag{A7}$$

The conditional pdf of x given y can be derived as follows:

$$f_{x|y}(x \mid y) = \frac{f(x,y)}{f_y(y)} = \frac{[(1+\delta x)(1+\delta y) - \delta]e^{-(x+y+\delta xy)}}{e^{-y}} =$$

$$= [(1+\delta x)(1+\delta y) - \delta]e^{-(x+\delta xy)}$$
(A8)

The conditional expectation of x given y can be given by:

$$E[x \mid y] = \int_{0}^{\infty} x f(x \mid y) dx = \frac{1 + \delta + \delta y}{(1 + \delta y)^{2}}$$
(A9)

Similarly, the conditional pdf  $f_{y|x}(y|x)$  and the conditional expectation E[y|x] of y given x can be expressed by equivalent formulae.

#### **B.** Exponential regression misspecification tests

The misspecification tests applied to the exponential regression model are based on the following F type tests:

Additional non-linearity in the conditional mean

To test for the presence of additional non-linearities in the conditional mean we can test if  $\alpha_2 = 0$  in the following regression:

$$yi = \alpha_0 + \alpha_i \hat{y}_i + \alpha_i \hat{y}_i^2 + u_i \tag{A10}$$

 $yi = \alpha_0 + \alpha_i \hat{y}_i + \alpha_s \hat{y}_i^2 + u_i$  (A10) Where  $\hat{y}_i$  are the Gumbel model fitted values. Furthermore, we can also expect that  $\alpha_1 = 1$  if the pre-specified is the correct model.

Trend in conditional mean

To test for the presence of additional non-linearities, like a linear trend in the conditional mean, we can test if  $\gamma_2 = 0$  in the following regression:

$$yi = \gamma_0 + \gamma_1 \hat{y}_i + \gamma_2 t + u_i \tag{A11}$$

 $yi = \gamma_0 + \gamma_1 \hat{y}_i + \gamma_2 \hat{t} + u_i$  (A11) Where  $\hat{y}_i$  are the Gumbel model fitted values. Furthermore, we can also expect that  $\gamma_1 = 1$  if the pre-specified is the correct model.

#### References

Alpay, E., Buccola, S. and Kerkvliet, J. 'Productivity Growth and Environmental Regulation in Mexican and U.S. Food Manufacturing', American Journal of Agricultural Economics 84, no. 4 (2002), pp. 887-901.

Ambec, S. and Barla, P. 'Can Environmental Regulations Be Good for Business? An Assessment of the Porter Hypothesis', Energy Studies Review 14, no. 2 (2006).

Ambec, S., Cohen, M. A., Elgie, S. and Lanoie, P., The Porter Hypothesis at 20: Can Environmental Regulation Enhance Innovation and Competitiveness? (Montreal, 2010).

Barbera, A. J. and McConnell, V. D. 'Effects of Pollution Control on Industry Productivity: A Factor Demand Approach', Journal of Industrial Economics 35, no. 2 (1986), pp. 161-172.

Berman, E. and Bui, L. T. M. 'Environmental Regulation and Labor Demand: Evidence from the South Coast Air Basin', Journal of Public Economics 9, no. 2 (2001), pp. 265-295.

Brannlund, R. and Lundgren, T. 'Environmental Policy without Costs? A Review of the Porter Hypothesis', International Review of Environmental & Resource Economics 3, no. 2 (2009), pp. 75-117.

Crandall, R. 'Pollution Controls and Productivity Growth in Basic Industries', in T. G. Cowing and R. E. Stevenson eds., Productivity Measurement in Regulated Industries (New York, 1981), pp. 347-368.

Darnall, N., Henriques, I. and Sadorsky, P. 'Do Environmental Management Systems Improve Business Performance in an International Setting?' Journal of International Management 14, no. 4 (2007), pp. 364-376.

Denison, E., Accounting for Slower Economic Growth: The U.S. In the 1970'S (Washington, DC, 1979).

Dominguez, L., Mexico: Empresa E Innovacion Ambiental (Mexico City, 2006).

Gray, W. B. 'The Cost of Regulation: Osha, Epa and the Productivity Slowdown', American Economic Review 77, no. 5 (1987), pp. 998-1006.

Greaker, M. 'Spillovers in the Development of New Pollution Abatement Technology: A New Look at the Porter-Hypothesis', Journal of Environmental Economics and Management 52, no. 1 (2006), pp. 411-420.

Gumbel, E. J. 'Bivariate Exponential Distributions', Journal of the American Statistical Association 55, no. 292 (1960), pp. 698-707.

Haveman, R. and Christainsen, B. 'Environmental Regulations and Productivity Growth', in H. M. Peskin, P. R. Portney and A. V. Kneese eds., Environmental Regulation and the Us Economy, (Washington, DC, 1981), pp. 55-75.

INEGI, Encuesta Industrial Anual 2001-2002 (Aguscalientes, Mexico., 2003).

Isaksson, R. 'Economic Sustainability and the Cost of Poor Quality', *Corporate Social Responsibility & Environmental Management* 12, no. 4 (2005), pp. 197-209.

Jaffe, A. B., Peterson, S. R., Portney, P. R. and Stavins, R. N. 'Environmental Regulation and the Competitiveness of U.S. Manufacturing: What Does the Evidence Tell Us?' *Journal of Economic Literature* 33, no. 1 (1995), pp. 132-163.

Kotz, S., Balakrishnan, N. and Johnson, N., *Continuous Multivariate Distributions. Vol. 1. Models and Applications*. Vol. Vol. 1. Models and applications (New York, 2000).

Lanoie, P., Laurent-Lucchetti, J., Johnstone, N. and Ambec, S., *Environmental Policy, Innovation and Performance: New Insights on the Porter Hypothesis* (Montreal, 2007).

Norsworthy, J. R., Harper, M. J. and Kunze, K. 'The Slowdown in Productivity Growth: Analysis of Some Contributing Factors', *Brookings Papers on Economic Activity* 1979, no. 2 (1979), pp. 387-421.

Perez Espejo, R., Ibarra, A. A. and Escobedo Sagaz, J. L. 'Agriculture and Water Pollution: Farmers Perceptions in Central Mexico', *International Journal of Water Resources Development 27 (1): 253-263* 27, no. 1 (2011), pp. 253-263.

Porter, M. E. and van der Linde, C. 'Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship', *Journal of Economic Perspectives* 9, no. 4 (1995), pp. 97-118.

Silverman, B. W., Density Estimation for Statistics and Data Analysis (Boca Raton, 1998).

Spanos, A., Statistical Foundations of Econometric Modelling (Cambridge, UK, 1986).

——. 'Where Do Statistical Models Come From? Revisiting the Problem of Specification', *Lecture Notes-Monograph Series* 49 (2006), pp. 98-119.

Wagner, M., The Porter Hypothesis Revisited: A Literature Review of Theoretical Models and Empirical Tests (Luneburg, 2003).

Wooldrige, J., Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data (Cambridge, MA, 2002).

#### **Tables**

Table 1. Sample statistics for 563 manufacturing plants. Source: Annual Industrial Survey (INEGI 2003).

	Mean	SD	Minimum	Maximum	Skewness	Kurtosis
Productivity (value added /employees)	279.48	437.18	53	5,634	6.23	58.28
Pollution abatement expenditures	4,852.31	26,802.24	0	484,278	13.01	205.84

**Table 2. Exponential Gumbel regression model.** 

Parameter	Coefficient
δ	0.97
•	(0.0095)
Correlation coefficient ( $\rho$ )	-0.4
Additional contr	ol variables
Foreign firm	Yes
Energy intensity	Yes
Technological capabilities	Yes
No. Observations	563

Note: Controls are dummy variables which take value of one if the firm is a foreign one, is based on energy intensive processes, and has big technological capabilities. Other regressors were excluded based on F-tests.

Standard errors are shown in parentheses.

Table 3. Misspecifications tests for the exponential Gumbel regression model.

Misspecifications tests	F-Test	P-value
Additional non-linearity in mean	1.71	0.1917
Trend in conditional mean	1.92	0.1666
Mean well-specified: alpha = 1	3.48	0.0627
Mean well-specified: gamma = 1	2.30	0.1299

Note: Misspecifications tests are explained in detail in Appendix B.

Table 4. Marginal effects of environmental regulation on manufacture productivity at plant level in Mexico.

	Normal linear regression model (OLS)		Exponenti	al Gumbel 1	egression	model (ML	E)
		10%	25%	50% (Median)	75%	90%	Mode
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Marginal effects	-0.0004	-0.1817	-0.0435	-0.0074	-0.0014	-0.0003	-0.3148

OLS: Ordinary Least Squares estimator

#### Figure captions

Figure 1. Productivity levels at plant level of the Mexican manufacture industry in 2002 (n=563). Source: Annual Industrial Survey ((INEGI 2003)).

Figure 2. Pollution abatement expenditures at plant level of the Mexican manufacture industry in 2002 (n=563). Source: Annual Industrial Survey ((INEGI 2003)).

Figure 3. Kernel distribution for the productivity data.

Figure 4. Kernel distribution for the pollution abatement expenditures data.

Figure 5. Bivariate density estimate of productivity and pollution abatement expenditures (normal Kernel).

Figure 6. Contours of the joint distribution function and regression curve (productivity and pollution abatement expenditures). The thick line represents a nonlinear regression curve associated to the empirical distribution. Thin lines represent some contours of the empirical distribution.

Figure 7. a) Normal bivariate density. b) Exponential Gumbel bivariate density with probability contour plot.

## Effects of Stock Market Development on Economic Growth in Southeast Asia and Latin America

Miguel A. Tinoco Zermeño<sup>1</sup> Víctor H. Torres Preciado<sup>2</sup> Bismarck Javier Arevilca Vásquez<sup>3</sup>

#### Abstract

This paper aims to examine the influence of stock market development and the overall financial development on the rate of economic growth in Latin American (Mexico, Venezuela and Chile) and Southeast Asian countries (Malaysia, Thailand, Indonesia and the Philippines) over the period from 1980 to 2009. The study employs a nonparametric panel regression to test for the existence of 'poolability' of data and a balanced, within-effects panel regression to estimate the relationship between stock market development, financial development and the rate of economic growth. Overall, the results indicate that stock market development has exerted a positive effect in Southeast Asian countries, whereas in Latin America it has adverse effects. In addition, it is shown that financial development has been negative in the two groups of countries.

*Keywords*: Southeast Asia, Latin America, stock market development, financial development, economic growth.

#### Introduction

This paper studies the relationship between financial development, stock market development and economic growth in selected Southeast Asian and Latin American countries for the period from 1980 to 2009. Economic growth is a complex phenomenon caused by the interplay of many economic sectors using different combinations of labor, capital and technology. Financial institutions are an important sector that plays a crucial role in promoting economic growth through the allocation of savings to investment projects with the highest profit rates. Financial development, or the improvement in quantity, quality and efficiency of financial intermediary services (C. Calderon and L. Liu, 2003), is the process through which intermediaries enhance or retard output rates in an economy in the long run.

Since the 1960s Asia grew faster than any other region in the world. According to ADB (1997), East Asian countries achieved higher economic growth because of three factors: first, substantial potential for catching up due to low incomes and well-educated workers; second, favorable geographical and structural characteristics and pro-growth economic policies; and third, export promotion policies through free trade, convertible currencies, macroeconomic stability and a set of innovative institutions. The experience in Latin America has been contrary. Since the early 1980s many Latin American countries went through economic and financial crises, macroeconomic instability and social and political instability. Chile has been cited as a Latin American stars because it has enjoyed of accelerated growth along with economic stability.

There are some striking differences among the countries considered in this study during 1980-2009. The average real growth rate in Southeast was 5% while in Latin America it was 3%. Investment as a proportion of GDP was 28% in Southeast Asia and 22% in Latin America. The real growth of exports was significantly higher in the first region: 8.6% versus 4.6%. Some indicators of financial development are even more revealing: bank credit to the private sector divided by GDP, 60% versus 29%; liquid liabilities as a proportion of GDP, 67% versus 33%; and stock market capitalization over GDP, 57% versus 32%. Finally, as mentioned above, Southeast Asia had longer periods of macroeconomic stability, because the average inflation rate in the region was 7% against 25% in Latin America. A priori the data indicate that Asian financial institutions evolved and performed their functions in a pro-growth, more stable environment. Therefore, we hypothesize that in the region financial and stock market development exerted a positive effect on economic growth in the long run.

<sup>1</sup> Facultad de Economía Universidad de Colima. Postal address: Av. Josefa Ortiz de Dominguez 64, Col. La Haciendita, Villa de Álvarez, Col., México, C.P. 28970. Email: miguel tinoco@ucol.mx

<sup>2</sup> Facultad de Economía Universidad de Colima. Postal address: Av. Josefa Ortiz de Dominguez 64, Col. La Haciendita, Villa de Álvarez, Col., México, C.P. 28970. Email: tpreciadoo4@gmail.com

<sup>3</sup> Facoltà di Economia Università degli studi di Pavia, Italia. Postal address: Via San Felice, 5-27100 Pavia, Italia. Email: Bismarck. arevilca@gmail.com

To test the relationship between finance and growth, we use panel data from seven countries, namely Malaysia, Indonesia, Philippines, Thailand, Chile, Mexico and Venezuela for the period from 1980 to 2009. We conduct a "poolability" test in the data using a nonparametric panel regression. We found out that our data was partially poolable and it was enough to proceed with our estimations based on balanced, within effect panel data model. Our main results indicate that financial development has been, in general, negative in the countries considered in this study. However, using stock market development as an explanatory variable we showed that securities markets have positive growth effects in Southeast Asia and negative effects in Latin America.

This paper is structured as follows. The first section discusses the literature concerning some studies of the influence of stock markets and financial development on economic growth. The following sector explains our econometric strategy and the data employed in the balanced, within effects panel data model. Section four discusses the nonparametric approach used in this paper to test for data "poolability" and the estimation results from the panel data model. The last section concludes.

#### 1. Literature Review

The economic theory postulates that financial markets have a primordial role in promoting a country's economic activity. There are several channels through financial intermediaries affect both the level and the rate of economic growth. M Pagano (1993) introduces a simplified growth model known as the "AK" model composed of the following equations:

$$Y_{t} = AK_{t} \tag{1}$$

$$I_{t} = K_{t+1} \square (1 \square \square) K_{t}$$
 (2)

$$\Box S_t = I_t \tag{3}$$

$$g = A \frac{I}{Y} \square \square = A \square s \square \square \tag{4}$$

where Y is the aggregate output, K is the aggregate capital stock, I is the aggregate investment, A is the level of technology in the economy,  $\delta$  is the rate of depreciation of the capital stock. g represents the steady-state growth rate which is obtained by assuming that  $g_{t+1} = Y_{t+1} / Y_t \Box 1 = K_{t+1} / K_t \Box 1$  and substituting into Eq. (1-3). The model also assumes a closed economy with no government, that in capital market equilibrium gross saving  $S_t$  equals gross investment  $I_t$  and "that a proportion  $1 \Box \Box$  is 'lost' in the process of financial intermediation" (M. Pagano, 1993, p. 614).

Intermediaries can affect the process of economic growth by raising the investment rate  $\phi$ , the social marginal productivity of capital A and the private saving rate s. First, financial institutions capture resources from economic agents through competitive real interest rates, as postulated by R. I. McKinnon (1973) and E. Shaw (1973). An increase in real interest rates makes deposits more attractive. However, part of those resources are decreased by the cost of intermediation that includes commissions, fees and taxation due to government regulations like reserve requirements, transaction taxes, among others (M. Pagano, 1993, p. 615). Second, intermediaries can improve the allocation of capital by choosing investment projects with the highest rates of returns and therefore promoting economic growth. Here the main channel occurs through bank credit to private firms. Typically institutions evaluate alternative investment projects and could induce firms to investment in riskier and more productive technologies (*Ibid*, p. 615). Finally, if financial intermediaries are able to attract savings while capital markets develop at the same time, households have access to higher consumer credit, for instance, that stimulates firms' production.

As part of financial intermediaries, stock markets are able to enhance economic growth. A. Demigüç-Kunt and R. Levine (1996) argue that securities markets could affect economic growth through several channels. First, through the creation of liquidity:

"Many profitable investments require a long-term commitment of capital, but investors are often reluctant to relinquish control of their savings for long periods. Liquid equity markets make investment less risky and more attractive because they allow savers to acquire an asset—equity—and to sell it quickly and cheaply if they need access to their savings or want to alter their portfolios. At the same time, companies enjoy permanent access to capital raised through equity issues. By facilitating longer-term, more profitable investments, liquid markets improve the allocation of capital and enhance prospects for long-term economic growth" (*Ibid*, p. 229).

Second, through risk diversification given that stock markets tend to be internationally integrated, although economic theory is ambiguous in this respect. Even if markets are internationally integrated thus allowing risk sharing of risky projects and shifting to higher-return projects, the need for precautionary saving is reduced. As a consequence, savings rates, investment and economic growth are reduced (*Ibid*, p. 230). Third, securities markets can also affect growth by improving the amount and quality of information about firms. "To the extent that larger, more liquid stock markets increase incentives to research firms, the improved information will improve resource allocation and accelerate growth".

R. Levine and S. Zervos (1996) examine the relationship between stock market development and economic growth with pool cross-country, time-series regressions using data on forty-one countries for period from 1976 to 1993. They build an index of stock market development by combining information on stock market size, trading, and integration. Their control variables include initial GDP per capita, political stability, investment in human capital, and measures of monetary, fiscal, and exchange rate policy. Their main conclusion is that "stock market development remains positively and significantly correlated with long-run economic growth" (*Ibid*, p. 325).

With cointegration analysis and a vector error correction model S. Nieuweburgh et al. (2006) find out that stock market development caused economic growth in Belgium in the period between 1893 and 1935. The authors construct new stock market indicators based on the Belgian companies whose main economic activity is located in Belgium, foreign companies with main activity abroad, Belgian colonial companies, Belgian companies with main economic activity abroad and foreign companies with main activity in Belgium (*Ibid*, p. 19). Lastly, J. Durham (2002) examines whether stock market liberalization has positive long- and short-run effects on economic growth using a sample of up to 64 countries from 1981 to 1998. His results point out that "stock market development has a more positive impact on growth for greater levels of per capita GDP, lower levels of country credit risk, and higher levels of legal development" (*Ibid*, p. 211).

In summary, the economic theory and empirical evidence provide strong support for the role of the positive financial development and stock markets in fostering economic growth in the long-run in both developed and developing countries.

#### 3 Econometric Model and Data

The whole data set comes from the *World Development Indicators* of the World Bank, the *International Financial Statistics* of the International Monetary Fund, and the *Financial Structure Database 2009* which contains time series of financial development indicators and is updated yearly.

Our main specification is as follows:

$$Y_{it} = \square_0 + \square_1 P_{it} + \square_2 L I_{it} + \square_3 X_{it} + \square_4 I N F_{it} + \square_5 G C_{it} + \square_6 F D_{it} + \square_7 S T K_{it} + \square_{it}$$

$$\tag{5}$$

where i refers to the country and t to the time period. Our dataset has seven economies over the period from 1980 to 2009.  $Y_{it}$  is the annual real growth rate of the gross domestic product (GDP).  $P_{it}$  is the annual growth rate of population.  $LI_{it}$  is the natural logarithm of the sum of gross fixed capital formation and change in inventories over the GDP in constant terms.  $X_{it}$  is the annual growth rate of exports measured in constant local currency.  $INF_{it}$  represents the inflation measured by the annual growth rate of GDP deflator.  $GC_{it}$  refers to the natural logarithm of general government spending over GDP.  $FD_{it}$  is a composite measure of financial development that comprises three indicators in natural logs: liquid liabilities divided by GDP, private credit by deposit money banks divided by GDP, and stock market capitalization over GDP ( $STK_{it}$ ). Finally,  $\varepsilon_{it}$  represents the residuals.

Table 1 presents the descriptive statistics of variables. In the table we can observe that on average economic growth has been higher in Southeast Asian than in Latin America (5.01% versus 3.13%), as well as all measures of financial and stock market development.

**Table 1. Descriptive Statistics** 

Variable	Southeast Asia			Latin America				
variable	Mean	Std. Dev.	Min.	Max.	Mean	Std. Dev.	Min.	Max.
Y	0.0501	0.0416	-0.1313	0.1329	0.0313	0.0507	-0.1032	0.1229
P	0.0189	0.0062	0.0056	0.0297	0.0178	0.0052	0.0097	0.0320
I	0.2775	0.1089	0.1435	0.6148	0.2185	0.0599	0.0963	0.4201
X	0.0862	0.1095	-0.3181	0.3981	0.0459	0.1155	-0.1972	0.6963
PC	0.5980	0.3999	0.0805	1.6596	0.2901	0.1904	0.0642	0.7825
LY	0.6668	0.3449	0.1425	1.3233	0.3316	0.1250	0.1214	0.6944
STK	0.5650	0.5972	0.0006	2.8243	0.3242	0.3610	0.0149	1.4715
INF	0.0729	0.0936	-0.0864	0.7527	0.2483	0.2607	0.0024	1.4100
GC	-2.3732	0.2358	-2.7532	-1.8394	-2.0283	0.2041	-2.3975	-1.4687

Given that the variables of liquid liabilities, private credit and stock market capitalization tend to be highly correlated, we used the statistical method of principal components to calculate our measure of financial development (see Table 2). This statistical method helps in avoiding the problem of high correlation among variables and hence multicollinearity and incorrect inferences (A. Jalil et al., 2010). What this method does is "to transform the correlated variables into a smaller of uncorrelated variables called principal components, while retaining most of the original variability in the data" (A. Jalil et al., 2010, p. 191). However, in the empirical results we only highlight the role of the variables of financial development and stock market capitalization.

Figure 1 shows the indicators of financial development and stock market capitalization for the countries under study. It can be seen that in Latin American the size of both indicators is smaller than in the Southeast Asian countries. Malaysia's financial development and stock market capitalization has greatly surpassed the rest of the countries. On the other hand, the evolution of the two indicators in Chile has been remarkable overpassing the GDP, while in Venezuela they have been depressed. Our empirical results capture the aforementioned effects of the stock market capitalization on the rates of economic growth: positive in the case of the Southeast Asian countries, and negative in the case of the Latin American countries.

**Table 2. Principal Component Analysis** 

	Mexi	ico			Chile	;	
Cumulative P	roportion (Varia	ince of PC1):	0.6896	Cumulative Pr	Cumulative Proportion (Variance of PC1):		
Variable	PC 1	PC 2	PC 3	Variable	PC 1	PC 2	PC 3
LLY	0.504021	0.785542	0.359008	LLY	0.5713	-0.603	0.5569
LPC	0.651909	-0.073347	-0.754742	LPC	0.6389	-0.0993	-0.7629
LSTK	0.566549	-0.614446	0.54907	LSTK	0.5153	0.7916	0.3285
	Venez	uela			Indone	sia	
Cumulative P	roportion (Varia	ince of PC1):	0.7576	Cumulative Pr	oportion (Variat	ice of PC1):	0.8393
Variable	PC 1	PC 2	PC 3	Variable	PC 1	PC 2	PC 3
LLY	0.6296	0.2789	0.7251	LLY	0.53	0.8351	0.147
LPC	0.6145	0.3923	-0.6845	LPC	0.6099	-0.255	-0.7504
LSTK	-0.4754	0.8765	0.0756	LSTK	0.5892	-0.4874	0.6445
	Mala	ysia			Philippi		
Cumulative P	roportion (Varia	nce of PC1):	0.8168	Cumulative Pr	oportion (Variat	ice of PC1):	0.7304
Variable	PC 1	PC 2	PC 3	Variable	PC 1	PC 2	PC 3
LLY	0.6268	-0.0255	-0.7787	LLY	0.4646	0.8705	0.1626
LPC	0.5557	-0.686	0.4698	LPC	0.6434	-0.2056	-0.7374
LSTK	0.5462	0.7272	0.4158	LSTK	0.6085	-0.4472	0.6555
	Thaila						
Cumulative P	roportion (Varia	nce of PC1):	0.8907				
Variable	PC 1	PC 2	PC 3				
LLY	0.5784	-0.5378	0.6134				
LPC	0.5836	-0.2525	-0.7718				
LSTK	0.57	0.8044	0.1678				

Fuente: Authors' calculations.

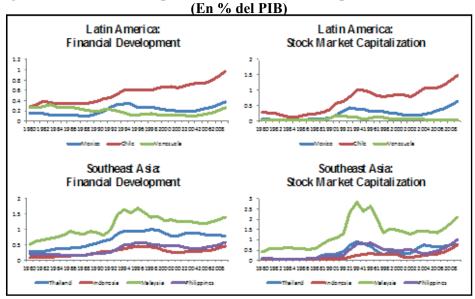


Figure 1. Financial Development and Stock Market Capitalization, 1980-2009

Source: Authors' calculation and Financial Structure Database 2009.

#### 4. Empirical Results

This paper uses a nonparametric estimation of panel data to find out the existence of 'poolability' in our data (J. Racine, 2008). The nonparametric estimation assumes no a priori hypothesis in relation to the density function of data, in the sense that the latter "...determines the shape of the density, without constraining the function to belong to any particular family of distributions" (I. Ahamada and E. Flachaire, 2010).

Following J. Racine (2008), let us consider the following nonparametric panel data model:

$$Y_{it} = g(X_{it}) + u_{it}, \quad i = 1, 2, \square, N, \ t = 1, 2, \square, T$$
 (6)

where  $g(\Box)$  is an unknown smooth function.  $X_{it} = (X_{it,1}, \Box, X_{it,q})$  is of dimension q, all other variables are scalars and  $E(u_{it} \mid X_{i1}, \Box, X_{iT}) = 0$ . In this case, time series are be "poolable" if it is possible to effectively "pool" the data by adding both i and t ignoring the time dimension of series and then applying a nonparametric regression method. The next step consists in introducing an unordered discrete variable (in our case, the year which goes from 1 to 30 or from 1980 to 2009) and estimate  $E(Y_{it} \mid Z_{it}, \Box_i)$  non-parametrically using a mixed discrete

and continuous kernel approach,<sup>4</sup> such as the Gaussian kernel represented by  $k(x) = \frac{1}{\sqrt{2\square}} e^{-\frac{x^2}{2}}$ . The final step is to cross validate with a parameter associated with  $\square_i$  to select the smoothing parameter, which can be denoted by  $\hat{\square}$ : if the  $0 < \hat{\square} < 1$ , we say the data is partially poolable, if  $\hat{\square} = 0$  the data is not poolable and if  $\hat{\square} = 1$  the data is fully poolable.

Table 2 shows the bandwidth summary for the local linear economic growth panel data model. In all cases we can see that at least  $0 < \hat{\square} < 1$  or  $\hat{\square} = 1$  in the case of the full set of data comprising all countries. In fact, the Southeast Asian factor values are better than those of Latin America. Given that our panel data is at least partially poolable, then we can proceed to estimate our panel data model.

 $<sup>\</sup>overline{Z_{it}}$  is multivariate and it could include a set of explicative variables, for instance.

Table 3. Bandwidth Summary for Panel Data

			 ninary tor ranci L		
(A) Full Se	t: explanatory var	iable FD	A) Full Set: 6	explanatory varial	ole STK
Variable	Bandwidth	Scale Factor	Variable	Bandwidth	Scale Factor
P	33823.79	9933493	P		
LI	0.8298269	6.535436	LI		
X	0.2795014	5.422761	X		
FD	0.3699097	1.826313	STK		
INF	0.506184	8.721854	INF		
GC	0.106356	0.6471617	GC		
Ordered (YEAR)	1.0000	Lambda Max: 1	Ordered (YEAR)		
Factor (CTRY)	0.1356437	Lambda Max: 1	Factor (CTRY)		
(B) Latin Ame	rica: explanatory	variable FD	(B) Latin Americ	ca: explanatory va	riable STK
` /	rica: explanatory	variable 1 D	` '	···· •	madic 511c
Variable	Bandwidth	Scale Factor	Variable	Bandwidth	Scale Factor
` ′	1				
Variable	Bandwidth	Scale Factor	Variable	Bandwidth	Scale Factor
Variable P	Bandwidth 38795.74	Scale Factor 16257790	Variable P	Bandwidth 9642.512	Scale Factor 4040802
Variable P LI	Bandwidth 38795.74 3010390	Scale Factor 16257790 21014425	Variable P LI	Bandwidth 9642.512 520983.5	Scale Factor 4040802 3636794
Variable P LI X	Bandwidth  38795.74  3010390  0.2432389	Scale Factor 16257790 21014425 4.335998	Variable P LI X	Bandwidth 9642.512 520983.5 0.2432478	Scale Factor 4040802 3636794 4.336156
Variable  P  LI  X  FD	Bandwidth  38795.74  3010390  0.2432389  713987.4	Scale Factor 16257790 21014425 4.335998 7413662	Variable P LI X STK	Bandwidth  9642.512  520983.5  0.2432478  2842626	Scale Factor 4040802 3636794 4.336156 29516303
Variable  P LI X FD INF	Bandwidth  38795.74  3010390  0.2432389  713987.4  3168052	Scale Factor  16257790 21014425 4.335998 7413662 29162852	Variable  P  LI  X  STK  INF	Bandwidth 9642.512 520983.5 0.2432478 2842626 5204622	Scale Factor  4040802  3636794  4.336156  29516303  47910078
Variable  P LI X FD INF GC	Bandwidth  38795.74  3010390  0.2432389  713987.4  3168052  0.1068184	Scale Factor  16257790 21014425 4.335998 7413662 29162852 1.114888	Variable  P  LI  X  STK  INF  GC	Bandwidth  9642.512 520983.5 0.2432478 2842626 5204622 0.1067935	Scale Factor  4040802  3636794  4.336156  29516303  47910078  1.114627

(C) Southeast	Asia: explanatory	variable FD	(C) Southeast Asia: explanatory variable (STK)			
Variable	Bandwidth	Scale Factor	Variable	Bandwidth	Scale Factor	
P	0.005746415	1.495618	P	0.003877359	1.009159	
LI	0.5896952	3.599081	LI	80416.95	490808.1	
X	214708.2	3991106	X	30228.74	561907.3	
FD	0.3202228	1.268968	STK	0.4159366	1.422713	
INF	0.03682356	1.336044	INF	0.04463931	1.619617	
GC	408151.5	2793695	GC	4916623	33653064	
Ordered (YEAR)	1.00000	Lambda Max: 1	Ordered (YEAR)	1.00000	Lambda Max: 1	
Factor (CTRY)	1.00000	Lambda Max: 1	Factor (CTRY)	0.8554529	Lambda Max: 1	

Source: Authors' calculation.

In Table 4 most of our control variables are strongly related to the real rate of economic growth, depending on the specification. In all specifications GC is insignificant and in the case of Latin America it has a negative sign, which could imply that it has ineffective in promoting economic growth. In the case of the annual growth rate of population, the coefficients are higher and significant with respect to Mexico, Venezuela and Chile, meaning that output has been labor intensive in those countries during the period under study. LI is highly significant in all panel regressions with the expected positive sign. However, the size of its coefficient is smaller than those of P. In addition, our variable of real growth of exports X has the expected sign across regressions, with the exception of specification (2B). Finally, the control variable INF has a negative sign as found in previous studies and it is statistically significant is most regressions, except in (2B).

Table 4. Balanced, Within Effects Panel Regression Results

Dependent vari	able: Y Pa	nel Model: With	in				
Variable	(Ful	1) l set) T = 30	(Latin A $n = 3$ ,		(Souther	(3) heast Asia) 4, T = 30	
	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	
P	0.9962 (1.1729)	2.0112** (2.4218)	0.9656 (0.7232)	0.510580 (0.333)	2.1566 * (2.0451)	3.2779 *** (3.5986)	
LI	0.0543 *** (4.1650)	0.0450 *** (3.5011)	0.0804 *** (3.7765)	0.07780 ** (3.3400)	0.0430 ** (2.8210)	0.0331 * (2.1598)	
X	0.1079 *** (3.9915)	0.1099*** (4.0029)	0.0778 . (1.7181)	0.0778 (1.5768)	0.1392 *** (4.8636)	0.1430 *** (5.0334)	
FD	-0.0620 * (-2.5322)		-0.2152 *** (-3.5875)		-0.0231 (-1.1675)		
STK		0.0056 (0.5186)		-0.0634 . (-1.8362)		0.0155 . (1.7447)	
INF	-0.0598 *** (-3.4906)	-0.0573 *** (-3.2967)	-0.0414 . (-3.5875)	-0.0211 (0.3666)	-0.2416 *** (-6.7898)	-0.2324 *** (-6.6146)	
GC	0.0001 (0.0071)	0.0364 (1.7028)	-0.0710 . (-1.9330)	-0.0339 (-0.8423)	-0.0145 (-0.4497)	0.0145 (0.5052)	
Observations	210	210	90	90	120	120	
$\mathbb{R}^2$	0.2105	0.1859	0.2427	0.1574	0.4388	0.4471	
Adjusted R <sup>2</sup>	0.1975	0.1744	0.2185	0.1417	0.4022	0.4099	
F	8.7541	7.4981	4.3274	2.5235	14.3325	14.8256	
		Standar	d errors				
	*** p <	0.00 ** p < 0.00	)1 * p < 0.01 '.'	P < 0.05			

*Note*: t-values are in parenthesis.

The evidence on stock market development and economic growth is at best mixed. In a highly influential study, R. Atje and B. Jovanovic (1993) found a positive relationship between stock market development and the rate of economic growth. In an study where the Mankiw, Romer and Weil (1992) model is augmented, A. Cooray (2010) found strong support for the influence of stock markets on growth for a cross section of 35 developing countries. As explained by the author, since the OLS estimation of equations could lead to bias and inconsistent parameters due to the problem of endogeneity, the GMM technique was also employed. The estimation results show that the stock market variables are all significant at the 5% level in all regressions.

Contrary to the previous studies, D. Harris (1997) re-examines the link between stock markets and growth using current investment rather than lagged investment in a two stage least squares to avoid the problem of endogeneity. The author's sample is divided into developed and less-developed countries; he found that stock markets have a small influence on growth in the more advanced countries.

A. Enisan and A. Olufisayo (2008) analyze the long run and casual relationship between economic growth and stock market developing with the econometric technique known as autoregressive distributed lag bounds test. Their results are mixed: they found a cointegration relationship between stock market and growth in Egypt, South Africa, Cote D'Ivoire, Kenya, Morocco and Zimbabwe, but their tests failed to show any relationship in the case of Nigeria using market size as indicator of stock market development.

Finally, in Table 4 it can be seen that the sign of the indicator of stock market development is negative in the case of the Latin American countries and positive in the case of the Asian countries, although in both cases the effect is small. For Latin America, results point out that if stock market development increases 10%, then the rate of economic growth will decrease 0.6%, while in Southeast Asia if it increases 10% their GDP will grow 0.15% on average. On the other hand, our indicator of financial development has a negative sign for the full set of countries and Latin America, indicating the financial sector has not promoted effectively economic growth. Nonetheless, it should be pointed out that the negative effect comes mainly from the indicators of liquid liabilities and private credit by deposit money banks. Therefore, for the full set an increase of 10% in financial development means a fall of roughly 0.6% in GDP, whereas in Latin America alone means a decrease of 2%.

#### Conclusions

In this paper we have investigated the relationship between stock market development, financial development and economic growth in several countries of Southeast Asia (i.e., Indonesia, Malaysia, Thailand and Philippines) and Latin America (Mexico, Venezuela and Chile) using data for the period from 1980 to 2009. Our study investigated the link with a nonparametric regression of a panel data model to test for the significance of data "poolability" and a balanced, within effects panel data model.

In this study we controlled for the population growth rate, the investment intensity with respect to output, the inflation rate, government spending and the real growth rate of exports. We found mixed evidence in favor of financial development and stock market development. In Latin America both indicators have exerted a negative influence on growth, while in Southeast Asia the stock market development has had positive effects on economic growth.

Our results have several policy implications. First, authorities should still emphasize the development of financial markets to enhance their contribution to growth. In Mexico and Venezuela financial markets are still underdeveloped in comparison to Southeast Asian countries where stock markets intermediate more than the value of GDP. Second, during the period under study the Latin American countries suffered from several deep recessions and crises that severely slowed down the development their financial systems, thereby disrupting the investment and savings channels through which financial institutions are supposed to enhance the economic activity.

This paper has not addressed other major issues in the financial research agenda such as the directionality of the finance-growth nexus, an area that corresponds to time series econometrics. Also, our empirical results can be improved by including other Asian and/or Latin American countries in our sample data.

#### References

Ahamada, I. and E. Flachaire (2010), Nonparametric Econometrics, Oxford University Press, London.

Asian Development Bank (ADB) (1997), **Emerging Asia: Changes and Challenges**, Asian Development Bank, Manila, Philippines.

Atje, R. and B. Jovanovic (1993), "Stock Markets and Development", **European Economic Review**, Vol. 37, pp. 632-644.

Beck, T., A. Demirgüç-Kunt and R. Levine (2010), "Financial Structure Database 2009", available at http://siteresources.worldbank.org/INTRES/Resources/469232-110744 9512766/ FinStructure 2009.xls

Calderon, C. and L. Liu (2003), "The Direction of Causality between Financial Development and Economic Growth", *Journal of Development Economics*, Vol. 72, pp. 321-334.

Cooray, A. (2010), "Do Stock Markets Lead to Economic Growth?", **Journal of Policy Modeling**, Vol. 32, pp. 448-460.

Demirgüç-Kunt, A. and R. Levine (1996), "Stock Markets, Corporate Finance, and Economic Growth: An Overview", **The World Bank Economic Review**, Vol. 10, pp. 223-239.

Durham, J. (2002), "The Effects of Stock Market Development on Growth and Private Investment in Lower-Income Countries", **Emerging Markets Review**, Vol. 3, pp. 211-232.

Enisan, A. and A. Olufisayo (2009), "Stock Market Development and Economic Growth: Evidence from Seven Sub-Sahara African Countries", **Journal of Economics and Business**, Vol. 61, pp. 162-171.

Harris, D. (1997), "Stock Markets and Development: A Re-assessment", **European Economic Review**, Vol. 41, pp. 139-146.

International Monetary Fund, "International Financial Statistics", available at http://www.imfstatistics.org/ Jalil, A., M. Feridun and Y. Ma (2010), "Finance-Growth Nexus in China Revisited: New Evidence from Principal Components and ARDL Bounds Tests", **International Review of Economics and Finance**, Vol. 19, pp. 189-195.

Levine, R. and S. Zervos (1996), "Stock Market Development and Long-Run Growth", **The World Bank Economic Review**, vol. 10, pp. 323-339.

McKinnon, R. I. (1973), **Money and Capital in Economic Development**, Brookings Institution, Washington, DC.

Nieuweburgh, S., F. Buelens and L. Cuyvers (2006), "Stock Market Development and Economic Growth in Belgium", **Explorations in Economic History**, Vol. 43, pp. 13-38.

Pagano, M. (1993), "Financial Markets and Growth", **European Economic Review**, Vol. 37, pp. 613-622. Racine, J. (2008), **Nonparametric Econometrics: A Primer**, now Publishers, Boston, MA.

Shaw, E. (1973), **Financial Deepening in Economic Development**, Oxford University Press, New York, NY.

## Modelo alternativo para caracterizar la producción del sector eléctrico en México

Alexander Galicia Palacios<sup>1</sup> Miguel Flores Ortega<sup>2</sup>

#### Resumen

En este trabajo se presenta un modelo de la función de producción translogarítmica para el sector eléctrico en México; el procedimiento para estimar esta función parte de un análisis estructural de las principales características de la función de producción y se realiza la comparación con la función Cobb-Douglas y se evalúa de forma empírica la sensibilidad de los parámetros de la función y su relación con los factores de la producción.

Se examinan los métodos para estimar la función de producción translogaritmica y se propone un modelo general, basado en una función inversa de demanda que adiciona la tecnología de producción. La función de producción describe la relación que existe entre los niveles de los factores productivos de entrada y los niveles de producción de los productos de salida. Los resultados muestran, que si el análisis estadístico presenta resultados negativos las pruebas de especificación paramétrica han sido estimadas erróneamente.

Palabras clave: Función de producción, función translogaritmica, factores de la producción, función de costos, función Cobb-Douglas.

Clasificación JEL: C1, C2, C14, E13, E23

#### Abstract

This paper presents a model of the translog production function for the electricity sector in Mexico, the procedure for estimating this function from a structural analysis of the main features of the production function and makes the comparison with the Cobb-Douglas and empirically evaluates the sensitivity of the parameters of the function and its relation to the factors of production.

It discusses methods for estimating the translog production function and proposes a general model based on inverse demand function that adds the technology of production. The production function describes the relationship between levels of productive inputs and production levels of output products. The results show that if statistical analysis shows negative parametric specification tests have been estimated incorrectly.

Keywords: production function, translog function, factors of production, cost function, Cobb-Douglas. JEL Classification: C1, C2, C14, E13, E23

#### 1. Introducción

En el estudio de la ciencia económica el análisis de la producción se efectúa con modelos de carácter dinámico y resulta relevante analizar la conformación de la dotaciones de factores productivos que repercuten en los costos y precios, tanto en términos absolutos como relativos, en este contexto es deseable obtener una función de producción que represente la combinación óptima de factores de la producción que permitan obtener de forma eficiente la cantidad de un producto al mínimo costo que representa la condición del nivel máximo de producción.

Cuando se utiliza un modelo reducido, donde las variables de la función de producción se expresan en unidades de trabajo se esta frente a un modelo de crecimiento neoclásico; la función de producción sirve de base para determinar qué parte del aumento de la producción se debe al crecimiento de un factor en particular y qué parte corresponde al progreso tecnológico, tanto endógeno o exógeno, en este sentido la función de producción se utiliza como base para estimar la producción potencial y la estructural del uso de los factores de la producción, para lograr esto se utiliza un modelo que es una generalización del que utilizaron Christensen, Jorgenson y Lau (1971,1973, 1975), y se mantiene el supuesto teórico de la dualidad que introdujo Diewert (1974).

El trabajo se estructura en siete apartados, se inicia con una introducción, al que sigue un segundo apartado donde se presentan los conceptos principales de la teoría sobre la función de producción neoclásica; en el tercer apartado se resumen los aspectos de la función de producción Cobb-Douglasy se deja en la cuarta sección el desarrollo de la función

<sup>1</sup> Estudiante del Doctorado en Ciencias Económicas, Escuela Superior de Economía del Instituto Politécnico Nacional.

<sup>2</sup> Profesor Investigador de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, de la Escuela Superior de Economía del Instituto Politécnico Nacional.

translogarítmica y en el quinto se analizan los argumentos teóricos de la función translogarítmica de producción y la transformación para obtener los costos de producción; en la sección seis se presenta la metodología para caracterizar de forma empírica el modelo de la función translogarítmica de producción y los costos de producción para el sector eléctrico Mexicano, por ultimo se presentan las conclusiones de la investigación.

#### 2. Fundamentos de la función de producción neoclásica

Una función de producción se define por la relación de tecnológica que hay entre los insumos utilizados y los bienes producidos a partir de los insumos, representa la cantidad máxima de producción que se puede obtener empleando eficientemente una cantidad dada de los factores de la producción. En una economía donde la oferta  $Y_1$ , se encuentra determinada por tres factores productivos que son el trabajo  $L_1$  la suma total invertida en el proceso productivo, el capital  $K_1$  que suma de todos los bienes físicos que se utilizan en la producción y la tecnología  $A_1$  que es un factor no tangible en el proceso de producción, la matemática que se conoce como función de producción neoclásica:

$$Y_t = F(X_t, L_t, A_t)(2)$$

La función de producción de la expresión 2 cumple con las siguientes propiedades:

• Homogeneidad de grado uno, se conoce como rendimientos constantes a escala, sí se incrementan en las mismas proporciones el capital  $K_t$  y el trabajo  $L_t$  se duplica la producción; esta propiedad se expresa de forma matemática como:

$$F(\times K,\times L,A) = \times F(K,L,A) = \times F(K,L,A)(2.1)$$

Es debe señalar que el factor tecnológico es el conocimiento que lleva a la mezcla óptima de los factores: capital  $K_{\rm f}$  y trabajo  $L_{\rm T}$ , por esta razón para obtener el doble del producto no es necesario duplicar el uso de los factores, solo utilizarlos en la proporción adecuada.

• La productividad marginal de los factores es positiva pero decreciente: la tecnología presenta rendimientos decrecientes del capital y del trabajo cuando se incrementa la producción. Un incremento del factor trabajo sin cambiar el monto del capital incrementa la producción en una proporción que no cambia con el tiempo. Por otro lado, si se incrementa el monto del capital se incrementa la producción pero lo hace invariante a lo largo del tiempo. Esto significa que la productividad marginal del capital y del trabajo son positivos pero diferentes.

Esto significa que la productividad marginal de un factor se obtiene de la derivada parcial de la producción con respecto al factor en cuestión y se expresa de la forma siguiente:

$$\left[\frac{\partial F}{\partial K} > 0, \frac{\partial F}{\partial L} > 0\right]$$
 (2.2)

La segunda derivada presenta resultados negativos; por lo tanto existen rendimientos decrecientes y se expresa por:

$$\left[\frac{\partial^2 F}{\partial K^2} < 0, \frac{\partial^2 F}{\partial L^2} < 0\right] \tag{2.3}$$

• Condiciones de Inada: implica que la productividad marginal del capital se aproxima a cero cuando el capital tiende a infinito y tiende a infinito cuando el capital se aproxima a cero:

$$\frac{\lim_{k \to \infty} \partial F}{K} = 0, \frac{\lim_{k \to 0} \partial F}{\partial k} = \infty \tag{2.4}$$

De forma análoga cuando la función representa al factor trabajo se escribe como:

$$\frac{\lim_{L\to 0}\partial F}{\partial L} = 0 \ y \frac{\lim_{L\to 0}\partial F}{\partial L} = \infty \tag{2.5}$$

#### 3. Aspectos generales de la función de producción Cobb-Douglas

La función Cobb-Douglas satisface las propiedades de una función de producción neoclásica ( $0 \le n \le 1$ ) que se escribe como:

$$y_t = A_t K_t^{\alpha} L_t^{1-\alpha} \tag{3}$$

La función presenta las siguientes propiedades:

- Rendimiento de capital = (Producto marginal del Capital)  $\cdot K = \alpha Y$
- Rendimiento del trabajo=(Producto marginal del trabajo)  $\cdot L = (1 \alpha)Y$

Donde:

 $\alpha$  = constante que mide el rendimineto del capital.

Y toma la forma:

$$Y = AK^{\alpha}L^{1-\alpha} \tag{3.1}$$

Donde:

 $\alpha = producto\ marginal\ del\ capital$ 

La función Cobb-Douglas presenta las característi:

• Rendimientos de escala constantes:

$$\Lambda(\times K)^{\alpha}(\times L)^{1-\alpha} = \times \Lambda K^{\alpha}L^{1-\alpha} = \times Y$$
 (3.2)

• La producción marginales del capital y del trabajo es positiva:

$$\frac{\partial Y}{\partial K} = \alpha A K^{\alpha - 1} L^{1 - \alpha} > 0 \tag{3.3}$$

$$\frac{\partial Y}{\partial L} = (1 - \alpha)AK^{\alpha}L^{-\alpha} > 0 \tag{3.4}$$

• La producción marginal es decreciente:

$$\frac{\partial^2 Y}{\partial K^2} = \alpha(\alpha - 1)AK^{\alpha - 2}L^{1 - \alpha} < 0 \tag{3.5}$$

$$\frac{\partial^2 Y}{\partial K^2} = (1 - \alpha)(-\alpha)AK^2L^{-\alpha - 1} < 0 \tag{3.6}$$

• Cumple con los requisitos de Inada:

$$\frac{\lim_{K \to \infty} \frac{\partial AK}{\partial K}}{\partial K} = \alpha A K^{\alpha - 1} L^{1 - \alpha} = 0, \frac{\lim_{K \to 0} \frac{\partial Y}{\partial K}}{K \to 0} = \alpha A K^{\alpha - 1} L^{1 - \alpha} = \infty$$
 (3.7)

$$\lim_{L \to \infty} \frac{\partial Y}{\partial L} = (1 - \alpha)AK^{\alpha}L^{-\alpha} = 0, \lim_{L \to 0} \frac{\partial Y}{\partial L} = (1 - \alpha)AK^{\alpha}L^{-\alpha} = \infty$$
 (3.8)

#### 4. Función translogarítmica

Al realizar el análisis del grado de sustitución entre los factores de la producción, mediante la estimación de las formas funcionales tradicionales de Cobb-Douglas y la Función de Sustitución de Elasticidad Constante (CES), se encontró que en particular la última resulta ser muy restrictivas para las elasticidades de sustitución analizadas, para la función Cobb-Douglas las elasticidades de sustitución son iguales a uno, mientras que la función de elasticidad de sustitución constante (CES) admite la posibilidad de elasticidades de sustitución diferentes a uno, pero no permite que existan elasticidades de sustitución negativas que corresponde a la condicción de complementos entre insumos.

La forma funcional de la ecuación logarítmica que propuesó Christensen, Jorgenson y Lau (1971), permite estimar el grado de sustitución de los factores productivos de forma flexible y se expresa de forma matemática como:

$$\ln F = \alpha_{0} + \alpha_{I} \ln I + \alpha_{C} \ln C + B_{K} \ln K + \beta_{L} \ln L + \alpha_{A} \ln A + \frac{\gamma_{AA}}{2} (\ln A)^{2} + \frac{\gamma_{CC}}{2} (\ln I)^{2} 
+ \frac{\gamma_{CC}}{2} (\ln C)^{2} + \gamma_{IC} \ln C + \gamma_{IA} \ln I \ln A + \gamma_{CA} \ln C \ln A + \frac{\varepsilon_{KK}}{2} (\ln K)^{2} 
+ \frac{\varepsilon_{LL}}{2} (\ln L)^{2} + \varepsilon_{KL} \ln K \ln L + \varepsilon_{KA} \ln K \ln A + \varepsilon_{LA} \ln L \ln A 
+ \delta_{IK} \ln I \ln K + \delta_{IL} \ln I \ln L + \delta_{CK} \ln C \ln K + \delta_{CL} \ln C \ln L = 0. \quad (4)$$

Donde:

I- cantidad de la investigación

*C*- cantidad de consumo

K - cantidad de capital

L- cantidad de trabajo

A - índice de productividad

La función propuesta por Christensen, Jorgenson y Lau (1971), asume que la maximización de los beneficios conducen a la productividad marginal condicional del tipo:

$$\frac{pil}{pkK} = \frac{\partial lnF}{\frac{\partial lni}{\frac{-3lnF}{3lnK}}}$$

$$= \frac{\alpha_t + \gamma_{tt} lnt + \gamma_{tc} lnC + \delta_{tK} lnK + \delta_{tL} lnL + \gamma_{tA} lnA}{-(\beta_K + \delta_{tR} lnt + \delta_{cR} lnC + \xi_{KK} lnK + \xi_{RL} lnL + \xi_{KL} lnA}$$
(4.1)

Por lo tanto una función de utilidad translogarítmica se expresar como:

$$\begin{split} \ln(\pi+1) &= \alpha_0 + \alpha_l lnp_l + \alpha_c lnp_c + \beta_K lnp_k + \beta_L lnp_L + \alpha_A lnA + \frac{1}{2} \gamma_{AA} (lnA)^2 + (lnA)^2 \\ &+ \frac{\gamma_{B}}{2} (lnp_l)^2 + \frac{\gamma_{CC}}{2} (lnp_l)^2 + \gamma_{IC} lnp_l lnp_c + \gamma_{IA} lnp_l lnA + \gamma_{CA} lnp_C lnA \\ &+ \frac{\mathcal{E}_{KK}}{2} (lnp_K)^2 + \frac{\mathcal{E}_{LL}}{2} (lnp_L)^2 + \mathcal{E}_{KL} lnp_K lnp_L + \mathcal{E}_{KA} lnp_K lnA \\ &+ \mathcal{E}_{LA} lnp_L lnA + \delta_{IK} lnp_l lnp_K + \delta_{IL} lnp_l lnp_L + \delta_{CK} lnp_C lnp_K \\ &+ \delta_{CL} lnp_C lnp_L = 0 \end{split}$$

Donde:

Pr - precio de la investigación

p. –precio del consumo

 $p_{\kappa}$  -precio de capital

 $p_{L}$  –precio de la fuerza de trabajo

La función de producción óptima utiliza la dotación de factores que describe la ecuación:

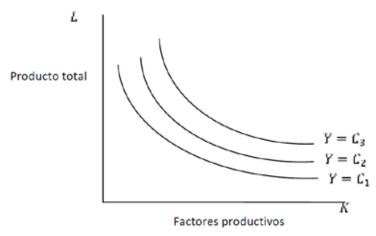
$$\frac{pil}{pkK} = \frac{\partial ln\pi}{\frac{\partial lnp_I}{\frac{\partial lnp_I}{\partial lnp_K}}}$$

$$= \frac{\alpha_I + \gamma_{II}lnp_I + \gamma_{IC}lnp_C + \delta_{IK}lnP_K + \delta_{IL}lnp_L + \gamma_{IL}lnA}{-(\beta_K + \delta_{IR}lnp_I + \delta_{LK}lnp_C + \epsilon_{KK}lnp_K + \epsilon_{KL}lnp_L + \epsilon_{KA}lnA}$$
(4.3)

### 5. Argumentos teóricos para el planteamiento de la función translogaritmica de producción y costos

En el análisis clásico de isocuantas, se observa que en los procesos de producción cuando se utilizan proporciones diferentes de los factores se sustituye un factor por otro de forma tal que se produce la misma cantidad del producto de manera eficiente. El argumento teórico que sustenta esta relación es el concepto de Tasa Marginal de Sustitución (TMS), el cuál mide la relación de intercambio entre factores de la producción, al aumentar la utilización de un factor se disminuye el uso de otro siempre que la producción permanezca constante.

Grafica 4.1. Curvas de isocuantas de una función de producción



Fuente: elaboración propia

La relación de cambio de la productividad marginal mediante la combinación óptima de los factores productivos se expresa de la forma siguiente:

$$TMS_{L,K} = \frac{\Delta K}{\Delta L} = \frac{PMg_L}{PMg_K}$$
 (5)

En base al grado de sustitución de los factores productivos, la función de producción asume una de las siguientes estructuras:

• Coeficientes fijos: no se permite la sustitución de los factores en términos de la relación capital-trabajo (K), pero se acepta que alguno de estos factores se utilicen en un mayor grado, sí se mantiene el nivel de producción constante la función de producción se expresa como:

$$Q = \min(\beta_K K, \beta_L L) \tag{5.1}$$

Donde:

Bi = coeficiente técnico del factor i,

iK, L=

dado que:

$$Q = \beta_K * K = \beta_L * L \tag{5.2}$$

Por lo tanto:

$$\frac{K}{L} = \frac{\beta_L}{\beta_V} \tag{5.3}$$

Coeficientes variables o continuos: cuando se admite la sustitución capital- trabajo  $\binom{n}{L}$ , en el proceso de producción. La cualidad más importante de una función de producción es el grado de homogeneidad, desde el punto de vista matemático se dice que una función de producción es homogénea de grado n si cada factor se multiplica por un número l, y la producción corresponde a ln veces el producto inicial:

$$F(\lambda K, \lambda L) = \lambda^n F(K, L) = \lambda^n Q \tag{5.4}$$

donde:

n= es constante y denota el grado de homogeneidad

l= es cualquier número real positivo

Es importante identificar cuando un factor se trata como fijo o variable por lo que se emplean categorías para determinar el nivel de utilización; un factor se asume fijo cuando no se modifica la cantidad que se utiliza en el proceso de producción. Por lo tanto, se afirma que en el corto plazo existen factores que se utilizan de forma fija, pero en el largo plazo todos los factores de la producción son variables.

### 6. Caracterización del modelo de la función translogaritmica de producción y de costos para el sector eléctrico en México

Cuando un factor de la producción es fijo y otro variable se aplica la ley de rendimientos decrecientes, la cuál dice que a partir de un nivel de producción dado cuando se agrega una cantidad adicional del factor variable al factor fijos, la unidad marginal del incremento de la producción cada vez es menos, se debe aclarar que la ley sólo es válida en el corto plazo.

La caracterización del modelo de producción translogaritmico para el sector eléctrico se expresa por la ecuación:

$$lnF = \frac{\alpha_0 + \alpha_D lnI + \alpha_{IR} lnK + \alpha_{IL} lnL + \alpha_C lnC + \alpha_{FC} lnFC + \alpha_{\gamma} lnY}{-(\beta_K + \delta_{IR} lnI + \delta_{CK} lnC + \varepsilon_{KK} lnK + \varepsilon_{KL} lnL + \varepsilon_{FC} lnFC + \varepsilon_{KT} lnY}$$
(6)

Por lo tanto:

$$\begin{split} \ln F &= \alpha_0 + \alpha_I lnI + \alpha_C lnC + \beta_K lnK + \beta_L lnL + \alpha_{FC} lnFC + \alpha_Y lnY + \frac{\alpha_{II}}{2} (lnI)^2 \\ &+ \frac{\alpha_{CC}}{2} (lnC)^2 + \frac{\alpha_{FC}}{2} (lnFC)^2 + \frac{\alpha_{YY}}{2} (lnY)^2 + \alpha_{IC} lnIlnC + \alpha_{YC} lnIlnFC \\ &+ \frac{\mathcal{E}_{KK}}{2} (lnK)^2 + \frac{\mathcal{E}_{LL}}{2} (lnL)^2 + \frac{\mathcal{E}_{FC}}{2} (lnFC)^2 + \mathcal{E}_{KL} lnKlnL + \mathcal{E}_{KA} lnKlnI \\ &+ \alpha_{IV} lnIlnY + \alpha_{CY} lnClnY + \frac{\mathcal{E}_{KK}}{2} (lnK)^2 + \frac{\mathcal{E}_{LL}}{2} (lnL)^2 + \mathcal{E}_{KL} lnKlnL \\ &+ \mathcal{E}_{IFC} lnIlnFC + \mathcal{E}_{CY} lnClnY + \mathcal{E}_{LY} lnLlnY + \delta_{IK} lnIlnK + \delta_{IL} lnIlnL \\ &+ \delta_{CK} lnClnK + \delta_{CL} lnClnL + \delta_{CY} lnClnY = 0 \end{split} \tag{6.1}$$

Donde:

I- cantidad de la investigación (tecnología)

K - cantidad de capital

L- cantidad de trabajo

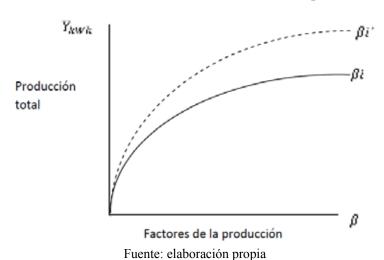
C- cantidad de consumo (número de clientes/ longitud de las líneas de distribución Km).

Fr - factor de carga (mide el nivel del uso de la planta).

Y - Producción (salida total kWh)

El modelo la producción mide por el número total de kWh entregados, por lo tanto  $\mathcal{C}$  y  $F\mathcal{C}$ , son variables de salida y las variables de entrada son K y L. La característica principal que presenta esta función es que es homogénea en el precio de los factores de la producción y no decreciente en los precios de los factores de entrada y de salida.

Grafica 4.1. Curva de cambio en un factor de la producción



Un cambio tecnológico desplaza la función de producción en sentido ascendente y esto significa que con los mismos insumos se logra mayor producción, la curva de trazo continuo representa la cantidad máxima de producción que puede obtenerse con los factores de la producción, con la mejora en la tecnología y de las prácticas de gestión la función de producción se desplaza en sentido ascendente.

Para caracterizar el modelo de la función translogarítmica de producción para el sector eléctrico es necesario utilizar el concepto de dualidad introducido por Diewert (1974), que es necesario para el estudio de la relación producción y costos; que asume que existen condiciones donde se observa una dualidad entre una y otra.

Por lo tanto, para un planteamiento de la estructura empírica de la función de producción se aplica por cualquiera de ellas, ya que por un lado la función de producción resulta atractiva cuando el nivel de producto es endógeno y por otro cuando el nivel de salida es exógeno; la estimación de una función de costos es más atractiva ya que plantea como argumentos un nivel de salida y un factor precio que permite la estimación de forma directa. Como lo plantea Green (1976), las utilidades de la industria eléctrica no se puede determinar en función del nivel de producción para maximizar las ganancias, porque se tiene la obligación de suministrar la energía eléctrica a precios regulados y las decisiones para determinar el nivel de los factores para producirla no es una opción, la especificación de los niveles de los factores es una decisión endógena y la producción la rige una variable exógena.

La función de costos implica derivar un conjunto de ecuaciones de demanda y no se han desarrollado funciones de costo con características atractivas como: linealidad en sus parámetros y estructuras de producción generales.

Una función de costos que se propone para el sector eléctrico en México se expresa de la forma:

$$lnF = \frac{\alpha_t + \gamma_{tt} lnp_t + \gamma_{tc} lnp_c + \delta_{tK} lnP_K + \delta_{tL} lnp_L + \gamma_{tA} lnA}{-(\beta_K + \delta_{tK} lnp_t + \delta_{tK} lnp_L + \epsilon_{KK} lnp_K + \epsilon_{KL} lnp_L + \epsilon_{KA} lnA}$$
(6.2)

Por lo tanto:

$$\ln(\pi + 1) = \alpha_0 + \alpha_t \ln p_t + \alpha_c \ln p_c + \beta_K \ln p_k + \beta_L \ln p_L + \alpha_A \ln A + \frac{1}{2} \gamma_{AA} (\ln A)^2 + (\ln A)^2 + \frac{\gamma_B}{2} (\ln p_t)^2 + \frac{\gamma_{CC}}{2} (\ln p_t)^2 + \gamma_{IC} \ln p_t \ln p_c + \gamma_{IA} \ln p_t \ln A + \gamma_{CA} \ln p_c \ln A + \frac{\varepsilon_{KK}}{2} (\ln p_K)^2 + \frac{\varepsilon_{LL}}{2} (\ln p_L)^2 + \varepsilon_{KL} \ln p_K \ln p_L + \varepsilon_{KA} \ln p_K \ln A + \varepsilon_{LA} \ln p_t \ln A + \delta_{IK} \ln p_t \ln p_K + \delta_{IL} \ln p_t \ln p_L + \delta_{CK} \ln p_C \ln p_K + \delta_{CL} \ln p_C \ln p_L = 0$$

$$(6.3)$$

#### Conclusión

En el trabajo se analizaron las funciones de producción de Cobb-Duglas y translogarítmica y su aplicación para representar la producción de electricidad, y en base a la revisión de la literatura sobre el tema se establece la viabilidad para caracterizar el modelo del sector eléctrico en México, se establece el procedimiento para obtener resultados numéricos mediante la generalización de las propuestas de Christensen, Jorgenson y Lau, donde se admite la premisa de la dualidad teórica sobre las funciones de producción y costo, que permiten determinar cuál es la máxima producción que se espera al mínimo costo, se encontró que las funciones de producción presentan características no lineales, mientras que las funciones de costos presentan características lineales que facilita la estimación.

En un pronóstico de series de tiempo los valores agregados de los precios, cantidad de producto y factores productivos influyen entre sí, por lo tanto, es conveniente especificar un modelo econométrico para obtener estimaciones consistentes, al plantear hipótesis económicas de simetría y homogeneidad, indispensables para emplear la función translogarítmica.

Queda pendiente la aplicación para obtener resultados numéricos, ya que todavía es materia de estudio para presentar detalladamente un modelo que optimice la producción del sector eléctrico en México, por lo que la próxima generalización consistirá en proporcionar un modelo con datos reales del sector.

#### Bibliografía

Azofeifa Georgina y Villanueva Marlene. (1996), Estimación de una función de producción: Caso Costa Rica, Banco Central de Costa Rica, Departamento de Investigaciones Económicas, pp 101.

Christensen, L, Jorgenson, D., and Lau, L. (1973), Transcendental Logarithmic Production Frontiers, *The Review of Economics and Statistics*, February, pp 28-45.

Christensen, L., Jorgenson, D., and Lau, L. (1971), Conjugate Duality and the Transcendental Logarithmic Production Function, *Econometrica*, 39, pp 255 256.

Christensen, L. and W. Greene (1976), Economies of Scales in US Electronic Power Generation, *Journal of Political Economy*, 84, pp 655-676.

Cobb, C., and Douglas, P. (1928), A Theory of Production, *The American Economic Review*, 18, Supplement, pp 139-72.

Diewert, W. (1971), An Application of The Shephard Duality Theorem: A Generalized Leontief Production Function, *Journal of Political Economy*, 79, pp 481-507.

Douglas, P.H., (1948) Are There Laws of Production? American Economic Review, 38, 1-41.

Laurits R. Christensen, Dale W. Jorgenson, Lawrence J. Lau. (1975), Association Transcendental Logarithmic Utility Functions, The American Economic Review, Vol. 65, No. 3, pp. 367-383.

Wooldridge, J.M., A test for functional form against nonparametric alternatives, *Econometric Theory*, 8, 452-475. 1992.

# Salarios relativos en el sector manufacturero de México: un análisis de sus determinantes a través de datos de panel

Angélica Lidia Sauceda Parra<sup>1</sup> Rogelio Varela Llamas<sup>2</sup>

Resumen: En este documento se analizan los determinantes de los salarios relativos en la industria manufacturera de México durante el periodo de 1999-2008. El análisis se desarrolla en el marco de un enfoque integral que considera una teórica laboral, comercial y financiera. Se utiliza la metodología de datos de panel e información de la Encuesta Industrial Mensual del INEGI. Los resultados sugieren que la demanda relativa de trabajo calificado y no calificado incide directamente en el incremento de los salarios relativos de manera significativa. También se encuentra que la relación de las exportaciones e importaciones con los salarios relativos es consistente con lo que postula la teoría. Se identifica que los subsectores que presentan las mayores tasas de salarios relativos son los mismos subsectores que presentan mayor dotación de trabajo calificado en relación con el no calificado y están son en orden de importancia 35 sustancias químicas, 39 otras industrias manufactureras, 34 papel y productos derivados, y por último el 31 productos alimenticios. Los subsectores con gran dinamismo en el periodo son la industria textil perteneciente al subsector 32, la electrónica y la industria automotriz perteneciente al subsector 38 considerado como intensivos en exportación e importación.

Palabras Clave: Salarios relativos, datos de panel, industria manufacturera

Clasificación JEL: J24, J31 Y J51

#### Introducción

Uno de los tópicos del mercado laboral que durante los últimos años ha sido materia de reflexión, es la desigualdad salarial entre trabajadores especializados y no especializados. De acuerdo con Gosling y Machin (1993), el enfoque teórico convencional postula que son las fuerzas del mercado las que explican la dinámica del fenómeno y que por tanto habría que estudiar la oferta y demanda relativa de trabajo como factores determinantes. Sin embargo, existe otra visión que le atribuye un papel preponderante a las instituciones relacionadas con el mercado de trabajo. Al respecto, Nickell y Layard (1999) y Card y DiNardo (2002), señalan que la negociación colectiva, la fijación de los salarios mínimos y el poder de los sindicatos son algunos factores de carácter institucional que inciden en la estructura salarial. La perspectiva que le concede importancia al mercado de trabajo y que le resta importancia a los factores de orden institucional, está muy influenciada por Berman, Bound y Griliches (1994). Sin embargo, dentro de este enfoque de corte laboral, hay autores que le atribuyen importancia a factores comerciales.

Por el lado de la oferta, las variables que se considera impactan en los salarios relativos es la población activa relativa y las importaciones. Un aumento de la fuerza laboral no calificada, disminuye la oferta relativa, es decir, se traduce en una disminución de los salarios del trabajo menos calificado y por tanto, un aumento del salario relativo, habiendo finalmente una relación negativa entre oferta y salarios relativos, de tal forma que entre salarios relativos y población activa relativa hay una *relación negativa*. Con respecto a las importaciones se asume que llevan implícito los servicios del factor que contribuye de manera más significativa y producirán un efecto en la oferta de trabajo calificado y no calificado y en los salarios relativos, dependiendo en que factor son más intensivas las importaciones. Si aumentan las importaciones de bienes intensivos en trabajo no calificado, en el país importador aumenta la oferta de este tipo de trabajo, disminuyen sus salarios y consecuentemente aumenta el salario relativo, habiendo una *relación positiva* entre este último y las importaciones. En el trabajo de Borjas, Freeman y Katz (1997), se afirma para el caso de Estados Unidos que las importaciones han producido un descenso en el salario relativo de los trabajadores no calificados. Por el contrario, si aumentan las importaciones de bienes intensivos en trabajo calificado, en el país importador aumenta la oferta de este tipo de trabajo, disminuyen sus salarios y también el salario relativo, produciéndose una *relación inversa* entre esta variable y el salario relativo.

Por el lado de la demanda relativa, la perspectiva laboral puntualiza que el progreso tecnológico presenta un sesgo favorable hacia los trabajadores calificados. Algunos autores como Autor, Katz y Krueger (1998) y Acemoglu (2002), señalan que este sesgo se ha acelerado en los últimos años produciendo que el salario de los calificados mejore en términos relativos. El desarrollo tecnológico estaría sesgado a favor de los calificados,

<sup>1</sup> Estudiante del Doctorado en Ciencias Económicas en la Universidad Autónoma de Baja California. (angelica\_lidia@yahoo.com)

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Baja California (rvarela@uabc.edu.mx)

por la productividad específica de los trabajadores calificados y los no calificados. En el caso de los trabajadores no calificados si desciende su productividad, aumenta el salario relativo habiendo una *relación inversa*. Por el contrario si la productividad de los calificados aumenta, también se incrementa el salario relativo a favor de estos, de tal manera que se da una *relación directa*.

Desde una perspectiva comercial, se destaca que la oferta relativa no posee ningún grado de influencia y que todo el peso recae en la demanda relativa que incide sobre el salario relativo a través de dos vías, el comercio internacional y el desarrollo tecnológico. Se apunta que los sectores intensivos en trabajo calificado han crecido gracias el comercio internacional y la demanda relativa de estos sectores se ha expandido propiciando que los salarios de los calificados crezcan al incrementarse su demanda de trabajo. Con respecto al desarrollo tecnológico, estos reducen los costos comparativos de los sectores más intensivos en calificación, con lo que dichos sectores se expanden debido a una mayor demanda relativa en sus productos. Esto produce un aumento de la demanda de trabajo de los calificados y por tanto de los salarios relativos a favor de los calificados. Desde una perspectiva financiera, Feenstra y Hanson (1995,1996), han contribuido a la discusión del tema planteando que los movimientos de capital de los países desarrollados hacia los menos desarrollados han impactado favorablemente en los salarios relativos de los calificados con respecto a los no calificados. Los país desarrollados al trasladar actividades menos intensivas en calificación a países menos desarrollados, ha producido que la demanda relativa de trabajadores no calificados en países desarrollados ha disminuido y con ello sus salarios en términos comparativos. Además, se plantea que los países receptores de inversión extranjera directa también se han experimentado un incremento de los salarios relativos de los calificados. En este sentido se esperaría una relación directa en inversión extranjera directa y salarios relativos.

A partir de estas consideraciones, se analizan los determinantes de los salarios relativos en México para el sector manufacturero durante el periodo de 1994-2008. El trabajo se divide en siete secciones, en la primera se analizan los determinantes de la desigualdad salaria desde una perspectiva teórica. En la segunda, se efectúa un análisis estadístico de las variables involucradas, subsecuentemente se realiza en la tercera parte, la estimación del modelo econométrico con datos de panel y finalmente en la cuarta parte se establecen las conclusiones generales derivadas del trabajo empírico

#### Revisión de literatura empírica

A principios de la década de los ochenta se inició en México un proceso de cambio estructural que se caracterizó por la liberalización gradual del comercio. Esto contribuyó a redefinir el modelo de desarrollo económico que hasta entonces estaba basado en una estrategia de sustitución de importaciones. Para el año de 1986, el país se incorporó al Acuerdo General de Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT) y en 1994 entro en vigor el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) suscrito por México, Canadá y Estados Unidos. Derivado de estos esfuerzos de política económica, en Hanson (2003), Freije y Calva (2005) y De Hoyos (2005), se subrayan que la mayor parte de los flujos comerciales se dirigió hacia el sector manufacturero y en menor medida a actividades comerciales y de servicios. Se señala en Robbins (1994) y Cragg (1996) que se intensificó la demanda de trabajo calificado y se generó un cambio en la forma de hacer negocios. Para Revenga (1995, 1997) las industrias que estaban protegidas antes de la apertura comercial eran intensivas en mano de obra poco calificada, y destaca que la reducción arancelaria en México acabó disminuyendo la demanda y los salarios de los trabajadores menos calificados. Se destaca en Alarcón (1994) que las retribuciones salariales empeoraron en México a partir de mediados de los años ochenta, es decir, el salario de los trabajadores con mayor escolaridad formal o con puestos de elevada jerarquía, aumentó respecto a los que tienen menos formación. En esta línea, Feenestra y Hanson (1994,1997), Tan y Batra (1997) y López (2001) con datos de la industria manufacturera, argumentan que el salario de los obreros registró un deterioro con relación a los empleados y trabajadores no involucrados en el proceso productivo. En Feliciano (2001) se señala un quiebre estructural de la economía mexicana y señala que se interrumpió el proceso de convergencia salarial entre trabajadores calificados y no calificados en el sector manufacturero con la apertura comercial.

La economía mexicana experimentó cambios importantes en la década de los ochenta y la primera mitad de los noventa. La crisis de la deuda externa, la liberalización comercial y el resto de las reformas estructurales emprendidas en esta época, impactaron en el ámbito económico y social del país de acuerdo con los trabajos de Alarcón (1994), Alarcón y Mckinley (1997), Hernández (2000,2003) y Szekely (1998). Estos autores coinciden en señalar que la desigualdad de las retribuciones empeoró en México según varias estimaciones en la distribución de ingresos que demuestran que se agravó este problema de 1984 a 1989 y entre 1989 y 2000. Particularmente Fenestra y Hanson (1994,1997); Tan y Batra (1997) y López (2001) sugieren un comportamiento similar mediante el cual el

salario de los obreros se deteriora en relación con el de los empleados y trabajadores no involucrados en el proceso productivo utilizando datos de la industria manufacturera de México. Son diversos los estudios que coinciden en señalar que las retribuciones salariales empeoraron en México a partir de mediados de los años ochenta. En Robbins (1995); Alarcón y Makinley (1997); Zepeda y Ghiara (1999); Garro y Llamas (2000) se apunta que el salario de los trabajadores con mayor escolaridad formal o con puestos de elevada jerarquía aumento respecto a los que tienen menos escolaridad o se desempeñan en puestos básicos. Cragg y Epelbaum (1996), muestran que el pago a la especialización continuó creciendo a mitad de los años noventa, aunado a la evidencia de que el pago a la calificación y el promedio de educación entre los trabajadores se han incrementado simultáneamente.

El aumento de la desigualdad en México se debe al cambio tecnológico en salarios relativos. Durante el periodo 1975-1988 se menciona en Feenstra y Hanson (1997) que por medio de los incrementos en flujos de bienes y servicios entre México y los Estados Unidos, lo que comúnmente se conoce como exportaciones e importaciones, además utilizan un modelo de "outsourcing", en el que las actividades intermedias que se trasladan de Estados Unidos a México son relativamente intensivas en trabajo calificado en este último, a pesar de ser relativamente intensivas en trabajo no calificado en el primero. Este modelo puede explicar porque el salario relativo de trabajo calificado subió en ambos países al mismo tiempo entre fines de los años ochenta y mediados de los noventa. Por su parte, Robertson (2000, 2007) refuerza la hipótesis de que los cambios en salarios relativos observados entre 1988 y 1997 fueron resultado de cambios tecnológicos en favor de trabajadores más calificados y menciona que el enfoque laboral también ha contribuido a identificar la importancia de la estructura de protección inicial para entender los posibles efectos distributivos de la apertura externa.

La apertura comercial como factor detonador de la desigualdad salarial en México ha sido estudiada por Arenas (2001), Chiquiar (2003), Freije (2005) y Burgos (2007). En estos trabajos se analizan los determinantes de la demanda de trabajo calificado relacionados con el comercio internacional y en Hanson (2003) se exploran los impactos de la liberalización de las inversiones y el comercio sobre la estructura salarial de México. Encuentra que las reformas políticas en México durante los años ochenta parecen haber aumentado la demanda por mano de obra calificada en el país, reducido los salarios en las industrias que antes de las reformas pagaban altos salarios a sus trabajadores, y aumentaron los ingresos de los trabajadores en estados cercanos a la frontera americana. Se examinan los cambios en la estructura salarial durante los años noventa donde se encuentra que han aumentado los salarios para la mano de obra calificada. En Esquivel y Rodríguez (2003) y Chiquiar (2008) también se destaca que el efecto aislado del comercio internacional en los salarios relativos en México es negativo. De Hoyos (2005); Freije. P. et al. (2005); Ferreira, F. et al. (2007) muestran que parte de los cambios en salarios relativos obedece a cambios en la política comercial. Para Freije y López (2005) la desigualdad salarial ha aumentado entre los años 1989 y 2000; descomponen este período en dos tramos, en el primero que va de 1992 a 1997 donde se registra un aumento más pronunciado en todos los índices de desigualdad. En el segundo tramo que va de 1997 a 2000 se observa una ligera disminución en dichos índices. También se apunta que los cambios en la distribución de las características productivas de los trabajadores han producido disminuciones en la desigualdad, pero el cambio en los diferenciales de precios que paga el mercado por tales características ha conducido a aumentos. De igual forma argumentan que el aumento de la desigualdad para los dos primeros periodos refleja los efectos de privatizaciones y otras reformas internas, como cambios en la desregulación y liberalización del mercado financiero y el control de precios.

Airola y Juhn (2005) abordan el período 1984-1998 y analizan los salarios y empleo en México después de la liberación del comercio y reformas domésticas. Encuentran que la desigualdad y los retornos sobre la educación superior aumentaron agudamente durante el periodo 1984-1994, pero se mantuvieron sin cambios después de dicho período. Robertson (2007) argumenta que la reducción en la desigualdad salarial que se observa a partir de 1997 en México se explica por una complementariedad entre los factores de producción en los Estados Unidos y México y no por los mecanismos esbozados en la teoría clásica de comercio internacional H-O y S-S. Además señala que la evidencia empírica indica que en general los empleados sí tienen mayores calificaciones que los Obreros en México.

Hanson y Gordon (2007) indican que la firma de los convenios como el Tratado de Libre Comercio para México, Estados Unidos y Canadá, en donde interfieren los precios y tecnología, las privatizaciones

y la desregulación de la industria son fuentes de la desigualdad salarial de México en los 90's. Chiquiar (2008) introduce una dimensión regional al análisis de dispersión salarial y descubre que la apertura comercial ha contribuido al incremento de las ya de por sí considerables diferencias salariales entre las regiones integradas y las no integradas al comercio internacional. Sin embargo, el mismo autor encuentra que la desigualdad salarial ha disminuido dentro de las regiones que se integraron a los mercados internacionales. En Arenas (2001), se establece que la demanda por mano de obra calificada ha crecido sin que haya habido un ajuste por parte de la oferta, esto podría explicar el incremento en la desigualdad en el ingreso y su reflejo sobre los rendimientos a la escolaridad. Verhoogen (2008) enfatiza en los cambios que ocurrieron dentro de las mismas industrias exportadoras cuando las plantas ya más eficientes lograron aumentar, todavía más, su productividad y la calidad de sus productos. Afirma que este fenómeno ocurrió más en respuesta a la depreciación cambiaria que como consecuencia de la liberalización comercial, porque la depreciación del peso en 1994-1995 fue mucho mayor cuantitativamente que las reducciones arancelarias concedidas en el TLCAN. Sin embargo, él no lleva a cabo pruebas formales de esta parte de su hipótesis. En esta línea se une Feenstra (2006) constata que la evidencia creciente de que, en muchos casos, la liberalización comercial provoca aumentos en la productividad media de las industrias que producen los bienes comerciables favorecen sus ingresos, ya que las empresas o plantas menos eficientes cierran porque no pueden competir con las importaciones más baratas. Desde la perspectiva de la economía mexicana, el proceso de apertura externa genera incentivos para interactuar con las economías en un entorno globalizado, con el objetivo de minimizar los costos productivos de bienes y servicios, que del mismo modo coadyuven a aumentar sus ganancias totales.

#### Análisis estadístico de los salarios relativos y factores determinantes

En esta sección se realiza un análisis estadístico sobre los salarios relativos de trabajadores calificados con respecto a no calificados, que constituye la variable de interés. También se abordan otros factores determinantes como la demanda de fuerza de trabajo, la productividad laboral, las exportaciones e importaciones como una proporción del valor de producción y los flujos de inversión extranjera directa. La serie de salarios relativos reales se aproxima a partir de las remuneraciones de los trabajadores de calificados (empleados) y no calificados (obreros) en miles de pesos. Los datos que se utilizan están en una frecuencia mensual y se procede a calcularlos en trimestres.

En la figura 1.1 se observa la trayectoria del salario y el sueldo nominal por trabajador, se puede denotar que los sueldos manifiestan una tendencia más pronunciada que hace que la brecha entre ambos grupos de trabajadores se amplía al paso del tiempo.



Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Industrial Mensual

Figura 1.2



Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Industrial Mensual

Al observar la gráfica 1.2, se constata que en términos reales los salarios (SAr) presentan un comportamiento estable al igual que los sueldos (SUr) pero también con un patrón estacional, no obstante, contrastan con la dinámica de las series nominales. Como se puede apreciar existe un aumento de la brecha entre los sueldos y los salarios para toda manufacturera de México en el periodo 1994-2008. Aunado a lo anterior se calcula el coeficiente de salarios relativos que mide la variación entre los sueldos y los salarios. Los salarios relativos reales se obtienen al dividir los sueldos entre los salarios, de tal forma que la tasa expresa el número de veces que es mayor el sueldo por empleado al del salario de un obrero, es decir, entre más alto sea el valor, mayor será la desigualdad en el ingreso de ambos trabajadores. A medida que el salario relativo se acerca a la unidad, se interpreta como una baja en la desigualdad de los salarios relativos.

En el cuadro 1.3 se reporta el promedio de los salarios relativos (sueldos de calificados dividido por el salario de no calificados). En el sector de las manufacturas en promedio se registró una variación acumulada de -5.64% de 1999 a 2008, lo cual indica una disminución de los salarios relativos, es decir, disminuve la desigualdad entre los trabajadores de distintas calificaciones. Sin embargo, el comportamiento que manifiestan los distintos subsectores de actividad pertenecientes a la industria manufacturera, manifiestan cambios variados. Por ejemplo, el subsector de sustancias químicas, experimentó una evolución positiva de 15.8%; lo que posiblemente significa que el subsector tiene una proporción intensiva en trabajo calificado, siendo efectivamente uno de los subsectores que se encuentra en el primer lugar en trabajo calificado en relación con el trabajo no calificado. El resto de los subsectores reporta cambios negativos, incluso de hasta -25.78%, en el salario relativo para la industria metálica básicas; una interpretación del signo negativo es considerado como un cierre de las brechas salariales entre trabajadores calificados y los no calificados. En el cuadro 4.3 se hace una separación de los subsectores que presentan variaciones acumuladas porcentuales positivas y negativas respecto al promedio del subsector manufacturero. Desde el año 1999 el subsector de sustancias químicas presenta la tasa de salarios relativos de mayor magnitud en 1999 es de 1.84 y la variación acumulada es la mayor, es decir, este subsector fue uno de los afectados con la apertura externa, a este subsector se le considera el principal con un grado de trabajadores calificados en mayor proporción en relación con los no calificados como se analizara con más detalle en el apartado de la demanda de trabajadores que se tienen para este periodo de estudio.

De igual forma cabe destacar que los subsectores intensivos en trabajadores calificados son sustancias químicas, papel y productos de papel, productos alimenticios y otras industrias; estas cuatro subsectores curiosamente al inicio del periodo de estudio presentan los valores de las tasas salariales de mayor magnitud. Pero al analizar las variaciones porcentuales acumuladas estos subsectores disminuyen las tasas salariales excepto la de sustancias químicas, esto nos lleva a pensar que los salarios relativos no solo dependen de la intensidad de trabajo que utilice cada subsector.

Para el caso de los subsectores intensivos en trabajo no calificado en orden ascendente son: las industrias metálicas básicas, productos metálicos-maquinaria-equipo, productos minerales no metálicos, textiles-prendas de vestir y por último la industria de la madera tuvieron el mayor descenso en el valor de la variación acumulada porcentual. Cabe destacar que los subsectores con mayor grado de trabajadores no calificados presentan los menores valores en la tasa salarial, tal el caso del subsector textiles-prendas de vestir que en al año 1999 es de

0.55 y para la industria de la madera es de 0.45, se puede encontrar cierta relación en la intensidad de trabajo que utiliza cada subsector y las variaciones en la tasa de los salarios relativos.

Cuadro 1.3
Tasa de Salarios Relativos Reales en los subsectores de la Industria Manufacturera de México, 1999-2008

Subsectores	1999	2008	Δ%
Total Manufactura	1.20	1.19	-1.01
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	1.25	1.20	-3.59
Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	0.55	0.53	-3.59
Industria de la madera y productos de madera.	0.45	0.49	8.23
Papel y productos de papel	1.50	1.43	-4.39
Sustancias químicas	1.84	2.14	15.68
Productos minerales no metálicos	1.00	0.81	-20.12
Industrias metálicas básicas	1.16	0.89	-25.78
Productos metálicos, maquinaria y equipo	1.07	0.98	-8.10
Otras industrias manufactureras	1.50	1.28	-13.61
Promedio	1.15	1.08	-5.44

Elaboración propia a partir de la EIM

Al efectuar un análisis estadístico de prueba de medias para los salarios relativos, se analizan los dos años contemplados en el cuadro 1.3 referentes a 1999 y 2008. Considerando el 95% de confiabilidad y ocho grados de libertad, se tiene un valor de la tabla t student de 1.12 y un valor crítico de1.86. Por tanto, el resultado muestra que no se rechaza la hipótesis nula, lo que significa que no hay un cambio significativo en el periodo de estudio de 1999-2008. Se concluye que la hipótesis nula Ho=0 no se rechaza con una probabilidad de confianza de 95%. Por tanto, no hay cambio significativo en los salarios relativos en el periodo de estudio de 1999-2008. Dado que es la variable objetivo se analiza la prueba de medias para los salarios relativos con división, es decir, los sueldos se dividen por los empleados y los salarios por los obreros, con ello se obtienen el rechazo de la hipótesis nula de igualdad. Por tanto, si hay variaciones significativas en la evolución de la variable salarios relativos con división.

Pru	Prueba de medias: Salarios Relativos								
		Media	N	Desviación Std.	Media Error Std.				
SR	1999	1.147	9	0.449	0.150				
	2008	1.083	9	0.509	0.170				

t	t p		X
1.12	95%	8	1.85

Prueba de medias: Salarios Relativos con division por trabajador					
		Media	N	Desviacion Std.	Media Error Std.
SR con div	1999	2.82	9	0.50	0.17
	2008	2.50	9	0.33	0.11

t	р	gl	х
2.62	95%	8	1.85

Cuadro 1.4

Tasa de Salarios Relativos Reales en los subsectores de la Industria Manufacturera de México, 1999-2008.

(Análisis respecto al promedio)

Subsectores	1999	2008	Δ%
Sustancias químicas	1.84	2.14	15.68
Industria de la madera y productos de madera.	0.45	0.49	8.23
Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	0.55	0.53	-3.59
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	1.25	1.20	-3.59
Papel y productos de papel	1.50	1.43	-4.39
Promedio	1.15	1.08	-5.44
Productos metálicos, maquinaria y equipo	1.07	0.98	-8.10
Otras industrias manufactureras	1.50	1.28	-13.61
Productos minerales no metálicos	1.00	0.81	-20.12
Industrias metálicas básicas	1.16	0.89	-25.78

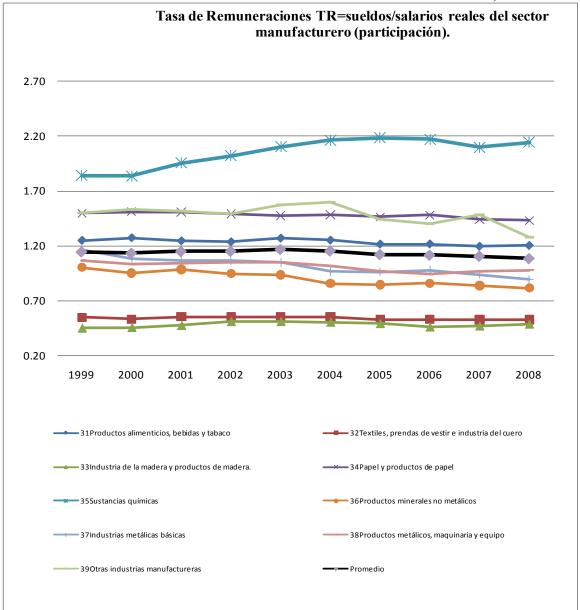
Fuente: Elaboración propia con base a la Encuesta Industrial Mensual

En la figura 1.3 se puede apreciar que la tasa de salarios relativos de forma general está decreciendo y más en los últimos años de estudio; esto podría deberse a que los salarios los trabajadores considerados como no calificados está aumentando, otra posibilidades que el sueldo de los empleados este reduciéndose, es decir, hay una convergencia entre laos salarios de ambos trabajadores en cada uno de los subsectores de la industria. Contrario a lo esperado, podría deducirse que los obreros se están capacitando constantemente y por ende hay incrementado la productividad lo que les permite mejorar sus salarios de un nivel básico hacia la convergencia con los sueldos de los empleados. Se considera una mayor flexibilidad por parte de los estratos más afectados por la cuestión del poder adquisitivo ya que los empleados tienden a estar en un área de comodidad y es más dificil que realicen actividades para mejorar su capacidad y adiestramiento en cada subsector al que pertenecen. Otra hipótesis que se maneja en la literatura respecto al cierre de las brechas salariales seria que las importaciones procedentes principalmente de países desarrollados contengan trabajo calificado intensivo en sus bienes que entran en competencia en el país importador, ahora con ello se requiere de menos trabajo calificado y se opta por el aumento de demanda de trabajo no calificado lo que a sus vez incita el incremento de salarios a obreros y disminución de la desigualdad de los salarios relativos.

De igual forma se observa la evolución de los subsectores como el de otras industrias, productos minerales no metálicos, sustancias químicas, y el de productos metálicos, maquinaria y equipo se encuentran por encima del promedio, es decir, tienen una mayor remuneración los trabajadores calificados. En contraste el subsector que tiene remuneraciones inferiores desde el inicio del periodo es el del papel y productos derivados, caso curioso, se encuentra que el subsector de productos alimenticios, bebidas y tabaco al final del periodo se coloca en el nivel más bajo en la tasa de remuneraciones en comparación con el resto de los subsectores de la industria manufactura.

Para el caso del subsector de industrias metálicas básicas, se encuentra muy correlacionado con los movimientos del promedio de la industria manufacturera en general, cabe destacar que presenta las mismas variaciones que esta, los cuatro subsectores que se encuentran por debajo del promedio son: el subsector de la madera, el textil, productos alimenticios y por último el de papel. En resumen se puede deducir que hay cuatro subsectores con mayor intensidad en trabajo calificado y cuatro con menor grado y uno que se mueve con el promedio de la industria manufacturera total.

Figura 1.3 Salario relativo de los subsectores de la Industria Manufacturera en México, 1999-2008



Fuente: Elaboracion propia con base a la Encuesta Industrial Mensual

	Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
	sr1 dr ip1 expvpr impvpr	360 360 360 360 360	1.133679 .4235047 2.823227 252.359 1584.396	.4728116 .1728086 1.220497 526.2153 4483.653	.4327 .1798 1.345961 8.8205 5.2824	2.2663 .743 5.560953 4572.073 25268.85
_	iedvpr	360	.0619774	.2022875	1.00e-05	2.85768

Análisis de	scriptivo	de las	s variables	en lo	garitmos
-------------	-----------	--------	-------------	-------	----------

	Variable	0bs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
	lsr1 ldr lip1 lexpvpr limpvpr	360 360 360 360 360	.0311094 9468103 .9469339 4.527814 4.419265	.449469 .4267982 .4267538 1.277497 2.004368	8377106 -1.71591 .2971081 2.177078 1.664381	.8181486 2970593 1.715769 8.427722 10.13733
_	liedvpr	360	-4.711066	1.903777	-11.51293	1.05001

Correlacion del logaritmo salario relativo (log sr) y variables explicativas en logaritmos

Correlacion salario relativo sr y variables explicativas						
	log sr	log dr	log ip	log expvpr	log impvpr	log iedvpr
log sr	1					
log dr	0.94	1				
log ip	-0.94	-1.00	1			
log expvpr	-0.05	-0.21	0.21	1		
log impvpr	0.12	-0.06	0.06	0.96	1	
log iedvpr	0.38	0.22	-0.22	0.49	0.61	1

De forma general las correlaciones nos muestran el grado de interrelación entre cada una de las variables que se utilizan en el estudio de la desigualdad de los salarios relativos en la industria manufacturera en México.

La variable de demanda relativa dr representa la mayor correlación positiva con 0,94 y por tanto es la más explicativa. El índice de productividad ip presenta el mismo coeficiente que demanda pero en sentido opuesto, esto indica que por cada que se incrementa la productividad los salarios relativos disminuyen. Para la exportaciones se tiene un valor de negativo de 0,5, si se incrementan la exportaciones los salarios relativos disminuyen, y por el lado de las exportaciones se presenta una correlación positiva de 0,12 así que cada que se incrementen las importaciones los salarios relativos aumentan, y con ello su desigualdad. Por último se tiene la variable de inversión extranjera directa que mantiene una relación positiva de 0,38, así que el aumento de esta IED incrementara la desigualdad de los salarios relativos en la industria manufacturera.

# Fuentes de información, descripción de variables, y metodología econométrica

Fuente de información

En este trabajo se utiliza información de la Encuesta Industrial Mensual (EIM). En 1987 la EIM entró a una nueva etapa, incrementando su cobertura a 129 clases y 3 218 establecimientos en la muestra. A partir de 1994 se presenta una cobertura para 205 clases de actividad y una muestra de 6 884 establecimientos, con lo cual se cubre aproximadamente el 80% del valor de la producción bruta de las clases consideradas, respecto al censo de 1993. Asimismo, se actualizó el año base para el cálculo de los indicadores, pasando de una base 1980=100 a una 1993=100. El objetivo de este instrumento es generar estadísticas básicas que permitan conocer en el corto plazo el comportamiento de variables clave de la industria manufacturera en México con una periodicidad mensual. La población objetivo está determinada por los establecimientos manufactureros y excluye aquéllos dedicados a la maquila de exportación y los de la petroquímica básica, refinación de petróleo, así como los correspondientes a la microindustria, cuyo personal ocupado va de cero a quince personas. La encuesta tiene una cobertura que comprende información referente a variables como: personal ocupado y los separa como obreros y empleados, las remuneraciones de los trabajadores determinados como salarios y sueldos, horas hombre trabajadas de obreros y empleados, producción en volumen y valor por producto además de ventas netas en volumen y valor por producto. La encuesta se basa en la Clasificación Mexicana de Actividades y Productos (CMAP)³, 1994. La cobertura temporal comprende información

<sup>3</sup> Los datos ofrecidos por la EIM corresponden exclusivamente al tamaño de la muestra seleccionada y no se hacen

mensual desde 1994 a 2008 y la cobertura geográfica es nacional, la muestra analizada está integrada por 6 884 establecimientos en el año del diseño 1994 y así ha permanecido.

### Descripción de variables

Considerando que se especifica y estima un modelo en donde se analiza los determinantes de los salarios relativos, como la demanda, la productividad, las exportaciones e importaciones y la inversión extranjera, es que se procede a describir las variables. En principio se considera conveniente precisar el significado de salarios y sueldos., esto para precisar las dos categorías de trabajadores sobre los cuales se calculan los salarios relativos. En México, al igual que en otros países donde se han realizados estudios sobre los determinantes de los salarios relativos, no existe una metodología enteramente precisa para medir los salarios relativos, en este trabajo se usa como variable proxy los salarios relativos que se construyen con base a sueldos y salarios de los empleados y obreros respectivamente. Cabe mencionar que para el INEGI (2008), los sueldos y salarios son los pagos que realiza la unidad económica para retribuir el trabajo ordinario y extraordinario del personal dependiente de la razón social, antes de cualquier deducción retenida por los empleadores y su unidad de medida son miles de pesos. Incluye: aguinaldos, comisiones sobre ventas que complementan el sueldo base, primas vacacionales, bonificaciones, incentivos, gratificaciones, bonos de productividad y crédito al salario.

Dentro de la metodología de la EIM se establece una diferencia entre sueldos y salarios; se plantea que los empleados son las personas que se dedican a la supervisión técnica y administrativa en relación con el proceso productivo o con los servicios auxiliares de la producción y que desempeñan tareas relativas a la contabilidad, administración, archivo, investigación, ventas, publicidad, vigilancia o tareas generales de oficina; se incluye a los propietarios, socios y trabajadores familiares que reciben remuneración fija. Por su parte, el trabajador calificado, es aquel que requiere un previo aprendizaje.

Por otro lado los obreros son las personas que realizan trabajos predominantemente manuales, vinculados con tareas auxiliares al proceso de producción, tal como la limpieza, reparación, mantenimiento, despacho, almacenaje, embalaje, provisión de materias primas, y carga. De igual forma un trabajador no calificado, es aquel que se realiza sin aprendizaje previo. A partir de los sueldos de empleados y salarios de obreros se calculan los salarios relativos; ambas variables se deflactan previamente con el fin de tener valores reales y el cociente que resulta indica el número de veces que el sueldo es mayor que el salario.

Con respecto a los determinantes de los salarios relativos, se considera la demanda relativa de trabajo como una de las principales variables explicativas de las variaciones en los salarios relativos. Primero se calcula un cociente dado por el número de empleados dividido entre el número de obreros. De acuerdo a la teoría se esperan valores por debajo de la unidad, debido a que por lo general siempre es mayor el número de obreros que el de empleados. La demanda tiene un carácter eminentemente tecnológico, hay sensibilidad en las transformaciones del progreso técnico sesgado a favor de los calificados, si ello ocurre, la demanda por empleados aumentará y si hay un sesgo en la demanda hacia trabajadores calificados, se espera un incremento en los salarios relativos entre empleados y obreros. Caso contrario cuando la demanda de trabajo esté sesgada hacia los obreros se espera un efecto contrario, es decir, una disminución en los salarios relativos. Se espera una relación positiva entre la variable objetivo que son los salarios relativos y la demanda relativa, es decir, entre mayor sea el cociente de demanda relativa, se entiende que habrá una mayor tasa de salarios relativos en divergencia dado los nuevos procesos productivos que trae consigo la apertura externa según la teoría están sesgados al trabajo calificado.

Otra variable es índice de productividad<sup>4</sup>, también denominado en la literatura como progreso tecnológico de los factores. Con respecto a este indicador se han utilizado diversas mediciones en trabajos empíricos como se señala en Berman-Bound y Griliches (1994), y Machin y Van Reenen (1998) utilizan el uso de ordenadores, la inversión en ordenadores sobre la inversión total, de igual forma usan los gastos en investigación y desarrollo sobre el valor añadido. Para efecto de esta investigación, se opta por generar un índice de productividad convencional que se construye sobre el valor de la producción en un período determinado de tiempo y el número de trabajadores empleados y obreros. Otra variable explicativa que se utiliza como determinante de los salarios relativos es la Inversión Extranjera Directa. Según Zorrilla (2002) debe entenderse como la atracción que se produce en los países en vías de crecimiento, de capitales necesarios para su mejor desarrollo, aunque ligado a esta, se realizan

expansiones debido a que el diseño estadístico de la EIM se basa en la aplicación de un esquema de muestreo no probabilístico, es decir, determinístico, cuya principal característica es el valor de producción de los establecimientos dentro de cada clase de actividad.

<sup>4</sup> Tomando como referencia el ABC de los indicadores de la productividad de INEGI.

transferencia de tecnología. Se supone que la entrada procedente del exterior en forma de inversión directa proviene mayoritariamente de países con un nivel de desarrollo superior para el caso de México con Estados Unidos y Canadá.

Por otra parte, Borjas *et a*l. (1997) mencionan que las exportaciones y las importaciones impactan a los salarios salariales de los trabajadores de acuerdo a las características de los trabajadores de los subsectores afectados por el comercio. Si los subsectores intensivos en importación utilizan más trabajo no calificada, su salario relativo descenderá, por el contrario los subsectores exportadores utilizan más mano de obra poco calificada, su SR aumentara. Por tanto se espera un signo positivo cuando las exportaciones de los subsectores utilicen en mayor proporción trabajo calificado, y una relación negativa cuando los subsectores sean intensivos en trabajo no calificado.

Con relación a las importaciones se argumenta desde la perspectiva laboral que el sesgo factorial es crucial, teniendo en cuenta que la mayor parte de la importaciones se realizan de Estados Unidos, uno de los países más dotados de trabajo calificado en relación con México, se cree que un incremento de las importaciones representara un signo negativo en los salarios relativos, dado que la industria manufacturera tendera a reducir la demanda de trabajo con el que se elaboraron los bienes importados.

Otra forma de analizar las importaciones, es desde el lado de la perspectiva comercial, se considera a las importaciones desde el lado de la demanda, es decir, las importaciones de bienes vienen a formar parte de la competencia del trabajo que contienen en su elaboración, es decir, si se toma en cuenta que los bienes y servicios son de países desarrollados, esto hace que se disminuya la demanda por trabajo calificado que es el que se emplea en los países con un desarrollo mayor, y por tanto se espera un signo negativo en el salario relativo.

Los subsectores intensivos en trabajo no calificado que hagan frente a importaciones competitivas aumentaran las tasas salariales relativas, por tanto el signo esperado es positivo. Por otro lado en los subsectores intensivos en trabajo calificado, la presión de las importaciones causara un descenso del SR, y su signo se espera sea negativo. Se tiene contemplado tomar en cuenta a las exportaciones e importaciones de cada subsector manufacturero y la relación dependerá de que tan intensivo en trabajo sea el subsector que se analice, esto se analizara en el apartado 5.4.3 clasificación de los subsectores.

### Metodología econométrica

Se utiliza una metodología de datos de panel partiendo de que permite capturar la heterogeneidad no observable, ya sea entre unidades de corte transversal o efectos en el tiempo. De acuerdo con Greene (1997), es una técnica que permite realizar un análisis más dinámico al incorporar la dimensión temporal de los datos, lo que enriquece el estudio. La especificación general de un modelo de regresión con datos de panel se expresa de la forma siguiente:

$$Y_{it} = \alpha_{it} + X_{it} \beta + U_{it}$$

$$\operatorname{con} i, \dots, N; \quad t = 1, \dots, T.$$
(1)

Donde i se refiere a la unidad de estudio (corte transversal), t a la dimensión en el tiempo,  $\alpha$  es un vector de intercepto de n parámetros,  $\beta$  es un vector de K parámetros y  $X_{it}$  es la i-ésima observación en el modelo vendría dado por N x T. Es usual interpretar los modelos de datos de panel a través de sus componentes de errores. El término de error  $U_{it}$  incluido en la ecuación (1), puede descomponerse de la siguiente manera:

$$U_{it} = \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \tag{2}$$

 $\mu_i$  representa los efectos no observables que difieren entre las unidades de estudio pero no en el tiempo, que generalmente se los asocia a la capacidad empresarial, por ejemplo.

 $\delta_t$  se le identifica con efectos no cuantificables que varían en el tiempo pero no entre las unidades de estudio.  $\varepsilon_{it}$  se refiere al término de error puramente aleatorio.

Existen dos procedimientos para estimar el modelo en un sistema de datos de panel: uno de ellos implica el reconocimiento de que las variables omitidas pueden generar cambios en los interceptos ya sea a través del tiempo o entre unidades de corte transversal, en este caso el modelo de efectos fijos trata de aproximar estos cambios con variables dicotómicas. El otro modelo se denomina de efectos aleatorios y captura las diferencias a través del componente aleatorio del modelo. El modelo de efectos fijos considera que existe un término constante diferente

para cada individuo, y supone que los efectos individuales son independientes entre sí. Con este modelo de efectos fijos se considera que las variables explicativas afectan por igual a las unidades de corte transversal y que éstas se diferencian por características propias de cada una de ellas, medidas por medio del intercepto. Es por ello que los N interceptos se asocian con variables dummy con coeficientes específicos para cada unidad, los cuales se deben estimar. Para la i-ésima unidad de corte transversal, la relación es la siguiente:

$$Y_i = i\alpha_i + \beta X_i + U_i \tag{3}$$

Donde el subíndice *i* representa un vector columna de unos. Debe hacerse notar que en este modelo de efectos fijos se presenta una pérdida importante de grados de libertad. Por su parte, el modelo de efectos aleatorios considera que los efectos individuales no son independientes entre sí, sino que están distribuidos aleatoriamente alrededor de un valor dado. Este modelo considera que tanto el impacto de las variables explicativas como las características propias de las empresas manufactureras son diferentes y se expresa.

$$Y_{it} = (\alpha + \mu_i) + \beta' X_{it} + \varepsilon_{it}$$
(4)

Donde  $\mu_i$  representa las perturbaciones aleatorias que permitiría distinguir el efecto de cada individuo en el panel. Para efecto de su estimación, se agrupan los componentes estocásticos y se obtiene la siguiente relación:

$$Y_{it} = \alpha + \beta' X_{it} + U_{it} \tag{5}$$

Donde  $U_{it} = \delta_t + \mu_i + \varepsilon_{it}$  se convierte en el nuevo término de la perturbación,  $U_{it}$  no es homocedástico, donde  $\delta_t, \mu_i, \varepsilon_{it}$  corresponden al error asociado con las series de tiempo  $(\delta_t)$ ; a la perturbación de corte transversal  $(\mu_i)$  y el efecto combinado se denota por  $(\varepsilon_{it})$ . La decisión con respecto a qué modelo se estima, si el de efectos fijos o aleatorios, se apoya en el contraste de Hausman (1978).

Especificación del modelo

Para analizar el impacto de las variables previamente señaladas en un contexto de apertura económica, se utiliza una estructura de datos en panel que contempla información referente a subsectores de la industria manufacturera i = 1, ..., N y observaciones trimestrales para un horizonte de t = 1, ..., T. La ecuación de regresión que se estima es la siguiente:

Previo a la estimación de las distintas especificaciones econométricas, se procede a transformar las variables en logaritmos naturales, mismas que se definen en la siguiente ecuación:

$$lsr_{it} = i\beta_{0i} + \beta_1 ldr_{it} + \beta_2 lip1_{it} + \beta_3 lexpvpr_{it} + \beta_4 limpvpr_{it} + \beta_3 liedvpr_{it} + U_{it}$$

Donde lsr<sub>it</sub>: logaritmo de la tasa de salarios relativos para cada subsector *i*=9 (subsectores) y *t*=40 (trimestres) de 1990 a 2008

ldr<sub>it</sub>: logaritmo de demanda de trabajo relativa (ocupados empleados sobre el número de ocupados obreros). lip1<sub>it</sub>: logaritmo de un índice de productividad laboral con base al valor de producción y el número de empleados y obreros.

 $lexpvpr_{it}$ : logaritmo de las exportaciones como participación del valor de la producción real de cada subsector i en el tiempo t.

 $limpvpr_{it}$ : logaritmo de las importaciones como participación del valor de la producción real de cada subsector i en el tiempo t.

liedvpr<sub>it</sub>: logaritmo de la inversión extranjera directa como participación del valor de producción real de cada subsector *i* en el tiempo *t*.

Resultados de estimación

Modelo (1). Modelo Agrupado por Mínimos Cuadrados Ordinarios y especificación robusta (MCO)

$$lsr_{it} = \beta_0 + \beta_1 ldr_{it} + \beta_2 lexpvpr_{it} + \beta_3 limpvpr_{it} + \beta_4 liedvpr_{it} + U_{it}$$

Esta estimación arroja coeficientes muy significativos y con los signos esperados de acuerdo a la teoría. La elasticidad asociada a la variable ldr indica que por cada punto porcentual 1% de incremento en la tasa de demanda, la variación en el salario relativo es de 0.94%.. Las exportaciones como proporción del valor de la producción real indica el grado de impacto que tienen estas en cada subsector. El resultado negativo implica que por cada incremento en la exportaciones habrá una disminución en la tasa salarial de 0.06%. En su mayoría los subsectores de la industria manufacturera utilizan trabajo no calificado y por ende, este grupo de trabajadores se ven favorecidos por las exportaciones y ven mejorados sus salarios.

Las importaciones al igual que las exportaciones son una participación del valor de la producción real. Cabe destacar la importancia del signo positivo de este coeficiente, el cual indica que se tiene un impacto directo en el incremento de la tasa salarial si sus importaciones suben, es decir, por cada 1% en las importaciones, los salarios relativos aumentaran 0.06%. Con respecto a la Inversión Extranjera Directa (IED), se aprecia que ante un aumentos del 1% en esta variable, se tendrá un efecto del 0.02% de incremento en la tasa relativa de ingreso entre calificados y no calificados.

**Modelo (2).** Efectos fijos v especificación robusta. (FE) 
$$lsr_{it} = i\beta_{0_i} + \beta_1 ldr_{it} + \beta_2 lexpvpr_{it} + \beta_3 limpvpr_{it} + \beta_4 liedvpr_{it} + U_{it}$$

A diferencia del modelo, se mantienen los signos de demanda, exportaciones e importaciones al igual que la significancia excepto el de inversión extranjera directa.

Modelo (3). Efectos aleatorios y especificación robusta. (RE) 
$$sr_{it} = (\beta_0 + \mu_i) + \beta_1' dr_{it} + \beta_2' expvpr_{it} + \beta_3' impvpr_{it} + \beta_4' iedvpr_{it} + U_{it}$$

Con respecto al modelo de efectos aleatorios, el signo de la variable demanda, exportaciones e importaciones se mantiene igual con relación al modelo (1) y (2), sin embargo, persiste la no significancia estadística de la inversión extranjera directa (jedypr). Una vez que se tienen la estimación de efectos fijos y aleatorios se lleva a cabo la prueba de Hausman. Esta se basa en un estadístico Chi-cuadrado y la hipótesis nula de que el modelo de efectos fijo es el que mejor explica la relación de la variable dependiente con las explicativas. Para el caso que nos ocupa no se rechaza dicha hipótesis y se concluye que el modelo de efectos fijos es el que mejor se ajusta.

**Modelo (4).** Modelo efectos fijos por subsector (WHITIN) 
$$lsr_{it} = i\beta_{0_i} + \beta_1 ldr_{it} + \beta_2 lexpvpr_{it} + \beta_3 limpvpr_{it} + \beta_4 liedvpr_{it} + U_{it}$$

Todos los coeficientes estimados son individualmente significativos a excepto del subsector 32, 33 y 39. Los valores de la intersección para los nueve subsectores son diferentes. El valor de la constante que arroja el modelo (4) sería el valor del subsector 31 y con este se calculan las diferencias del resto de los subsectores; 0.9984074 para el 31, 0.8769869 (=.9984074-.1214205) 32, 0.8599839 (=.9984074-.1384235) 33, 0.9285731(=.9984074-.0698343) 34, 0.6073503 (=.9984074-.3910571) 35, 0.700882954 (=.9984074-.29752446) 36, 0.7799772 (=.9984074-.2184302) 37, 0.6132475 (=.9984074-.3851599) 38, 0.8036184 (=.9984074-.194789) 39. Estas diferencias quizás se deban a características particulares de cada subsector.

Para determinar el modelo más adecuado entre el (1) y (4), se realiza una prueba F. El modelo (1) es restrictivo pues impone una intersección común para los nueve subsectores. En consecuencia, se utilizar la prueba F

restrictiva<sup>5</sup>  $F \frac{R_{NR}^2 - R_R^2/m}{(1 - R_{NR}^2)/(n - k)}$  donde NR y R representan "no restringida" y "restringida, respectivamente. m: número de restricciones lineales, k: número de parámetros en la regresión no restringida, n: número de observaciones.  $F \frac{0.9903 - 0.9232/5}{(1 - 0.9903)/(360 - 13)} = 480.07$ 

$$F\frac{0.9903 - 0.9232/5}{(1 - 0.9903)/(360 - 13)} = 480.07$$

El valor de F de 480.07 (con grados de libertad gl 5 del numerador y los gl 347 del denominador) resulta muy significativo y en consecuencia, la regresión restringida del modelo (1) parece ser válida, en este caso el modelo (1).

<sup>5</sup> Para mayor información consultar Gujarati, cap. 8

Cuadro 1.5 Regresiones. Variable dependiente: Salarios Relativos

regresiones. Variable dependiente				
	Modelo	Modelo	Modelo	Modelo
	(1)	(2)	(3)	(4)
Demanda (Idem)	0.943*	0.883*	0.879*	0.882*
	[0.021]	[0.291]	[0.071]	[0.066]
Exportaciones (lexpvpr)	-0.066*	-0.246*	-0.246*	-0.246*
	[0.025]	[0.054]	[0.027]	[0.022]
Importaciones (limpvpr)	0.066*	0.179*	0.181*	0.178*
	[0.016]	[0.068]	[0.029]	[0.262]
Inversión Extranjera Directa (liedvpr)	0.022*	0.002	0.002	0.0015
	[0.005]	[0.002]	[0.002]	[0.002]
Constants	1.037*	1.20*	1.187*	0.998*
Constante	0.044	[0.402]	[0.105]	[0.062]
Subsector 32				0.121
Subsector 33				0.138
Subsector 34				0.069*
Subsector 35				0.391*
Subsector 36				0.297*
Subsector 37				0.218*
Subsector 38				0.385*
Subsector 39				0.194
Obs	360	360	360	360
Número de grupos	9	9	9	9
R-squared	0.92	0.91	0.91	0.99
1. oqualou	5.52	3.01	0.01	0.00

P>(Z) entre paréntesis. Significancia

### **Conclusiones**

Las pruebas estadísticas sugieren que el modelo 1 es confiable y representativo para el análisis de los datos de la industria manufacturera en México. Por lo tanto se hacen algunas deducciones de sus resultados como sigue. La elasticidad positiva que presenta la variable de demanda relativa (dr) indica la relación directa con el incremento de la desigualdad de los salarios relativos. Un incremento en el trabajo calificado en mayor proporción al de la demanda de trabajo no calificado tendrá repercusiones hacia la baja de los salarios de los obreros y en caso contrario para los empleados, cuyo su sueldo aumentará. La elasticidad que presenta la variable exportaciones como proporción del valor de la producción real (expvpr) es negativa, lo cual es de esperarse cuando se analiza a los subsectores y su intensidad de trabajo, es decir, los subsectores que se encuentran por encima del promedio de toda la industria, se caracterizan por ser intensivos en trabajo no calificado, por tanto, este grupo de trabajadores se ven beneficiados con el comercio. Por ello se reduce la desigualdad de los salarios en 6%.

Las importaciones como proporción del valor de la producción real presenta una elasticidad de la misma magnitud que las exportaciones, solo que con el signo opuesto, es decir positivo, esto sugiere que cada que importan los subsectores manufactureros, aumenta la desigualdad de los salarios relativos. Derivado del análisis

de los subsectores que se ubican por encima del promedio de toda la industria manufacturera, se tiene que son los mismos que se orientan hacia la actividad exportadora, como el 39 otras industrias, 38 productos metálicosmaquinaria y equipo, 32 textiles-prendas de vestir y el 33 industria de la madera y por tanto son intensivos en trabajo no calificado. La teoría argumenta que el signo positivo se manifiesta dado que se incrementa las importaciones intensivas en trabajo no calificado, las cuales representan competencia en el mercado naciones y ello reduce la demanda de obreros para la elaboración de esos bienes que se importan y con ello, se reduce la desigualdad de los salarios relativos en un 6%.

Los subsectores intensivos en exportación y en importación son los subsectores que pertenecen a los clasificados de naturaleza maquiladora y por tanto requieren de mayor trabajo no calificado. Los subsectores que presentan las mayores tasas de salarios relativos son los mismos subsectores que presentan mayor dotación de trabajo calificado en relación con el no calificado y están son en orden de importancia 35 sustancias químicas, 39 otras industrias manufactureras, 34 papel y productos derivados, y por último el 31 productos alimenticios. Los subsectores con gran dinamismo en el periodo son la industria textil perteneciente al subsector 32, la electrónica y la industria automotriz perteneciente al subsector 38 considerado como intensivos en exportación e importación.

### Bibliografía

David Autor, Lawrence Katz and Alan Krueger, "Computing Inequality: Have Computers Changed the Labor Market? *Quarterly Journal of Economics*, 113 (4), November 1998, 1169-1214.

Acemoglu, D. (2002), "Technical Change, Inequality, and The Labor Market",

Journal of Economic Literature, n. 40, pp. 7-72.

Airola J. y Juhn C. (2005), "Wage Inequality in Post-Reform Mexico," Working Papers 2005-01, Department of Economics, University of Houston.

Alarcón, Diana (1994), "Changes in the Distribution of income in Mexico and Trade Liberalization: 1984-1989, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte.

Arenas, Erika V. (2001), "Efectos de la apertura comercial en la brecha salarial entre trabajadores calificados y no calificados en México durante el periodo 1987-2004". *Gaceta de Economía*, Instituto Tecnológico Autónomo de México, Año 9, Número 18.

Berman, E., bound, J. y Griliches, Z. (1994), "Changes in the Demand for Skilled Labor within U.S. Manufacturin: Evidence from the annual Survey of Manufactures", Quarterly Journal of Economics, n, 109 (2).

Berman, Eli, John Bound y Stephen Machin (1997), "Implication of skill-biased technological chance: international evidencie", Working Paper Series, num. 6166. Cambridge, NBER, 1997.

Borjas, G. J., Freeman, R. B. y Katz, L. F. (1997), "How Much Do Immigration and Trade Affect Labor Market Outcomes?", *Brookings Papers on Economic Activity* n. 1, Marzo, pp. 1-90.

Burgos Benjamín y Mungaray Alejandro (2007), "Apertura externa, inequidad salarial y calificación laboral en México, 1984-2002", Problemas del Desarrollo, 39(152), pp. 87-110.

Card, D. y DiNardo, J. E. (2002), "Skill Biased Technological Change and Rising Wage Inequality: Some Problems and Puzzles", *Journal of Labor Economics*, vol. 20:4, pp. 733-783.

Chiquiar, Daniel (2003), "Essays on the Regional Implications of Globalization: The Case of Mexico. Tesis de doctorado, San Diego: University of California.

Chiquiar, Daniel (2008), "Globalization, Regional Wage Differentials and the Stolper-Samuelson Theorem: Evidence from Mexico'\Journal of International Economics", vol. 74.

Cragg, M. and M. Epelbaum (1996), "The Premium for Skills in LDCs: Evidence From Mexico, "mimeo, Columbia University and Centro de Investigación Económica, ITAM.

De Hoyos, Rafael E. (2005), "The Microeconomics of Inequality, Poverty and Market Liberalizing Reforms", Helsinki, UNU-WiDER Research Paper

INEGI. Encuesta Industrial Mensual. 1999-2008

Feenstra, Robert y Gordon Hanson (1995), "Foreign direct investment and relative wages: evidence from México's maquiladoras", Working Paper Series, num. 5122, Cambridge, NBER.

\_\_\_\_\_ (1996), "Foreign Investment, Outsourcing, and Relative Wages", en Feenstra, R. C. y Grossman, G. M. (eds.), Political Economy of Trade Policy, Cambridge, MIT Press, pp. 89-127.

(1997), "Foreign Direct Investment and Relative Wages: Evidence from Mexico's Maguiladoras", Journal of International Economics, n. 42, pp. 371-394.

(2006), "New Evidence on the Gains from Trade," Freije, Samuel, Luis Felipe López Calva y Cristina Rodríguez (2005), "Origen de los cambios en los salarios relativos urbana, nacional y regional, en

México". En Luis Felipe López Calva y Miguel Székely (Coord.) La Medición del Desarrollo Humano en México. México: Fondo de Cultura Económica.

Greene, William H. (1997), "Econometric Analysis", 3rd edition, Prentice Hall.

Gosling, A. y Machin, S. (1993), "Trade Unions and the Dispersion of Earnings in British Establishments, 1980-1990", Oxford Bulletin of Economics and Statistics, n. 57, pp. 167-184.

Hanson, Gordon (2003), "What has happened to wages in México since NAFTA? Implication for hemispheric free trade", Working paper Series, num.9563, Cambridge, NBER.

Hernández, Enrique (2000), "Crecimiento económico, distribución del ingreso y pobreza en México," Comercio Exterior, vol. 50, no.10.

\_ (2003), "Distribución del ingreso y pobreza". La situación del trabajo en México.

Lopez Acevedo, Gladys (2001), "Evolution of Earnings and Rates of Returns to Education in Mexico, Research, Workin Papers, Banco Mundial.

Machin, S. y Van Reenen, J. (1998), "Technology and the Skill Structure: Evidence from Seven Countries", Quarterly Journal of Economics.

Nickell S. y Layard R. (1999), "Labour Market Institutions and Economic Performance" en O. Ashenfelter y D. Card (eds.) *Handook of Labour Economics*, Vol. 3, Elsevier, Ámsterdam.

Revenga A. (1995), "Employment and wage effects of trade liberalization. The case of Mexican manufacturing", World Bank Policy Research Working Paper, num 1524, World Bank.

(1997), "Employment and Wage Effects of Trade Liberalization: The Case of Mexican Manufacturing". Journal of Labor Economics.

Robbins, Donald (1994), "Worsening Relative Wage Dispersion in Chile During Trade Liberalization: Is Supply at Fault?" Harvard University.

Robertson, Raymond (2000), "WageShocks and North American Labor Market Integration". American Economic Review.

September, vol. 30, No.9 (2007), "Trade and Wages: Two Puzzles from Mexico". The World Economy,

Székely, M. (1998), "The Economics of Poverty, Inequality and Wealth Accumulation in Mexico", MacMillan, London.

Tan, Hong y Geeta Batra (1997), "Technology and Firm Size-Wage differentials in Colombia, Mexico, and Taiwan (China)", The World Bank Economic Review, vol.11.

Trefler, Daniel (2004), "The Long and Short of the Canada-U. S. Free Trade Agreement," American Economic Review, American Economic Association, vol. 94(4)

Zepeda y Ghiara (1999), "Determinación del salario y capital humano en México: 1987-1993", Economía, Sociedad y Territorio, vol.11, no.5, México.

Zorrilla, Santiago A. (2002), "Como aprender Economia" conceptos básicos. Limussa Noriega editores.

# LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE TUNA EN EL ESTADO DE MÉXICO

Figueroa Hernández Esther\*, Francisco Pérez Soto \*\*, Salazar Moreno Raquel \*\*, Ramírez Abarca Orsohe \*, Espinosa Torres Luis Enrique \*

### Resumen

La competencia a nivel mundial para el acceso y comercialización de tuna, crece a tal grado que países como Italia, Sudáfrica, Chile, Estados Unidos e Israel, tienen un incremento significativo en el proceso de producción de este fruto, y aunque México es el primer productor mundial de tuna, países como Italia tienen un sistema avanzado de cultivo y uso de tecnología en los sistemas de riego. El objetivo del trabajo consistió en analizar el comportamiento de los principales indicadores productivos (superficie cultivada, el volumen, el rendimiento y el precio medio rural) de tuna de los principales municipios productores del Estado de México para el periodo 1990-2010. De los resultados obtenidos, la cantidad producida de tuna está determinada principalmente por la superficie cosechada y el rendimiento, pero en la realidad el precio es el que motiva al productor a producir.

Palabras clave: Producción de tuna, modelo, elasticidades

THE CURRENT STATUS OF THE PRODUCTION OF TUNA IN THE STATE OF MEXICO

#### **Abstract**

The global competition for access and marketing of tuna, it grows to such an extent that countries like Italy, South Africa, Chile, the U.S. and Israel have a significant increase in the production process of this fruit, and although Mexico is the first tuna producer in the world, countries like Italy have an advanced system of cultivation and use of technology in irrigation systems. The aim of this study was to analyze the behavior of the main indicators of production (acreage, volume, price performance and rural) of tuna major producing municipalities of the State of Mexico for the period 1990 to 2010. From the results, the produced amount of tuna is mainly determined by the area harvested and yield, but in reality the price is that motivates the producer to produce.

**Keywords:** Production of tuna, model, elasticities

### INTRODUCCIÓN

Los nopales son originarios de América tropical y subtropical y hoy día se encuentran en una gran variedad de condiciones agroclimáticas, en forma silvestre o cultivada, en todo el continente americano. Además, se han difundido a África, Asia, Europa y Oceanía donde también se cultivan o se encuentran en forma silvestre. Los nopales pertenecen a la familia de las Cactáceas.

El nopal desde épocas memorables es una de las imágenes que caracteriza con propiedad a la cultura mexicana. En la actualidad, el nopal ocupa en México un área de más de 106 mil ha., sembradas, del cual se extraen un conjunto numeroso de productos con una amplia gama de aplicaciones.

Esta especie una vez introducida en España desde México, se distribuyó por toda la cuenca del Mediterráneo. Probablemente los primeros nopales fueron cultivados cerca de Sevilla o Cádiz, puntos terminales de los viajes a las Indias (Barbera, 1999). Es así como actualmente existen en forma silvestre o cultivada en el sur de España, y en toda la cuenca del Mediterráneo: Francia, Grecia, Italia y Turquía, llegando hasta Israel. Los árabes la llevaron desde España a África, difundiéndose en Argelia, Egipto, Eritrea, Etiopía, Libia, Marruecos y Túnez. Sin embargo, su distribución es aún mayor; en el continente americano, se encuentra desde Canadá a Chile, en Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Chile, Estados Unidos de América, México, Perú, y Venezuela y varios países de América Central y el Caribe; en otros continentes

<sup>\*</sup> Profesores-investigadores del Centro Universitario UAEM Texcoco, Universidad Autónoma del Estado de México. E-mail: esfigue\_3@ yahoo.com.mx, Orsohe@yahoo.com,

<sup>\*\*</sup> Profesores-investigadores de la División en Ciencias Económico- Administrativas, Universidad Autónoma Chapingo, México. E-mail: perezsotof@hotmail.com,

se encuentra en Angola y Sudáfrica, en Australia y la India, existiendo especies tanto cultivadas como silvestres. En estos países, se encuentra parte de las más de5 000 millones de hectáreas de zonas áridas y semiáridas del planeta y sus pueblos buscan especies que puedan desarrollarse y prosperaren ese peculiar y restrictivo hábitat (FAO, 2006).



Figura 1. Distribución de Opuntia spp en el mundo

Fuente: Tomada de Sáenz, 2006. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

En la Figura 1, se puede observar la distribución actual de los nopales en el mundo. Estas especies toman diferentes nombres de acuerdo a los países en los que se encuentran. El nombre propio original de la tuna en la lengua náhuatl es nochtli.

A nivel mundial, la competencia para el acceso y comercialización de tuna, crece a tal grado que países como Italia, Sudáfrica, Chile, Estados Unidos e Israel, tienen un incremento significativo en el proceso de producción de este fruto, y aunque México es el primer productor mundial de tuna, países como Italia tienen un avanzado sistema de cultivo que se caracteriza por la utilización de una alta densidad de plantación conformando setos, así como el uso de tecnología en los sistemas de riego.

La tuna, fruta del nopal, está cobrando mayor importancia a nivel mundial con el acceso agresivo de países como Italia, Sudáfrica, Chile e Israel, a los mercados europeos y los Estados Unidos de América (E.U.A.). Se perfila una enconada lucha competitiva de México con estos países para dominar en los mercados externos. Las **ventajas comparativas** de México, basadas en la riqueza de su material genético, en la gran diversidad de variedades, lo extenso de sus recursos agroclimáticos y la tradición del .cultivo y uso de esta planta por los campesinos mexicanos, deben ser el punto de partida para lograr ventajas competitivas para que México domine en los mercados internacionales. Aquí radica un potencial que es necesario evaluar y desarrollar con una política decidida de apoyos y de organización para convertir a esta actividad en una fuente importante de empleos, ingresos y de divisas para el país (Flores, *et.al.*, 1995).

La tuna, que es el fruto del nopal, cobra mayor importancia tanto en el mercado nacional como en el mercado internacional, ya que las condiciones propicias de zonas como la centro-norte: México, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Jalisco y Guanajuato y en la zona centro-sur incluyendo los estados de Hidalgo, México, Tlaxcala, Puebla, Querétaro y Oaxaca, son propicias para la producción de este fruto. Las ventajas comparativas de México, basadas en la riqueza de su material genético, en la gran diversidad de variedades, lo extenso de sus recursos agroclimáticos y la tradición del cultivo y uso de esta planta por los campesinos mexicanos, deben ser el punto de partida para lograr ventajas competitivas para que México domine en los mercados internacionales.

La relevancia que el nopal tunero está cobrando, se debe a que alrededor del 52.5% de la superficie nacional, está ocupada por zonas áridas y semiáridas, que por las condiciones climáticas que prevalecen en éstas, impiden la

producción de otros cultivos, convirtiéndose el nopal en una de las alternativas económicas más viables para sus habitantes.

La tuna es una fruta que con el transcurso de los años se ha ido colocando en el gusto y aceptación de los consumidores, donde es considerada como una fruta exótica de agradable sabor. Ésta es más popular y admitida en países europeos que en el país, la cual puede conseguirse todo el año.

En este sentido, la producción de tuna al igual que en otros cultivos en el país, en donde la población de mayor edad es la que se está dedicando a las actividades agropecuarias en el sector rural debido a la falta de rentabilidad de las unidades de producción, lo cual ha ocasionado que la población joven emigre, ya sea a otras ciudades dentro del territorio nacional, a Estados Unidos o Canadá principalmente en busca de opciones de empleo, lo cual trae como consecuencia un inminente abandono del campo.

Las principales regiones de producción de tuna en México participan 17 estados; sin embargo. Sólo en ocho se concentra 87% de la superficie y el 96% de la producción. Estos ocho estados se agrupan en tres regiones de producción (SAGARPA, 2004):

Región Sur: Puebla.

Región Centro: Edo. de México e Hidalgo.

Región Centro-Norte: Zacatecas, San Luis Potosí, Guanajuato, Jalisco y Aguascalientes.

## 1.1 Comportamiento de la producción de tuna en el Estado de México

La producción de tuna del Estado de México en el 2003 fue de 56%, suficiente para abastecer el mercado local, estatal e incursionar poco a poco en el mercado de los estados vecinos ().

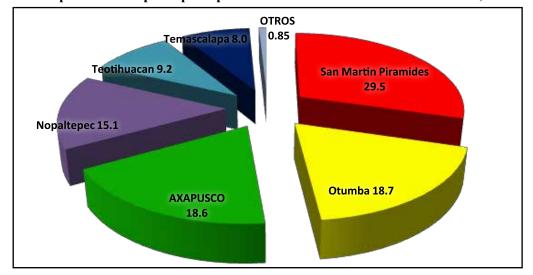


Figura 2. Participación de los principales productores de tuna del Estado de México, 2002-2008 (%)

Fuente: Elaborada con in formación del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIACON, 2010).

De los principales productores de tuna del Estado de México San Martin de las Pirámides ocupa el primer lugar con 29.5% de la producción total del Estado, en segundo lugar lo ocupa Otumba con

18.7%, en tercer lugar Axapusco con 18.6%, Nopaltepec con 15.1% y en sexto lugar Temascalapa con 8.0% (Figura 2).

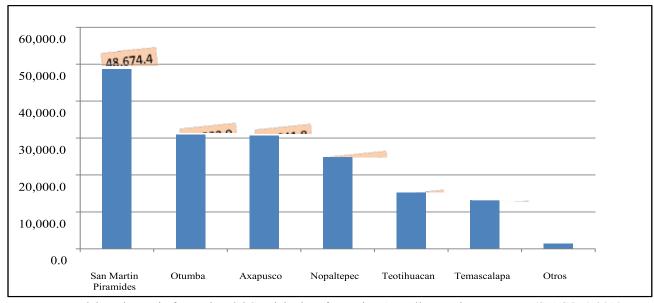


Figura 3. Producción promedio anual para el periodo 2002-2008 (Toneladas)

Fuente: Elaborada con in formación del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIACON) 2010,

Como se puede observar, en la figura 3, San Martín de las Pirámides es el principal productor de tuna con una producción media anual de 48,674.4 toneladas, le sigue Otumba y Axapusco con 30,932.9 y de 30,641.8 respectivamente. Nopaltepec con 24,862.0 y Temascalapa con 13,129.1 toneladas.

Municipio	Sup Semb.	Sup. Cos	Prod	Rend	PMR	Valor Prod
San Martin Pirámides	4490.3	4488.1	48674.4	10.9	2051.1	96443.853
Otumba	2980.4	2970.4	30932.9	10.4	2161.6	65177.624
Axapusco	2923.4	2886.6	30641.8	10.6	2048.8	59968.777
Nopaltepec	2239.1	2213.4	24862.0	11.2	2271.2	54455.356
Teotihuacán	1551.7	1551.7	15160.8	9.8	1991.6	28619.994
Temascalapa	1421.1	1414.0	13129.1	9.3	2100.7	26575.206
Otros	168.2	166.8	1409.1	6.4	2070.6	2543.7829

Cuadro 1. Indicadores de los principales productores de tuna del Edo., de México, 2002-2008

Fuente: Elaborado con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIACON, 2010).

De los diferentes indicadores de la producción de tuna, San Martín de las Pirámides ocupa la primera posición seguido por Otumba, Axapusco y Nopaltepec, como se puede observar en el cuadro 1.

Para conocer más a detalle la problemática de la producción de la tuna en México, la finalidad de éste trabajo fue analizar el comportamiento de los principales indicadores productivos (superficie sembrada y cultivada, el volumen, el rendimiento y el precio medio rural) de tuna en el país y en los principales estados productores para el periodo 1990- 2010.

## II. METODOLOGÍA

Se consultó el Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) dentro del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) donde se obtuvo la información de los indicadores productivos de la tuna en México y sus entidades federativas, dentro de las variables que se analizaron, se tiene: la superficie sembrada, superficie cosechada, volumen y valor de la producción, rendimiento y precio medio rural; de las cuales se hicieron los cálculos pertinentes tales

como cálculo de media, participación porcentual, tasa de crecimiento media anual para cada una de las variables analizadas de las cuales se hicieron los cálculos pertinentes tales como cálculo de media, participación porcentual, para cada una de las variables analizadas. Además, se elaboro un modelo de regresión lineal múltiple con las variables más relevantes de la Cantidad producida de tuna, que se presenta a continuación:

$$QPT_t = \beta_0 + \beta_1SCT_t + \beta_2RendT_t + \beta_3PMRTR_t + \beta_4PMRT1_t + \beta_5QPT1_t + \epsilon$$

Donde:

QPT<sub>t</sub>= Cantidad producida de tuna (Ton)
B<sub>0</sub>, β<sub>1</sub>, β<sub>2</sub>, β<sub>3</sub>, β<sub>4</sub> y β<sub>5</sub> = Estimadores
SCT<sub>t</sub>=Superficie cosechada tuna (ha)
RendT<sub>t</sub>= Rendimiento de tuna (Ton/ha)
PMRTR<sub>t</sub>=Precio medio rural de tuna real en el periodo t (\$/ton)
ε= Error

## III. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo a estudios anteriores, el cultivo de tuna es rentable, requiere mínimas labores culturales, genera fuentes de empleo (2`120,000 jornales en la cosecha) y es endémico del país, por tanto debe ser un programa prioritario (SAGARPA, 2004).

### Resultados Estadísticos

En el cuadro 2, se muestran los valores obtenidos para los estimadores de los parámetros del modelo, su desviación estándar, los estadísticos "t", el coeficiente de determinación (R²), el valor F y el coeficiente de Durbin-Watson (DW).

Cuadro 2. Análisis de varianza para cantidad producida de tuna (QPT)

Dependent Variable: QPT						
		Analysis	s of Varianc	e		
Source Model	DF 5	Sum of Squares 5312057794	Me Squ 1 10624		F Value 210.4	Pr > F 9 < .0001
Error Corrected To	17 tal 22	85806372 5397864166		474337		
Root MSE         7104.52932         R-Square         0.9841           Dependent Mean         120064         Adj R-Sq         0.9794           Coeff Var         5.91731						
		Paramet	er Estimat	es		
Variable	DF	Parameter Estimate	Standar Error		Value	Pr >  t
Intercept	1	-108352	7523.1	2575	-14.40	<.0001
SCT	1	11.24294	1.0	2963	10.92	<.0001
Rend	1	10036	786.0	7818	12.77	<.0001
PMRT	1	-7.33161	3.0	5243	-2.40	0.0280
PMRT1	1	-0.33053	3.1	2268	-0.11	0.9169
QPT1	1	0.02953	0.0	4291	0.69	0.5006
	Durbin-Watson D		<u>.</u>	2.470		
	Number of Observat			23		
	1st Order Autocorr		-1	0.278		

Fuente: Elaborado con la salida del paquete estadístico SAS.

Como puede observarse, en el cuadro 2, la variación de la cantidad producida de tuna (QPT), de acuerdo al coeficiente de determinación es explicado en 98.4% por la superficie cosechada de tuna (SCT), el rendimiento medio de tuna (RendT), y el precio medio rural real (PMRRT), del precio medio rural del periodo anterior y de la cantidad producida de tuna retrasada un periodo. En cuanto al estadístico F (210.49), se tiene que el nivel de significancia global del modelo, al menos uno de los coeficientes es significativamente diferente de cero, rechazando la hipótesis nula que indica que todas las variables son iguales a cero. En el caso de los coeficientes de regresión de la variable cantidad producida de tuna tiene una probabilidad de F de 0.0001, la cual es significativa al 5%, es decir, si se desarrolla prueba de hipótesis para este coeficiente de regresión con un nivel de significancia del 5%,

este caería en la región de rechazo para la hipótesis nula que indica que los coeficientes de regresión son iguales a cero. Por esta razón, los coeficientes de regresión para las variables superficie cosechada de tuna (SCT) con un valor de <0.0001 y una t-student de 10.92>1, el cual presenta un valor significativo; el rendimiento medio de tuna (RendT), con un valor de 0.0001 y una t-student de 12.77>1 es significativa; y el precio medio rural real (PMRRT) con 0.0280 y una t-student de |-2.40|<1 también resultó ser significativa, lo que indica que este valor cae en la región de rechazo de la hipótesis nula, con una probabilidad mayor a 0.05 por lo cual es aceptable para la ecuación En cambio, se tiene con un valor de 0.9169, una t-student de -0.11<1 y de 0.5006 y una t-student de 0.69<1 para la variable precio medio rural del año anterior y la cantidad producida de tuna del periodo anterior respectivamente resultaron no significativas para el modelo. Por último, el coeficiente Durbin-Watson es aceptable.

#### Resultados económicos

El análisis de los coeficientes estructurales permite apreciar la congruencia de los estimadores con las relaciones teóricas económicas.

$$\widehat{QPT} = -108,352 + 11.24294SCT + 10,036RendT - 7.33161PMRRT - 0.33053PMRT1 + 0.2953QPT1$$

La cantidad producida de tuna (QPT) en función de la superficie cosechada y el rendimiento presentan los signos esperados, es decir al aumentar la superficie cosechada y el rendimiento de tuna provocará que la cantidad producida de tuna aumente. Sin embargo, para el precio medio rural real de tuna presentó signo contrario al esperado, ya que se esperaba una relación directa entre el precio medio rural real y la cantidad producida de tuna, lo cual contradice a la teoría económica. Para el precio medio rural real de tuna rezagado un periodo y la cantidad producida de tuna del periodo anterior no se cumplieron los signos esperados.

## Interpretación económica de las elasticidades

Cuadro 3. Resumen de elasticidades

$$m{arepsilon_{SCT=}^{QPT}} 1.1555$$
 $m{arepsilon_{RENDT=0.84938}^{QPT}} m{arepsilon_{PMRT=}^{QPT}} - 0.083476$ 
 $m{arepsilon_{PMRT1=}^{QPT}} - 0.00347599$ 
 $m{arepsilon_{QPT=0.0294712}^{QPT}} 0.0294712$ 

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del modelo econométrico.

La elasticidad de la cantidad producida de tuna con respecto a la superficie cosechada de tuna es de 1.1555, es decir al aumentar en 10% la superficie cosechada, la cantidad producida aumentará en 15.5%, lo cual concuerda con la teoría económica (Ver cuadro 3).

Para el caso de la elasticidad de la cantidad producida de tuna con respecto al rendimiento de esta fruta es de 0.84938, o sea que al incrementarse el rendimiento en 10%, la cantidad producida de tuna se acrecentará en 8.49%.

En lo referente a la elasticidad de la cantidad producida de tuna con respecto al precio medio rural real de tuna es de -0.083476, si se aumentara un 10% el precio medio rural, la cantidad producida de este producto disminuiría en 0.83%, lo cual no concuerda con la teoría económica, esto podría deberse a la información estadística que presentan las instancias oficiales.

La elasticidad del precio medio rural con respecto al precio del periodo anterior es de -0.00347599, si se incrementara un 10% el precio medio rural, la cantidad demandada de tuna disminuiría en 0.034%, es decir, que el precio del periodo anterior no es un indicador significativo para el productor para tomar en cuenta para el siguiente ciclo, lo mismo sucede para la cantidad producida de tuna del periodo anterior, ya que se tiene una elasticidad de 0.0294712, es decir ante un incremento de 10% la cantidad producida de tuna aumentara en 0.29%.

### **CONCLUSIONES**

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes conclusiones:

La cantidad producida de tuna está determinada principalmente por la superficie cosechada y el rendimiento. En cuanto a la variable que menor impacto tiene sobre la cantidad producida de tuna fue el precio medio rural real. Lo cual no es congruente con la realidad.

Los problemas que en forma general se presentan son las debidas a que la información no es muy congruente, dado que varía de fuente a fuente.

La importancia que el cultivo de tuna ha tenido se debe principalmente a sus características para tolerar condiciones adversas de clima, suelo (aridez y salinidad) y por tratarse de una especie con bajos requerimientos de agua. En el país, se produce una gran cantidad de variedades debido a las constantes experimentaciones y ensayos que se hacen para mejorar su calidad.

La demanda de tuna en México se halla en la población de los estados del centro del país; en el norte y las zonas costeras esta es menor, en la actualidad, el consuno en el norte ha comenzado a crecer.

La competitividad que deben mantener los productos agropecuarios para ubicarse y sostener su lugar preferente dentro del mercado, esto tiene que ver con los costos de comercialización. Aunado a esto, se debe agregar los costos de transporte y distribución que son significativos y marcan diferencias en la demanda del producto para las diversas zonas productoras y sus mercados.

La dispersión de los productores, la falta de incentivos a la producción, la falta de tecnologías empleadas en el proceso productivo que no permiten obtener los niveles deseados tanto de producción como de rentabilidad, en comparación con otros cultivos que han mantenido su producción.

La producción de tuna tiene un gran potencial, que es necesario evaluar y desarrollar con una política decidida de apoyos y de organización para convertir esta actividad en una fuente importante de empleo, ingresos y de divisas para el país, ya que tiene un gran potencial para toda la región productora.

Esta fruta es un producto que está siendo aceptado por los consumidores en el mercado internacional, sin embargo, los productores del Estado de México están teniendo problemas en los trámites administrativos para que ellos puedan ubicar su propio canal de comercialización, particularmente en Estados Unidos, por lo cual es importante que las autoridades competentes puedan prestar ese apoyo a los productores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASERCA. 2001. Claridades Agropecuarias. El nopal.

Flores V. C. A. y Gallegos V., C. 1993. *Situación y perspectivas de la producción de tuna en la región Centro-Norte de México*. CIESTAAM. Universidad Autónoma Chapingo, Edo., de México.

Flores Valdez Claudio A., De Luna Esquivel Juan M., Ramírez Moreno Pedro P., Corrales García Joel, Ponce Javana Pedro. 1995. Mercado mundial de la tuna. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA), Universidad Autónoma Chapingo (UACh) Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y de la Agricultura Mundial (CIESTAAM).

Méndez G. S. y García H. J. 2006. La tuna: producción y biodiversidad. CONABIO. *Biodiversitas* 68:1-5. Núm. 68 septiembre –octubre. ISSN: 1870-1760. http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv68art1.pdf, revisada 10/09/2009.

Comisión Nacional de las Zonas Áridas.1993. Nopal tunero (Opuntia spp), cultivo alternativo para las zonas áridas y semiáridas de México. Instituto Nacional de Ecología.

SAGARPA. 2004. Plan rector: Sistema Producto Nacional Nopal. (http://www.sagarpa.gob.mx)

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2004. Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural. Estado de México.

SIACON, SIAP, SAGARPA. 1980-2009, 2010. Indicadores productivos de la tuna en México. SIAP,

SAGARPA. 2005. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. *Anuario agrícola 1980-2005*. México.

(http://www.siap.sagarpa.gob.mx.) Consultado en Septiembre de 2009. (http://www.sagarpa.gob.mx/v1/subagri/info/sp/nopal/pr\_slp.pdf), revisado 10 de enero de 2010.

Clúster Nacional de Tuna. 2008. Nopal y tuna, oportunidad productiva. Junio. http://clusterdelnopal.com/home/index.php/noticias/36-noticias/54-nopal-y-tuna-oportunidad), revisado 15/10/2009

# Aplicación del análisis de cointegración para el crecimiento de CEMEX

Gustavo Vargas Sánchez Albino Luna Ortega

La competencia implica que las empresas deben elaborar planes y estrategias que le permitan obtener ventajas frente a sus rivales, sin embargo cualquier estrategia necesita de la inversión de fondos financieros para ponerla a funcionar, así que consideramos que la inversión y su financiamiento son esenciales. Cuándo, dónde y cuánto invertir son decisiones que determinan el monto de ganancia futura y el tiempo de recuperación del dinero invertido, mientras que la estructura del financiamiento determina el costo de la inversión y el grado de endeudamiento en que se incurre. El nivel de inversión debe garantizar a la empresa un flujo de ganancias suficientes para pagar su deuda y acumular recursos financieros, mientras que la estrategia de financiamiento debe reducir los costos financieros y asegurar una fuente permanente de esos fondos, así: "la demanda por fondos de inversión por la mega corporación líder surge de la necesidad de financiar aquellos gastos que, aunque no relacionados con la producción actual, llevaran sin embargo al crecimiento de la ganancia corporativa (corporate levy) a través del tiempo y por tanto al crecimiento de la empresa misma." (Eichner, 1976, p. 88).

Es claro que a mayor tamaño de la empresa y de sus competidoras, mayor será el volumen de los recursos financieros necesarios para invertir y a la vez, a mayor tamaño, mayor será su acceso al financiamiento; "en general, la ventaja que constituye para una firma su tamaño se concreta en aquellas dimensiones que le aseguran capacidad de financiación." (Robinson, 1976, p. 132), así que la empresa tiene que hallar diversas fuentes que le suministre los fondos necesarios para su expansión. La oferta de los fondos financieros para la empresa tiene básicamente una fuente interna y otra externa. La fuente interna a su vez puede dividirse en dos categorías: la generación de fondos internos mediante la expansión de la ganancia corporativa y el aumento del capital social mediante la emisión de nuevas acciones. La fuente externa consiste en la contratación de créditos en el sistema bancario.

La ganancia corporativa es la diferencia entre el precio de venta y los costos en que incurre la empresa y esta diferencia puede aumentar ya sea mediante el aumento de los precios, una reducción de costos o ambos. En todo caso la ganancia corporativa está definida como "la cantidad de fondos disponibles para la mega corporación de fuentes internas para financiar los gastos de inversión." (Eichner, 1976, p. 61).

Sin embargo la generación de la ganancia corporativa para cualquier empresa tiene un costo, el cual tiene tres fuentes, el efecto sustitución, el efecto entrada y la posible intervención estatal. Un aumento en la ganancia corporativa mediante el aumento de precio tiene un efecto sustitución, en donde los consumidores reducen la demanda del bien de la empresa que aumenta el precio y aumentan su demanda de los bienes que no han aumentado su precio. Sin embargo el efecto sustitución se presenta gradualmente a través del tiempo así que la ganancia corporativa aumenta inmediatamente después del aumento del precio y después se reduce conforme los consumidores sustituyen su demanda (la elasticidad precio de la demanda del bien se hace cada vez más alta). La división de la reducción gradual de la ganancia por la ganancia inmediatamente obtenida, que denominamos R<sub>1</sub>, puede ser vista como una tasa de interés implícita. Por tanto R<sub>1</sub> "será una función no solo del tiempo y la creciente elasticidad precio de la demanda, la cual es probablemente causada por el tiempo pero también por el porcentaje de cambio en el precio, *n.* a mayor este porcentaje de cambio, mayor será la elasticidad-arco de la demanda en cualquier periodo de tiempo dado, esto es, mayor el porcentaje de reducción de ventas resultante." (Eichner, 1976, p. 70).

El efecto entrada consiste en que el aumento de la ganancia corporativa estimula la entrada de nuevas empresas a la industria, reduciendo la participación de mercado de la empresa que aumenta su ganancia corporativa y reduciendo sus ventas. El monto en que se reducen las ventas para todas las empresas que conforman una industria cualquiera es igual a la producción de la empresa entrante correspondiente al tamaño de planta optimo mínimo imperante en la industria, m. Así el monto de perdida en ventas y ganancia corporativa para cada una de la empresas será una fracción de m. el costo total para la empresa que aumente sus ganancia corporativa, ya sea mediante el aumento de precio o la reducción de costos, será resultado de dividir la multiplicación del porcentaje m de reducción de ventas por la probabilidad de entrada de nuevas empresas  $\pi$ , entre el aumento de la ganancia. Esta razón la denominamos  $R_2$  y se le puede considerar también como una tasa de interés implícita al costo del efecto entrada, la cual es una función no solo del tiempo y de la probabilidad de entrada de nuevas empresas sino también del porcentaje de variación en el precio, a mayor el porcentaje de aumento en el precio, mayor será la ganancia corporativa y mayor será su costo.

La posibilidad de intervención estatal se produce principalmente ante un aumento en el precio con lo cual aumenta la percepción gubernamental de prácticas monopólicas y por tanto un aumento en medidas legales que afecten las actividades de la empresa.

Tomando en consideración la suma de los costos  $R_1$  y  $R_2$  = R, generados por el aumento de la ganancia corporativa, podemos derivar una curva de oferta de fondos internos en función del aumento en el precio, "esta curva de oferta refleja las diferentes cantidades de fondos de inversión adicionales por periodo de planeación , que pueden ser generado internamente a través de la ganancia corporativa a diferentes tasas de interés implícitas R." (Eichner, 1976, p. 80). Por tanto el denominador de R es la suma de las ganancias corporativa obtenidas a través del tiempo generadas por el aumento de precio y el numerador es la suma de la reducción de las ganancias generadas por el efecto sustitución y el efecto entrada a largo del tiempo y depende del cambio porcentual de la variación del precio.

La pendiente de la curva de oferta es creciente en consecuencia de los cambios que ocurren en la elasticidad de la demanda y de la probabilidad de entrada como respuesta a cambio en el precio n, cuando los cambios en el precio son pequeños, la pendiente de la curva de oferta es inelástica y a cambios mayores esta elasticidad aumenta. "los dos factores juntos, el mayor efecto sustitución y la mayor probabilidad de entrada, llevaran a una cada vez mayor valor de R conforme n aumenta." (Eichner, 1976, p. 82.

Las empresas cuentan con otra fuente de fondos de inversión en el sistema bancario. Una vez que la empresa es sujeta de crédito en el sistema bancario, la oferta de recursos financieros para la empresa se vuelve infinita a la tasa de interés vigente. Los créditos bancarios pueden ser considerados complementarios a los fondos internos; cuando la tasa de interés implícita R es menor a la tasa de interés externa, conviene a la empresa aumentar la generación de ganancia corporativa hasta el nivel en que la tasa implícita sea igual a la tasa de interés externa. A partir de este punto la empresa usara los fondos externos debido a que tienen un costo menor que los fondos internos, así "la curva de oferta total de fondos de inversión adicional, S<sub>1</sub>, puede ser obtenida simplemente combinando la curva de oferta de fondos internos adicionales, S<sub>1</sub>, con la curva de oferta de fondos externos, basados en la tasa de interés permanente, *i*." (Eichner, 1976, p. 86).

### 2. EL CRECIMIENTO DE CEMENTOS MEXICANOS

Cementos Mexicanos es una empresa es una trasnacional que tiene su origen en un país subdesarrollado, tiene actividades en cincuenta países alrededor del mundo lo que la coloca como el cuarto productor mundial de cemento y el principal comercializador de cemento en el mundo. A pesar que la empresa fue fundada en Monterrey en 1906 es a mediados de los sesenta que la empresa cambia su estrategia de crecimiento en dos formas: por un lado decide expandir la dimensión de sus operaciones, pasando de ser una empresa cementera local a una multiregional y por otro lado decide realizar esta expansión mediante adquisiciones. Esta estrategia tiene dos objetivos: aumentar el nivel de producción y eliminar a las empresas cementeras que podrían representar una amenaza

En la década de los ochenta y en 1985 en particular, la empresa se enfrentó a una importante coyuntura; por un lado el país entró en crisis económica a partir de 1982, lo que se tradujo en una reducción de la inversión y por tanto la reducción de las ventas en el mercado nacional, lo cual la obligo a buscar aumentar sus ventas en mercados externos, Estados Unidos principalmente. Además se concretó la entrada de México al GATT en 1985, lo que significaba que la empresa quedo expuesta a la competencia con empresas extranjeras, que contaban con un mayor nivel de producción y de disponibilidad de recursos financieros. Así que se fijo como objetivo el dominar el mercado nacional de cemento, lo cual logró en 1989 con la compra de Cementos Tolteca, alcanzando el 67% de la producción nacional de cemento.

A partir de los años noventa la empresa inició su proceso de expansión internacional al adquirir plantas cementeras alrededor del mundo, lo que le exigía un enorme volumen de recursos financieros a su disposición, los cuales fueron obtenidos por la empresa mediante la contratación de deuda en el sistema financiero internacional y mediante la acumulación interna de fondos. La estrategia de expansión mediante adquisiciones utilizada por Cemex requiere de una gran disponibilidad de recursos financieros.

Para hacer frente a la creciente demanda de fondos de inversión la empresa desarrolló un modelo único de crecimiento que posteriormente se le conoció como "Cemex Way", a través del cual "Cemex estandarizó los procesos de negocios, la tecnología y la estructura organizativa a través de todos los países y simultáneamente garantizaba a los países cierta flexibilidad operativa, permitiéndoles reaccionar más ágilmente al ambiente operativo local" (Lessard y Reavis, 2009, p. 2). Lo cual le permite reducir costos y aumentar la oferta interna de fondos de inversión

Este modelo de crecimiento está basado en tres elementos fundamentales; en un proceso de integración post-adquisición en donde la empresa es capaz de reducir costos, identificar y difundir las mejores prácticas, estandarizar procesos de negocios y aumentar la eficiencia de las plantas, aumentando así las ganancias de las empresas recién adquiridas. En el uso de la tecnología de la información y del sistema de comunicaciones globales que permiten mantener control total de cada una de las plantas desde las oficinas centrales. Por último, en la compra apalancada de los activos y un pronto pago del financiamiento mediante la reinversión del flujo libre de efectivo generado en cada empresa adquirida.

La característica esencial de su estrategia de financiamiento fue la utilización del flujo de efectivo y de la contratación de deuda con bancos privados para pagar las deudas contraídas para la adquisición de empresas.

Así que el objetivo del presente documento es comprobar una relación de dependencia del crecimiento de la empresa con respecto a su capacidad de financiamiento en el sentido que al aumentar el monto de recursos financieros disponibles por la empresa tiene un efecto directo en el crecimiento de la empresa, medido este crecimiento en el aumento de los activos fijos propiedad de la empresa y de sus ventas.

### 3. ANALISIS EMPIRICO

#### 3.1 Caracterización de las series

Utilizamos como variable dependiente al monto de activo fijo (AF), en tanto que lo consideramos como indicador del crecimiento de la empresa. Como variables explicativas usamos el monto de deuda neta (DE) y el flujo de operación (FO), el cual es ampliamente aceptado como un indicador financiero que refleja la habilidad de empresa para fondear internamente gastos en capital, dar servicio a o incurrir en deuda.

La muestra tiene una periodicidad trimestral, comenzando en 1997:01 a 2011:2, todo medido en miles de dólares al final de cada periodo. No se realizó la deflactación de las series debido a la estabilidad del dólar durante el periodo.

CUADRO 1
ESTADISTICA DESCRIPTIVA (en logaritmos)

	LAF	LFO	LDE
Media	16.23857	13.30028	15.86360
Mediana	16.02808	13.22828	15.63203
Máximo	17.03138	14.13145	16.76813
Mínimo	15.58762	12.41750	15.21521
Desviación Estándar	0.478342	0.401897	0.529078
Sesgo	0.116597	0.261496	0.627982
Kurtosis	1.533259	2.557914	1.776539
Observaciones	58	58	58

Fuente: elaboración propia con datos de Cemex.

**GRAFICA 1** ACTIVO FIJO, DEUDA NETA Y FLUJO DE OPERACIÓN, 1997:01-2011:02 30 25 20 Millones de Dólares 15 - DE 10 •FO 03 02 8 02 8 2004-03 02 8 2007-03 8 8 2000-01 2003-01 2006 2008 2000

Fuente: elaboración propia con datos de Cemex.

### 3.2 Orden de integración de la series

Con fin de establecer el orden de integración de las series se aplicaron las pruebas formales: Dickey-Fuller aumentada (ADF), de Phillips-Perron (PP) y Kwiatowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS). La periodicidad trimestral de las series justifica que la longitud de los rezagos sea de seis.

Los resultados de las pruebas (Cuadro 2) indican que las series utilizadas tienen un orden de integración (1), que son no estacionarias en niveles, lo cual justifica la comprobación de la existencia de un vector de cointegración entre ellas.

CUADRO 2 PRUEBAS DE RAICES UNITARIAS

Variable/Prueba	ADF	PP	KPPS
AF	0.638073*	0.867754*	0.825256**
ΔAF	-5.460240*	-5.433840*	0.095076**
DE	-0.086197*	0.425773*	0.743829**
ΔDE	-7.793212*	-8.267754*	0.148920**
FO	-0.549234*	-0.338642*	0.520163**
ΔFΟ	-2.486500*	-8.190489*	0.242104**

Todas las pruebas de raíces unitarias son significativas en niveles al 95% de confianza, con seis rezagos para ADF.

Fuente: elaboración propia con datos de Cemex.

## 3.3 Análisis de Cointegración

En el Cuadro 3 se muestra las estimaciones del modelo propuesto con base en la metodología propuesta por Johansen (1988,1995). Advertimos la existencia de un vector de cointegración entre las series, lo cual demuestra la existencia de una relación de equilibrio a largo plazo.

Tomando al vector de cointegración normalizado:

af = -2973612 + 13.16144fo + 0.824295de

<sup>\*</sup>Sin intercepto ni tendencia.

<sup>\*\*</sup> Con intercepto.

A partir de esta relación de largo plazo, se deduce que tanto un aumento en el flujo de operación como en la deuda neta originan un aumento en el activo fijo, lo cual se traduce en un aumento del tamaño de la empresa. Podemos observar que el activo fijo extremadamente sensible al flujo operativo y que es variable de forma menos que proporcional al endeudamiento.

En la Gráfica 2 podemos observar el que el ajuste del vector de cointegración es aceptable

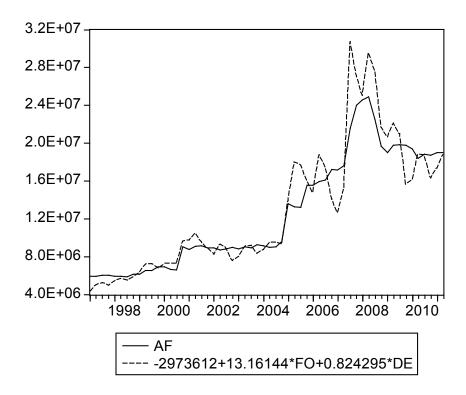
CUADRO 3 EVALUACIÓN DE LOS ESTADÍSTICOS DE LA TRAZA Y MAX-EIGEN

Unrestricted Cointegration Rank Test						
Hypothesized		Trace	5 Percent	1 Percent		
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Critical Value		
None **	0.599846	59.63559	34.91	41.07		
At most 1 **	0.207927	13.84035	19.96	24.60		
At most 2 *	0.042764	2.185270	9.24	12.97		
*(**) denotes rejectio	n of the hypothesi	s at the 5% (1%)	level			
Trace test indicates 1	cointegrating equa	ntion(s) at the 5%	level			
Hypothesized		Max-Eigen	5 Percent	1 Percent		
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Critical Value		
None *	0.599846	45.79524	22.00	26.81		
At most 1 *	0.207927	11.65508	15.67	20.20		
At most 2 *	0.042764	2.185270	9.24	12.97		
*(**) denotes rejection of the hypothesis at the 5% (1%) level						
Max-eigenvalue test i	Max-eigenvalue test indicates 1 cointegrating equation(s) at the 5% level					

Fuente: elaboración propia con datos de Cemex.

Para ver la capacidad de reproducción de la ecuación estimada procedemos a tomar el vector de *cointegración* normalizado y lo graficamos contra la variable observada. En la Gráfica 2 podemos observar el que el ajuste del vector de cointegración es aceptable, pues capta la tendencia histórica de la serie y capta la mayoría de los quiebres de la muestra.

GRAFICA 2 ACTIVO FIJO OBSERVADO Y ESTIMADO



Fuente: elaboración propia con datos de Cemex.

### 3.4 Ecuación de corrección de error

Una vez encontrada la ecuación de cointegración que comprueba la existencia de una relación a largo plazo de las variables, pasamos a construir el modelo dinámico en el corto plazo. Comenzamos estimando la ecuación de corrección de error, cuyos resultados se reportan en el Cuadro 4.

CUADRO 4
ECUACION DE CORRECCION DE ERROR

Error Correction:	D(AF)
CointEq1	-0.557436 (0.34850)
D(AF(-1))	0.058069 (0.27539)
D(AF(-2))	0.161055 (0.28185)
D(AF(-3))	0.796166 (0.32466)
D(AF(-4))	0.215776 (0.33053)
D(AF(-5))	0.128875 (0.26459)
D(AF(-6))	0.087341 (0.27139)
D(AF(-7))	0.614529 (0.29934)
D(FO(-1))	-6.179398 (4.43378)
D(FO(-2))	-3.313845 (4.56740)
D(FO(-3))	1.719351 (2.95466)
D(FO(-4))	0.183384 (2.22185)

Error Correction:	D(AF)
D(FO(-5))	-0.446345 (3.30851)
D(FO(-6))	-1.641338 (3.06976)
D(FO(-7))	-3.585333 (2.78898)
D(DE(-1))	-0.181162 (0.22857)
D(DE(-2))	-0.340766 (0.18524)
D(DE(-3))	-0.574320 (0.24822)
D(DE(-4))	-0.549376 (0.23773)
D(DE(-5))	-0.453894 (0.16678)
D(DE(-6))	-0.464639 (0.22028)
D(DE(-7))	-0.259557 (0.23098)
R-squared	0.537571
Adj. R-squared	0.190748
S.E. equation	1040689.

Fuente: elaboración propia con datos de Cemex.

De acuerdo con las pruebas de diagnostico (Cuadro 5), el modelo no constituye una aproximación adecuada al Proceso Generador de Información (PGI) pues al evaluar la ecuación detectamos que se violan algunos supuestos de correcta especificación, como son: la presencia de no normalidad (Jarque-Bera), autocorrelación en el tercer rezago.

CUADRO 5 PRUEBAS DE DIAGNOSTICO

Prueba	Probabilidad asociada			
Normalidad (Jarque-Bera)	8000.0			
LM(1)	0.4484			
LM(2)	0.0902			
LM(3)	0.0098			
LM(4)	0.1127			
LM(5)	0.1709			
LM(6)	0.1783			
WHITE (términos no cruzados)	0.5848			

Fuente: elaboración propia con datos de Cemex.

### 4. CONCLUSIONES

El análisis realizado a la dinámica del crecimiento de Cementos Mexicanos mediante un modelo de cointegración usando la metodología de Johansen corrobora las predicciones teóricas, esto es, la acumulación de activos internos, medidos en el flujo operativo generado por la empresa, y la contratación de activos externos, medidos por la deuda neta, los cuales en conjunto representan los recursos financieros a disposición de la empresa, determinan el crecimiento de Cementos Mexicanos.

Los coeficientes obtenidos en el Vector de Corrección de Errores mediante la metodología de Johansen, no son lo suficientemente robustos, toda vez que no cumple rigurosamente con los supuestos de Gauss-Markov (ausencia de autocorrelación, normalidad y heterocedasticidad en los errores). Sin embargo no impide que el análisis de cointegración cumpla con el principal objetivo de este análisis; el demostrar la existencia de una

relación el largo plazo entre las variables y puede ser utilizado en la predicción del crecimiento de la empresa en función de la evolución de los recursos financieros con que cuenta.

### **BIBLIOGRAFIA**

CEMEX, Informe Anual, varios años. Consultado el 24 de mayo de 2011. <a href="http://www.cemexmexico.com/sc/sc">http://www.cemexmexico.com/sc/sc</a> ce nh.html

CEMEX, Nuestra Historia. Consultada el 24 de mayo de 2011. <a href="http://www.cemexmexico.com/sc/sc\_ce\_nh.html">http://www.cemexmexico.com/sc/sc\_ce\_nh.html</a>

EICHNER, Alfred, *The Megacorp and Oligopoly*, Cambridge University Press, Cambridge, 1976.

HANSEN, P. Y JOHANSEN, S., "Worbook on cointegration". Oxford University Press. Oxford, 1998.

IOHANSEN, S., "Statistical analysis of cointegration vectors." *Journal of Economics Dynamics and Control*, n" 12, 1988.

JOHANSEN, S., "Likelihood-Based inference in cointegrated vector autorregressive models." Oxford University

Press. Oxford, 1995.

LESSARD, Donald R. y Reavis, Cate, "Cemex: Globalization "The Cemex Way", MIT Sloan Management Case 09-039, 2009.

LORIA DE GUZMAN, Eduardo, *Econometría con Aplicaciones*, Pearson Education, México, 2007. ROBINSON, Joan, *Herejías Económicas*, Editorial Ariel, Barcelona, 1976.

### **ANEXO**

### CUADRO 6 CONTRASTE DE CRITERIOS DE INFORMACION

T' 1 4 1 '									
	Tipo de tendencia								
	Sin tendencia	Sin tendencia	Lineal	Lineal	Cuadrática				
Tipo de modelo									
	Sin intercepto	Con intercepto	Con intercepto	Con intercepto	Con intercepto				
Rezago	Sin tendencia	Sin tendencia	Sin tendencia	Con tendencia	Con tendencia				
Máxima	verosimilitud	,							
7				-2079.360	-2079.360				
6				-2134.879	-2134.879				
5				-2198.822	-2198.822				
4				-2268.238	-2268.238				
3				-2318.930	-2318.930				
2				-2381.488	-2381.488				
1				-2454.826	-2454.826				
Criterio	de Akaike								
7		86.42342*							
6			86.61265*						
5			87.05093*						
4				87.74528*					
3					87.66780*				
2					87.99798*				
1		88.68102*							

Criter	Criterio de Schwarz							
7		89.10025*						
6		89.15003*						
5	'	89.17899*						
4		89.30046*						
3		,	89.14195*					
2	88.82591*	88.82591*						
1		89.25969*						

## Eficiencia técnica en la industria manufacturera en México

Humberto Ríos Bolivar

Resumen. Este documento estima simultáneamente un modelo de frontera de producción estocástica y un modelo de eficiencia técnica para 31 industrias manufactureras mexicanas durante el periodo 1985-2006. Se determina la relevancia de cada insumo en el valor agregado, de las variables de ineficiencia, los niveles de eficiencia en cada industria; grupos de industrias eficientes y los perfiles de las industrias basados en los rankings de eficiencia y otras características específicas a las mismas.

Abstract. This document estimates simultaneously a model of stochastic production frontier and a model of technical efficiency for 31 Mexican manufacturing industries from 1985 to 2006. It was determined the relevance of each input in the aggregated value, the variables of inefficiency, the levels of efficiency en each industry, groups of efficient industries, and the profiles of the industries based on the efficiency rankings and some other characteristic specific to the industries.

Clasificación JEL: C33, D24, L16, L60,

Palabras clave: Eficiencia técnica, frontera de producción estocástica, tecnología de producción, industrias manufactureras.

Key Words: Technical efficiency, stochastic production frontier, production technology, manufacturing industries.

### 1. Introducción

La industria manufacturera es una de las más importantes en la economía mexicana. Su contribución al valor agregado total en el 2006 fue de alrededor del 19%, es la segunda actividad con mayor nivel de inversión (38% del total), 84 centavos de cada peso son exportados por este sector, el personal empleado creció en los últimos 20 años a tasa promedio anual cercana al 2%, la productividad en estas industrias y en particular del factor trabajo muestra una tendencia creciente aunque en los últimos años prácticamente se ha estancado.

El crecimiento de la productividad refleja el uso eficiente de los recursos por parte de una empresa o industria, convirtiéndose en una de las medidas más comunes para el análisis del desempeño de las empresas o industrias, sin embargo sólo proporciona una visión parcial de este comportamiento. En la literatura, existen otras perspectivas que permiten medir el desempeño de las industrias, entre los que están aquellos que estiman funciones de producción para medir la productividad general. Un supuesto común para realizar estas estimaciones es que los productores operan en sobre sus funciones de producción, es decir, que todos los productores son técnicamente eficientes.

Un enfoque alternativo adoptado en la literatura es el análisis de fronteras de producción estocásticas, que permite estimar funciones de producción al suponer que no todas las industrias son técnicamente eficientes. Este documento sigue el enfoque de fronteras de producción estocásticas para medir la eficiencia técnica en las industrias manufactureras mexicanas en el periodo 1985-2006.

Dado el papel central de la eficiencia en aspectos como el crecimiento de la productividad total de los factores o el crecimiento económico, existen numerosos trabajos que estudian los niveles, evolución y determinantes de la eficiencia técnica. Los estudios tienden a realizarse a nivel sectorial, industrial, empresas o planta. Las metodologías empleadas son diversas pero sobresalen los documentos que emplean modelos de fronteras de producción estocásticas. Tanto los resultados como las variables explicativas de la ineficiencia son diversos.

Así, por ejemplo, Kim (2003) estima funciones de producción de frontera estocásticas mediante un panel no balanceado de empresas, en seis sectores manufactureros de Corea. Determina que el tamaño de la empresa, exportaciones y actividades de investigación y desarrollo, tiene efecto positivo y significativo en todos los sectores; mientras que el capital extranjero parece no afectar los niveles de eficiencia.

Kumbhakar et al. (1991) estudian la eficiencia de las granjas lecheras en Estados Unidos. Determinan que las variaciones de eficiencia se explican tanto por componentes determinísticos como aleatorios. En este sentido, concluyen que los niveles de educación determinan positivamente la eficiencia; mientras que señalan que las granjas de mayor tamaño son más eficientes que las de menor tamaño. En un estudio de la descomposición del crecimiento de la productividad total de los factores, Margono y Sharma (2006) estiman la eficiencia técnica en cuatro industrias para el periodo 1993-2000 en Indonesia a través de un modelo de frontera estocástica. Encuentran que la eficiencia promedio es de 59%. Señalan que el tipo de propiedad contribuye a la ineficiencia en el sector textil, mientras que el tamaño, propiedad y tiempo de operar generan ineficiencia en los sectores químico y productos de metales.

Fu y Gong (2009) estudian los efectos spillovers tecnológicos derivados de la inversión extranjera directa como fuente de eficiencia técnica en China a nivel industrial para el periodo 2001-2005; afirman que el stock de investigación y desarrollo está vinculado con los niveles de eficiencia. Kim (2008) estudia la convergencia regional y la eficiencia en 13 regiones en Corea para el periodo 1985-2002 mediante un modelo de frontera de producción estocástica que captura la ineficiencia y heterogeneidad regional. Se determina la existencia de ineficiencia regional. Una conclusión de relevancia es que las mejoras en la educación y las reformas gubernamentales han contribuido a aumentar los niveles de eficiencia.

Batra y Tan (2003) estudian el vínculo entre habilidades, tecnología y productividad en pequeñas empresas manufactureras así como las diferencias entre ellas. Emplean datos a nivel firma para seis países en desarrollo, entre ellos México, para estimar niveles de eficiencia a partir de una función de producción, comparar las distribuciones de eficiencia entre las firmas de diferentes tamaños. Encuentran que la eficiencia técnica aumenta con el tamaño de la empresa y, que en general, las pequeñas empresas operan con menores niveles de eficiencia que las grandes empresas. Asimismo, identifican un conjunto de factores que distinguen a las firmas más eficientes, a decir, educación y capacitación, inversión en nuevas tecnologías, automatización y control de calidad, por lo que sugieren la necesidad de una política orientada a mejorar la eficiencia de las pequeñas empresas.

Díaz y Sánchez (2008) analizan el desempeño de las pequeñas y medianas empresas manufactureras en el periodo 1995-2001, centrándose en el grado de ineficiencia técnica y sus determinantes. Emplean un conjunto de datos de panel para estimar simultáneamente una función de producción de frontera estocástica y los determinantes de la ineficiencia mediante un panel no balanceado. Determinan que las pequeñas y medianas empresas tienden a ser menos ineficientes que las grandes empresas derivado de diversos factores organizacionales.

Para el caso particular de México, son relativamente pocos los estudios de eficiencia en la industria manufacturera. No obstante existen trabajos que estiman la productividad total de los factores, que al descomponerlo en sus componentes estiman la eficiencia técnica. Así, Grether (1999) mide la eficiencia para un conjunto de empresas manufactureras en el periodo 1984-1990. Encuentra que el capital extranjero tiene influencia positiva en la eficiencia a nivel planta, sin embargo no genera efectos spillovers a nivel sectorial.

Bannister y Stolp (1995) exploran los vínculos entre localización industrial, concentración y eficiencia en la manufactura mexicana por estado. Encuentran que a nivel agregado, existe una relación positiva entre concentración y eficiencia en la producción. También señalan que la eficiencia total está relacionada con la eficiencia de escala. En particular, afirman que factores como la escala, urbanización y economías de aglomeración están positivamente relacionados con la eficiencia técnica a nivel regional; mientras que determinan una relación negativa con la propiedad extranjera.

Por último, Brown y Domínguez (2004), encuentran que existe un comportamiento inestable de las industrias. Solo cuatro industrias tienen cambios positivos en la eficiencia entre 1984 y 1993. Encuentran que el incremento en el índice de eficiencia es muy bajo, tanto en promedio como por el número de industrias por debajo de la frontera de producción derivado de las políticas ineficientes orientadas a disminuir el rezago tecnológico de las empresas.

Se emplea información para 31 industrias de acuerdo a la clasificación ISIC revisión 3 con dos y tres dígitos para examinar los insumos dentro de la función de producción, posteriormente, se calcula el nivel de eficiencia técnica para las industrias manufactureras. Al mismo tiempo, se determinan las causas de las posibles diferencias entre el producto actual y el potencial en cada industria. Los resultados permiten clasificar a las industrias en tres grupos en función de sus niveles de eficiencia y, en consecuencia, determinar un perfil de las industrias basado en los rankigs de eficiencia y en otras características de las mismas.

El resto del documento se organiza como sigue. En la sección 2 se resumen los elementos teóricos para modelar la ineficiencia técnica a través del análisis de fronteras de producción estocástica. En el apartado 3 se aplica esta metodología al sector manufacturero mexicano y se describe el conjunto de variables relevantes usadas en las estimaciones incluyendo, valor agregado, formación bruta de capital, personal empleado, personas con calificación alta y media y el gasto en investigación y desarrollo. La sección 4 presenta los principales resultados y se realiza un análisis de los niveles de eficiencia considerando dos dimensiones: industrias y tiempo. Las conclusiones se muestran en la sección 5.

### 2. Elementos teóricos

El desempeño de una industria se evalúa tradicionalmente a través del concepto de eficiencia. En términos generales, la eficiencia técnica se refiere a la capacidad de una firma para producir el máximo producto para un

conjunto dado de insumos (Farrell, 1957).¹ Una forma comúnmente utilizada para medir la eficiencia técnica de una industria es la metodología de frontera estocástica (Aigner *et al.*, 1977). Esta técnica asume que, para una combinación de insumos, la máxima producción alcanzable por una industria está delimitada por una función paramétrica de insumos conocidos que involucran parámetros desconocidos y una medida de error. Entre menor sea la distancia del producto actual a la frontera estocástica o de "mejor práctica", mayor la eficiencia técnica de la industria. Una frontera estocástica de la función de producción puede expresarse como:²

$$y_{i} = f(x_{i}, t; \beta)e^{\nu_{i}-u_{i}} \tag{1}$$

Donde  $y_i$  es la producción de la *i*-ésima industria i=1,2,...,N en el periodo t=1,2,...,T;  $f(x_i,t;\beta)$  representa la tecnología (frontera) de producción;  $x_i$  es un vector  $(1_{XK})$  de insumos y otros factores que influyen en la producción asociado con la industria *i*-ésima en el periodo t;  $\beta$  es un vector  $(K_X)$  de parámetros desconocidos a estimar que indican la importancia relativa de cada uno de los insumos de producción; t es un indicador de tendencia temporal que sirve como proxy del cambio tecnológico.

La idea básica de la frontera estocástica es introducir un componente no negativo en el término de error de la función de producción para considerar la posibilidad de la ineficiencia técnica. El término de error en el modelo se divide en dos partes; el componente aleatorio tradicional  $(U_i)$  y un nuevo componente de ineficiencia  $(u_i)$ . La primera parte,  $U_i$ , es un vector de errores aleatorios que se asumen iid,  $N(0, \sigma^2)$ , e independientemente distribuidos de  $u_i$ . Los  $U_i$ 's capturan la variación aleatoria de la producción debido a factores fuera del control de las industrias (como variaciones en la demanda, huelgas o eventos fortuitos). La segunda parte,  $u_i$ , es un vector de variables aleatorias independientemente distribuidas y no negativas ( $u_i \geq 0$ ), representa la ineficiencia técnica en el producto y se asume que es específico a la industria. En particular,  $u_i$  es el producto combinado de factores no relacionados con el precio y organizacionales que limitan a la industria de alcanzar la máxima producción posible para un conjunto de insumos y tecnología existente.

Así, cuando una industria alcance una eficiencia técnica total ( $\mathbb{E} = 1$ ),  $u_i$  toma el valor de 0 y cuando la industria enfrente problemas en este sentido  $(0 < \mathbb{E} < 1)$ ,  $u_i$  toma un valor mayor a cero. La magnitud de los  $u_i$ 's determina la brecha de eficiencia, es decir, que tan lejos está el producto de una industria de su producción potencial. Se asume que tanto  $v_i$  como  $v_i$  son independientes de los regresores. De este modo, la *i*-ésima industria enfrenta una frontera de producción estocástica -ecuación (1)-; con una parte determinística común a todas las industrias  $f(x_i, t; \beta)$  y una parte específica a la industria,  $e^{v_i - u_i}$ .

todas las industrias  $f(x_t, t; \beta)$  y una parte específica a la industria,  $e^{v_x - u_t}$ .

La eficiencia técnica del *i*-ésimo productor en el *t*-ésimo tiempo puede expresarse como la razón del producto actual al máximo producto potencial:

$$III_{i} = \frac{f(x_{i}, t; \beta)e^{v_{i}-u_{i}}}{f(x_{i}, t; \beta)e^{v_{i}}} = \frac{y_{i}}{f(x_{i}, t; \beta)e^{v_{i}}} = e^{-u_{i}}$$
(2)

Debe notarse que la especificación de la frontera estocástica (1) permite que la ineficiencia técnica de una industria cambie en el tiempo. Incluir el tiempo como variable explicativa permite medir las tendencias en el cambio de productividad. Un aspecto adicional es la identificación de las fuentes de la ineficiencia técnica a nivel de las industrias. En la literatura existen en general dos modelos para analizar las diferencias de eficiencia entre las firmas o industrias. Estos modelos difieren según la especificación que le dan al término que recoge los efectos de ineficiencia técnica  $u_{i}$ .  $^{3}$ 

En este documento se sigue el modelo sugerido por Battese y Coelli (1995) para determinar las variables

<sup>1</sup> Existen otras definiciones similares; por ejemplo, para Koopmans (1951), la eficiencia técnica representa la capacidad y voluntad de una unidad económica para producir el máximo producto posible dado un nivel de insumos y tecnología.

<sup>2</sup> Suponiendo una función Cobb-Douglas expresada en logaritmos, la ecuación (1) puede expresarse como:  $y_n = \beta x_n + (v_n - u_n)$ .

<sup>3</sup> El primer modelo, sugerido por Battese y Coelli (1992), establece una forma exponencial del tiempo para el componente de ineficiencia, y define  $u_{it}=u_te^{(\eta_t[t-T])}$ , donde  $u_t$ , i=1,2,...,N, son variables aleatorias no negativas iid, obtenidas de la truncación (en cero) de las distribución normal;  $\eta$  es un parámetro desconocido a estimar que representa la tasa de cambio en la ineficiencia técnica, es decir, determina si las ineficiencias son invariantes o no en el tiempo. Un valor positivo ( $\eta$ >0) se asocia con una mejora en la eficiencia técnica de las industrias a través del tiempo. El modelo señala que los efectos de la ineficiencia para las industrias en periodos iniciales son una función exponencial determinística de los efectos de ineficiencia correspondientes a las industrias en el último periodo (es decir,  $u_u=u_v$ ).

que generan la ineficiencia. Este enfoque permite estimar los parámetros que influyen en el nivel de eficiencia técnica simultáneamente con los cambios temporales de la eficiencia técnica y del cambio técnico. En el modelo se incorporan influencias exógenas para explicar cambios en el desempeño del productor<sup>4</sup>. En consecuencia, los efectos de eficiencia técnica se definen en términos de modelar la media de  $u_i$  como una función de características específicas a la industria. Al respecto, se asume que la eficiencia técnica afecta las  $u_i$  's, las cuales tienen media  $\delta z_i$  y varianza  $\sigma^2_u$ . Este desarrollo permite mantener el supuesto que los factores que afectan la eficiencia técnica se distribuyen independientemente. Así, el modelo de ineficiencia puede especificarse como  $u_i = g(z_i, \delta)$ , donde  $g(\bullet)$  es una forma funcional, que en general se asume lineal, por lo que ésta puede expresarse como:

$$u_{i} = \delta z_{i} + \omega_{i} \tag{4}$$

donde  $z_i$  es un vector (L×1) de variables explicativas relacionadas con la ineficiencia técnica específicas a la *i*-ésima industria que puede cambiar con el tiempo;  $\delta$  es un vector (1×L) de parámetros desconocidos a estimar y  $\eta_i$  es un término de error que se distribuye normal  $N(0, \sigma^2_{\omega})$  truncada en  $-\delta z_i$ . 5 En otras palabras, son variables aleatorias no observables, idénticamente distribuidas, obtenidas de la truncación de la distribución normal con media cero y varianza desconocida,  $\sigma^2$ , con medias,  $\delta z_i$ , i = 1, 2, ..., N; y t = 1, 2, ..., T. Así, las medias serán diferentes para cada industria y periodos de tiempo pero las varianzas se asumen iguales.

Aparte, de acuerdo con Kumbhakar *et al.* (1991) las variables específicas a las industrias pueden tener efectos en la eficiencia y, por tanto, deben incorporarse directamente en la estimación de la frontera de producción6. Así, la literatura reconoce que si la eficiencia varía entre industrias o en el tiempo, es posible examinar los determinantes de esas variaciones a través de modelos de ineficiencia variantes en t.

De este modo, las ecuaciones (1), de la frontera estocástica y (4), de ineficiencia técnica, se estiman simultáneamente usando el método de máxima verosimilitud, obteniéndose el nivel de eficiencia técnica ( $\mathbb{E}_{t}$ ) de la forma:

$$I\!\!E_{i} = e^{-u_{it}} = e^{(-\delta z_{t} - \eta_{t})}$$
 (5)

Los modelos de frontera estocástica de producción tienden a estimarse con la metodología de datos de panel y a considerar que la eficiencia técnica varía con el tiempo (Fried *et al.*, 1993). De esta manera, se puede plantear el siguiente modelo de panel:

$$h(y_i) = f(x_i \beta) + \upsilon_i - u_i = \beta_{0t} + \sum_n \beta_n L n x_{nit} + \upsilon_i - u_i$$

$$= \beta_i + \sum_n \beta_n L n x_{nit} + \upsilon_i; i = 1, 2, ..., N; t = 1, 2, ..., T$$
(6)

<sup>4</sup> Una de las ventajas prácticas del modelo de Battese y Coelli (1995) es que sigue una metodología de datos de panel, considerando usualmente a la ineficiencia en forma de efectos fijos, y elimina el requisito rígido de maximización de ganancias, aunque, por otro lado, establece el supuesto de eficiencia asignativa (Coelli, 1996). No obstante, el hecho que ninguno de los modelos contenga al otro, implica que no están anidados y, por ende, no se pueda definir algún conjunto de restricciones que permita probar cuál de las especificaciones es mejor.

<sup>5</sup> Battese y Coelli (1995) establecen que la ineficiencia técnica, ecuación (4), puede modelarse en función de variables que también pueden aparecer en la ecuación (1) u otras características asociadas al desempeño de las industrias. Sin embargo, como señalan Kumbhakar y Lovell (2000), cuando se estiman simultáneamente las ecuaciones (1) y (4) se genera un problema de inconsistencia puesto que se asume que el término de ineficiencia técnica está idéntica e independientemente distribuido en (1), supuesto que se contradice al estimar la ecuación (4), en la que las ineficiencias se plantean como una función de factores específicos a la industria. Sin embargo, este problema de inconsistencia se evita si las variables explicativas del término de ineficiencia en (4) son diferentes de las explicativas en la (1), procedimiento que se realiza en este documento.

<sup>6</sup> Existe una alternativa para determinar la eficiencia técnica entre las industrias que emplea una metodología de dos pasos donde las estimaciones del modelo de frontera estocástica se obtienen en primera instancia y en la segunda etapa los valores estimados de la ineficiencia se regresan en un vector de variables explicativas.

donde,  $y_i$  representa el producto de la *i*-ésima industria en el período t;  $x_i$  denota un vector con los valores correspondientes a los insumos y otras variables relevantes, y  $\beta$  es un vector de parámetros a estimar.  $\beta_{0t}$  se interpreta como el intercepto de la frontera de producción común a todos los productores en el periodo t;  $\beta_i = \beta_{0t} - u_i$  es el intercepto para el productor i en el periodo t. El término  $v_i$  corresponde al componente de ruido y  $v_i$  es el componente, no negativo, de ineficiencia técnica variante en el tiempo.  $v_i$  se supone con las mismas propiedades señaladas para (1). Al estimar la ecuación (6) se obtienen los parámetros  $\beta$  de la función de producción y, al mismo tiempo, los valores de la eficiencia técnica de la industria i en el periodo t.

Además, todas las estimaciones se obtienen a través del procedimiento de máxima verosimilitud, donde la función de máxima verosimilitud se basa en una función de densidad conjunta para el término de error compuesto  $(v_t - u_t)$ . En este caso, la eficiencia puede calcularse para cada industria para cada año mediante:<sup>7</sup>

$$E\left(e^{u_x}: \upsilon_i + u_i\right) = \frac{1 - \phi(\alpha_a + \gamma(\upsilon_i + u_i)/\sigma_a)}{1 - \phi(\gamma(\upsilon_i + u_i)/\sigma_a)} = e^{\left[\gamma(\upsilon_i + u_i) + \sigma_a/2\right]}$$
(7)

donde  $\sigma_a = \sqrt{\gamma(1-\gamma)\sigma^2}$ ,  $\sigma^2 = {\sigma_u}^2 + {\sigma_v}^2$ ,  $\gamma = {\sigma_u}^2/\sigma^2$ ;  $0 < \gamma < 1$ , y  $\phi(\bullet)$  es la función de densidad de una variable aleatoria normal estándar (Battese y Coelli, 1988). Si  $\gamma \to 0$  entonces una parte importante de la variación se debe a efectos estocásticos; si  $\gamma \to 1$  implica que existen diferencias en la eficiencia técnica entre las industrias.

## 3. Aplicación empírica

La intención de este documento es doble; por un lado, se determina la eficiencia técnica entre las industrias manufactureras y las causas de la posible ineficiencia y, por el otro, clasificar a las industrias en función de sus niveles de eficiencia técnica.

Así, de acuerdo con Delgado y Álvarez (2001) en el enfoque de la frontera estocástica el análisis de la eficiencia parte de la estimación de la frontera de producción como función de diversos insumos, conjuntamente con la estimación de la ineficiencia técnica asociada. Al respecto, la literatura emplea tres formas funcionales de la función de producción: Cobb-Douglas (C-D), translog y CES. La forma funcional flexible más utilizada es la translog. Si bien esta especificación requiere de la estimación de más parámetros que la función C-D -y la CES-, no impone las restricciones que esta última establece y, por tanto, generalmente se prefiere, a menos que una prueba de hipótesis determine que la mejor forma funcional es la C-D a pesar de las restricciones, o que la disponibilidad de datos impidan utilizar una función tipo translog (Coelli *et al.*, 2003).

En este sentido, la función translog es una generalización de la C-D, al considerar términos de cruzados y cuadrados como elementos. Se asume que esta función satisface las condiciones microeconómicas de monotonicidad y convexidad (Ryan y Wales, 2000). Sin embargo, las derivadas parciales no son constantes (Shao y Lin, 2001). Precisamente esta característica hace a la función translog más flexible y preferible que la C-D. Adicionalmente, una ventaja de la función translog es que se ajusta a cualquier tipo de tecnología productiva sin tener que imponer restricciones *a priori* sobre los rendimientos a escala. En contraste a la función C-D la translog permite relaciones de complementariedad y de sustituibilidad entre los factores en el modelo. §

Por ende, dado que la especificación C-D está anidada en el modelo translog, en el análisis se parte de la especificación translog. En cualquier caso, se emplean pruebas de razón de máxima verosimilitud para confirmar la forma funcional y especificación. Por ende, siguiendo a Fan (1991) y Karagiannis y Tzouvelekas (2001), la expresión (1) o (6) se especifica como una función translog, que se representa como:

<sup>7</sup> Los estimadores de  $\beta$ ,  $\sigma^2$  y  $\gamma$ , se obtienen al encontrar el máximo de la función definida en (7). Los estimadores máximo-verosímiles así hallados son consistentes y asintóticamente eficientes (Coelli *et al.* 1998).

<sup>8</sup> Una desventaja de la función de producción translog es la posibilidad de problemas de multicolinealidad (Harris, 1999). Sin embargo, este problema no parece ser serio en este documento, puesto que la mayoría de los parámetros de segundo orden y cruzados de la función estimada son estadísticamente significativos. De igual manera, cabe señalar que la función de elasticidad de sustitución constante (CES), permite la posibilidad de valores de producción cero para un subconjunto de firmas, sin embargo, no se adecuada a los intereses de este documento ya que en la muestra disponible no se da ningún caso de valor de producción cero.

<sup>9</sup> Se incorpora cambio técnico no neutral para considerar la posibilidad que la tasa marginal de sustitución entre los insumos sea no constante, esto es, que existan demandas de insumos asimétricas originadas por la adopción de

$$Lny_{i} = \beta_0 + \sum_{k=1}^{K} \beta_k Lnx_{kit} + \sum_{j=1}^{J} \sum_{k=1}^{K} \beta_k Lnx_{kit} Lnx_{jit} + \beta_0 t + \sum_{k=1}^{K} \beta_{\mathbb{F}} Lnx_{kit} t + e_t$$
(8)

donde k, j = 1,...K;1,...,J indican los insumos convencionales usados en el proceso de producción;10  $e_i = (\upsilon_i - u_i)$ ,  $\upsilon_i$  es el error aleatorio y  $u_i$  el término de ineficiencia. En este documento,  $\mathcal{Y}_i$  representa la producción que se aproxima por el valor agregado para la industria i; i = 1,2,...,3 y el tiempo t; t = 1,2,...,2, en millones de pesos de 2000.  $x_i$  es un vector  $(1 \times 2)$  que contiene un término constante; cuatro insumos, capital (K), trabajo (L), capital humano (H) y un elemento de tecnología (A); una variable de tendencial temporal, t y 15 términos de interacción entre los insumos.

Se emplea el stock de la formación bruta de capital (SFB) como proxy del insumo K, en millones de pesos de 2000 que se construye con el método convencional del inventario permanente<sup>11</sup>; L es el personal empleado en millones de personas (PE); el capital humano, H, es aproximado por el trabajo altamente calificado que representa el número de personas con educación de licenciatura más las de posgrado (H) y A es la tecnología que entra en el modelo como el stock del gasto en investigación y desarrollo total en el sector manufacturero como proporción del producto en esa industria que se estima de la misma forma que el stock de capital físico (SID). 12

Las variables en el modelo de frontera de producción estocástica se expresan en desviaciones respecto a sus respectivas medias muestrales. Esto sólo es un cambio en las unidades de medida y no modifica los datos en sí mismos; sin embargo, tiene la ventaja que los parámetros de primer orden estimados en la función translog pueden ser interpretados directamente como estimaciones de las elasticidades de producción de los *inputs*, evaluadas en las medias muestrales (Coelli *et al.*, 2003). Por tanto, el modelo tiene *J*=4, *N*=31 y *T*=22 y la forma particular de la función de producción translogarítmica para cada una de las 31 industrias se expresa como:

$$y_{i} = \beta_{0} + \beta_{K}K_{i} + \beta_{L}L_{i} + \beta_{H}H_{i} + \beta_{A}A_{i} + \frac{1}{2}\beta_{K}K_{i}^{2} + \frac{1}{2}\beta_{L}L_{i}^{2} + \frac{1}{2}\beta_{H}H_{i}^{2} + \frac{1}{2}\beta_{A}A_{i}^{2} + \beta_{K}K_{i}L_{i} + \beta_{K}K_{i}H_{i} + \beta_{K}K_{i}A_{i} + \beta_{H}L_{i}H_{i} + \beta_{H}L_{i}A_{i} + \beta_{H}L_{i}A_{i} + \beta_{H}H_{i}A_{i} + \beta_{T}T + \beta_{T}T^{2} + \beta_{K}K_{i}T + \beta_{L}T + \beta_{H}H_{i}T + \beta_{A}A_{i}T - \upsilon_{i} - u_{i}$$
 (9)

Por otro lado, la ineficiencia técnica se especifica como una función lineal:

$$u_{i} = \sum_{m=1}^{M} \delta z_{mit} + \omega_{i}$$
 (10)

avances tecnológicos. Por ejemplo, la innovación en procesos gerenciales y productivos, cambios en la estructura de mercado, nacional e internacional, mejoras periódicas en la capacidad de utilización son fuentes potenciales de ganancias de eficiencia en el tiempo que producen sesgo a favor del capital o trabajo (Machin y Van Reenen, 1998). También, admitir la posibilidad de cambio técnico no neutral, parece ser un supuesto más realista que el enfoque de cambio tecnológico neutral a la Hicks, puesto que no requiere considerar como punto de partida la existencia de rendimientos constantes a escala, lo que es compatible con la función translog empleada en este documento.

- 10 Si se estima la frontera estocástica mediante una función de producción C-D se tendría:  $y_t = Ax_1^{\beta_1}x_2^{\beta_2}e^u$ , donde y es el producto, A una constante positiva,  $x_1$  y  $x_2$  insumos,  $\beta_1$  y  $\beta_2$  parámetros a estimar y u el término de error. Al linealizarse se tiene:  $\ln(y_1) = \alpha + \Sigma \beta_1 \ln x_1 + \xi_2$ .
- 11 El stock de capital en t está dado por  $sk_t = (1-\delta) \cdot sk_{t,1} + I_{t,1}$ , donde  $\delta$  es la tasa de depreciación e I es la inversión (formación bruta de capital) realizada en el periodo anterior. El stock de capital en t-1 se calcula como  $skt_{t,1} = I_t / (k + d)$ , siendo k la tasa de crecimiento promedio del producto (PIB) de largo plazo y la d la tasa de depreciación.  $I_t$  se estima mediante la regresión  $I_t = \alpha + \beta_t$ , con  $\alpha = I_n$ , y el stock inicial del capital como  $sk_0 = I_n / (k + d)$ .
- 12 Alternativamente, el modelo se estimó con tres proxies del capital humano: trabajo altamente calificado que representa el número de personas con educación de posgrado (H1), el trabajo con calificación media (H2) y la participación del trabajo calificado en el total del trabajo manufacturero (KH) expresado en porcentaje. Asimismo, se probó el efecto de la variable tecnología aproximándola como el número de patentes concedidas en el sector manufacturero (PC). Los resultados no varían considerablemente por lo que se decidió utilizar como proxy del capital humano la variable H.

Donde se supone la influencia de dos factores en el nivel de ineficiencia  $(u_{ii})$ , siendo uno de ellos un término independiente  $(\omega_{ii})$ . Los componentes incluidos en el vector  $z_i$  se asocian con cuatro variables: capital físico (K), capital humano (H), tecnología (A) y tiempo (T). Como proxy del capital físico se calcula el costo del uso del capital (CUC) en millones de pesos de 2000 puesto que en la medida que el capital sea más caro la producción tiende a desincentivarse. Le capital humano entra en el modelo como la productividad laboral (PL), puesto que cabe esperar una relación positiva entre mano de obra con alta calificación y sus niveles de productividad y la tecnología se aproxima mediante los efectos *spillover* (S) que se miden como la participación de la inversión extranjera directa en las ventas domesticas en la i-ésima industria ya que teóricamente, uno de los beneficios derivados de la existencia de empresas extranjeras es el desbordamiento tecnológico en la economía doméstica.

Por último, en la ecuación de ineficiencia se incluye una variable de estructura de mercado ( $IL_i$ ) para controlar las diferencias no observadas entre las industrias, derivadas de estructuras de mercado no competitivas que pueden llevar a ciertas firmas dentro de la i-ésima industria a alejarse del potencial de producción y, en el extremo, salir del mercado. De esta manera, el modelo de ineficiencia está dado por la siguiente expresión:

$$u_t = \delta_0 + \delta_1 S_t + \delta_2 P_t + \delta_3 CUC_t + \delta_4 L_t + \delta_5 T + \omega_t \tag{11}$$

Al respecto, cabe esperar que el costo del uso del capital tenga un efecto positivo en los niveles de ineficiencia técnica de las industrias manufactureras mexicanas. Asimismo, la estructura de mercado y la competencia pueden tener un efecto considerable en el nivel de eficiencia técnica de las industrias. Así, si en un determinado mercado existe competencia intensa, las empresas con bajas tasas de utilización de insumos no serán lo suficientemente rentables y, eventualmente saldrán del mercado (Mayes et al., 1994). Dado que las firmas menos eficientes salen del mercado la eficiencia técnica promedio en esa industria aumenta. En este sentido, se espera una relación positiva entre eficiencia técnica y competencia intensa (mayor concentración).

Alternativamente, a partir de una estructura de mercado de competencia perfecta con un elevado número de pequeños oferentes y un determinado nivel de competencia, un incremento en el poder de mercado puede llevar a una intensificación de la competencia y, en consecuencia, de la eficiencia promedio. Sin embargo, tal efecto puede ocurrir hasta alcanzar cierto nivel de concentración de mercado, a partir del cual una mayor concentración lleva a la reducción de la competencia y genera ineficiencias pues las pocas empresas eficientes que permanecen en el mercado tienen incentivos a disminuir su nivel de producción, creándose así una brecha entre el producto potencial y el efectivo. Por ende, la relación entre estructura de mercado y el nivel promedio de eficiencia técnica en una industria puede tener una forma de U-invertida (Caves y Burton, 1990)

Adicionalmente, se espera que la existencia de un cierto poder de monopolio lleve a un mayor nivel de producción si existen barreras a la entrada (y al comercio entre países) y la empresa puede segmentar mercados, cargando mayores precios al competitivo en un determinado mercado. No obstante, este efecto positivo del poder de mercado está limitado por las economías de escala, lo que puede generar una menor producción en el *j*-ésimo producto dentro de la *i*-ésima industria. Por último, la existencia de estructuras no competitivas se vincula con la diferenciación de producto, lo que implica que se produce una amplia gama de bienes y, por ende, en la medida que este rango de productos aumente, con las mismas capacidades de producción existentes, se crea una brecha entre la producción efectiva del bien *j* frente a la producción potencial de éste.

Por ende, resulta difícil especificar a priori, el grado en que el poder de mercado afecta el nivel de eficiencia técnica. En la literatura no existe un consenso respecto al signo en la relación entre ésta y la

<sup>13</sup> Debe señalarse que los factores específicos de las industrias considerados en el modelo (10) afectan la media del término de error, es decir, de la ineficiencia técnica, por lo que variables de otro tipo pueden afectar de forma diferente el nivel de ineficiencia técnica en la muestra.

<sup>14</sup> El costo del uso del capital se obtiene mediante la siguiente fórmula:  $CUC_{tt} = [V_{tt}(\delta_{t} + r_{tt})] \times 100$ ; donde  $V_{tt}$  es el valor de mercado de un nuevo activo a precios constantes, esto es, el precio relativo de una unidad de capital con respecto a la producción;  $\delta_{tt}$  la tasa de depreciación de un nuevo activo: y,  $r_{tt}$ : el costo real del capital financiero, aproximado mediante el índice de precios implícito de la inversión en capital fijo divida por el deflactor del PIB.

<sup>15</sup> El índice de Lerner se calcula como: IL = (p-c)/p; donde p es el precio promedio en la industria manufacturera y c el costo marginal promedio al que se enfrentan las empresas dentro de esa industria.

concentración de mercado. <sup>16</sup> Por esta razón, el signo en la relación entre poder de mercado y eficiencia técnica está indeterminado. Por el contrario, se espera un signo negativo del parámetro CUC. Mientras que los efectos spillover de la tecnología y la productividad laboral a nivel industrial pueden incentivar los niveles de eficiencia, por lo que los signos esperados de S y PL son positivos.

Las series se obtuvieron de diferentes fuentes entre las que están diversas bases de datos de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) como la Stan DataBase for Industrial Analysis, el Banco de Información Económica del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática y el Banco de México. Las industrias se agrupan de acuerdo a la Clasificación ISIC (International Standard Industrial Classification) revisión 3, con dos y tres dígitos; su descripción se presenta en el cuadro 1. Para obtener los precios constantes se emplea el índice de precios implícito en cada industria y, en su caso, el tipo de cambio real vigente en el 2000.

Cuadro 1. Definición de las industrias manufactureras (Clasificación SIC Rev. 3)

	Codigo Industria		Codigo		Industria
1	15-37	Industria Manufacturera Total	17	28	Productos fabricados con metales, excepto maquinaria y equipo
2	15-16	Productos alimenticios, bebidas y tabaco	18	29-33	Maquinaria y equipo
3	17-19	Textiles, productos de textiles, piel y calzado	19	29	Maquinaria y equipo, n.e.c
4	20	Madera y productos de madera	20	30-33	Equipo óptico y eléctrico
5	21-22	Papel, pulpa, productos de papel,impresiones y publicaciones	21	30	Maquinaria de oficina y equipo de cómputo
6	23-25	Productos químicos, caucho, plásticos y combustibles	22	31	Maquinaria electrica y aparatos, n.e.c.
7	23	Petróleo refinado, productos del petróleo y combustibles nucleares	23	32	Equipo de comunicaciones, radio y televisión
8	24	Químicos y productos químicos	24	33	Equipo médico, de precisión y óptico y relojes
9	24-2423	Productos químicos excepto farmacéuticos	25	34-35	Equipo de transporte
10	2423	Productos farmacéuticos	26	34	Vehículos de motor, trailers y semi-trailers
11	25	Cuacho y productos de plástico	27	35	Otro equipo de transporte
12	26	Otros productos mineralesno metálicos	28	351	Reparación y construcción de barcos y botes
13	27+28	Metales básicos y productos metálicos fabricados	29	353	Aviones y naves espaciales
14	27	Metales Básicos	30	352+359	Otros equipos de transporte y ferrocarril
15	271+2731	Acero y hierro	31	36+37	Otras manufacturas, n.e.c.
16	272+2732	Metales no ferrosos			

ISIC Rev. 3 : International Standard Industrial Classification, Revisión 3. Organización de las Naciones Unidas Fuente: elaboración propia con base en OCDE, STAN Bilateral Trade Database (BTD)

El conjunto de datos obtenidos permite estimar un modelo de datos de panel no balanceado para el periodo 1985 a 2006 con datos anuales; consiste de 682 observaciones para 31 unidades transversales y 22 años. Las estimaciones de máxima verosimilitud del modelo se obtienen mediante el programa Frontier 4.1, que permite una estimación del modelo de frontera estocástica de un solo paso al tiempo que estima los parámetros de las variables incluidas en la explicación de la ineficiencia. Asimismo, en el cuadro 2 se presentan las principales estadísticas descriptivas de las series empleadas.

Cuadro 2. Estadísticas descriptivas de las variables (función de producción y de ineficiencia)

Variable	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	DE	CV	JB	Prob
CUC	60.9	47.9	134.4	35.6	29.391	0.483	4.447	0.054
H	4178000	4007000	6765000	2060000	1611993	0.386	1.977	0.372
IL	0.465	0.474	0.499	0.339	0.043	0.092	4.456	0.052
PE	3770085	3344755	4951366	3000160	714284	0.189	2.653	0.265
PL	90.832	90.150	115.900	71.400	14.234	0.157	1.542	0.463
S	0.066	0.062	0.159	0.034	0.025	0.383	3.837	0.110
<b>SFB</b>	43875.3	42801.0	61992.3	29541.6	10005.5	0.228	1.426	0.490
SID	1921.0	1874.0	2714.2	1293.4	438.1	0.228	1.426	0.490
VA	8149.7	7622.3	11276.9	5546.1	1921.8	0.236	1.858	0.395

DE: desviación estándar; JB: Jarque-Bera; Prob: probabilidad; N: 660 observaciones

Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, uno de los intereses de este documento es realizar distintas pruebas de especificación sobre las estimaciones de la función de producción estocástica y del modelo de ineficiencia para señalar ciertas características de

<sup>16</sup> La literatura de la organización industrial define dos teorías alternativas con respecto a la relación existente entre la concentración del mercado y la rentabilidad. La primera teoría de poder de mercado (Bain, 1951), señala que los mercados más concentrados favorecen los acuerdos colusivos entre empresas y, por tanto, permiten a las mismas alcanzar beneficios extraordinarios. En contraste, la segunda teoría de estructura eficiente (Demsetz, 1973 y Peltzman, 1977), argumenta que las empresas más eficientes con una mejor organización y gestión de recursos, disfrutan de menores costos de producción y, por tanto, pueden alcanzar mayores beneficios, lo que permite ganar cuota de mercado y, en última instancia, favorecer una mayor concentración de los mercados.

las industrias manufactureras y determinar cuál es el mejor modelo para el análisis. Estas pruebas de hipótesis pueden realizarse usando el test estadístico de máxima verosimilitud generalizado (LR), que requiere que el modelo sea estimado bajo la especificación de la hipótesis nula y la especificación de la hipótesis alternativa. El test LR se define por:

$$\mathbf{R} = -2\{\mathbf{h} \left[ L(H_0) \right] - \mathbf{h} \left[ L(H_1) \right] \} \tag{13}$$

donde  $L(H_0)$  y  $L(H_1)$  son los valores logarítmicos de la función de verosimilitud bajo las hipótesis nula y alternativa,  $H_0$  y  $H_1$ , respectivamente. Si  $H_0$  es verdadera, se asume comúnmente que la prueba LR tiene una distribución chi-cuadrada con grados de libertad igual al número de restricciones establecidas en la hipótesis nula. No obstante, si  $H_0$ :  $\gamma = 0$  no es cierta, el estadístico LR tiene una distribución asintótica que es una combinación lineal de distribuciones  $\chi^2$  (Coelli, 1995). Para los intereses de este documento, se contrastan cuatro hipótesis: i) no efectos de ineficiencia técnica, ii) cambio técnico cero, iii) presencia de progreso técnico neutral y, iv) forma funcional de la función de producción.

Dado que es posible que no exista ineficiencia técnica en la industria i o que las variables que supuestamente originan tal ineficiencia no sean significativas, se debe evaluar la hipótesis nula que dichas variables sean todas iguales a cero. En caso de no rechazar la hipótesis de que los parámetros de esas variables sean cero, el modelo se reduce a uno con término de error con distribución normal truncada. Por el contrario, si no se rechaza la hipótesis que todos los parámetros, tanto los aleatorios como los determinísticos, del término de error relacionado con la eficiencia sean iguales a cero, indicaría que dicho término  $(u_{ij})$  es redundante en la modelización (Kumbhakar *et al.*, 2000). En ese caso se podría estimar la función promedio tradicional para cada industria, lo que implicaría que todas las industrias son eficientes.

Formalmente, esta hipótesis se plantea como  $H_0$ : ausencia de efectos de ineficiencia técnica, por lo tanto el valor de  $\gamma$  es cero, y los coeficientes de la frontera de producción pueden estimarse usando el modelo clásico de Mínimos Cuadrados Ordinarios ( $H_0$ :  $\gamma = \delta_0 = \delta_1 = ... = \delta_M = 0$ ); y  $H_1$ : el valor de  $\gamma$  es distinto de cero, esto implica la existencia de efectos de ineficiencia, por lo cual la estimación máximo-verosímil propuesta es adecuada ( $H_0$ :  $\gamma > 0$ ). The substance of the contraction of the con

Además, puesto que la muestra temporal es relativamente amplia, cabe esperar que exista cambio técnico en las industrias, lo que se prueba mediante la hipótesis nula que supone la no existencia de cambio técnico. En términos formales:  $H_0$ :  $\beta_t = \beta_{tt} = 0$ ,  $\forall k$ , lo que implica que los parámetros de interacción entre los insumos y el tiempo son cero, esto es, que ninguno se ve afectado por el tiempo; y  $H_1$ :  $\beta_t \neq \beta_{tt} \neq 0$ ,  $\forall k$ , es decir, que al menos uno de los insumos provoca un cambio técnico con el paso del tiempo. Asimismo, como se pueden tener parámetros asociados a los insumos que sean significativos pero que no lo sean cuando se considera la tendencia temporal puede pensarse que existe cambio técnico neutral a la Hicks, lo que implica probar que los parámetros correspondientes a la interacción de la tendencia temporal con los insumos sean todos iguales a cero, es decir:  $H_0$ :  $\beta_t = 0$ ,  $\forall k$ , frente H:  $\beta_t \neq 0$ ,  $\forall k$ . l

 $eta_{kl}=0, \forall k$ , frente  $H_j$ :  $eta_{kl}\neq 0, \forall k$ .  $^{19}$ La cuarta hipótesis se relaciona con la especificación de la función de producción. Por tanto, se prueba la validez de la función translog frente a la función Cobb-Douglas. La hipótesis nula señala que la tecnología es Cobb-Douglas ya que los parámetros de segundo orden son todos cero  $(H_0: eta_{jl}=0, \forall j,l)$ , mientras que la alternativa dice que la tecnología es del tipo translog puesto que no todos los parámetros de segundo orden son cero  $(H_i: eta_{il}\neq 0, \forall j,l)$ .

### 4. Análisis empírico

Los resultados del modelo de frontera de producción estocástica, ecuación (9), y del modelo de ineficiencia técnica, ecuación (11), se muestran en el cuadro 3. Un signo positivo en los parámetros de la primera ecuación implica que los insumos tienden a aumentar el nivel de producción; mientras que un signo negativo en el segundo modelo indica que un aumento en el valor de las variables resulta en una reducción de la ineficiencia.

Considerando los parámetros de primer orden,  $\beta_k$ , se observa que todos tienen el signo positivo esperado y significativo, excepto para  $SID(\beta_a)$ , favoreciendo entonces el nivel del valor agregado en la industria manufacturera.

<sup>17</sup> Si se acepta la nula de  $\gamma$  = 0, entonces  $\sigma_u^2$  = 0 y, por lo tanto, este término puede excluirse del modelo.

<sup>18</sup> El cambio técnico neutral en el sentido de Hicks se refiere a que las productividades marginales relativas de los factores productivos se mantienen constantes para una proporción dada de factores.

<sup>19</sup> La inclusión del tiempo como variable permite suponer que los cambios de la frontera de producción en el tiempo se originan por el cambio técnico. En el modelo, se considera que existe cambio tecnológico ahorrador (empleador) del insumo k si  $\beta_{ij}$  es positivo (negativo). Como se dijo, será neutral si las  $\beta_{ij}$  son todas iguales a cero.

La variable que más contribuye a agregar valor es el capital humano (licenciatura y posgrado). El trabajo capacitado muestra una mayor productividad que cualquier otro insumo, por ejemplo, es 7.6 veces más productivo que el trabajo (PE). No obstante, el capital es un elemento de gran relevancia para las industrias manufactureras al contribuir notablemente a agregar valor, solo por debajo de H. Por último, el coeficiente estimado de PE, de bajo valor pero positivo y significativo, implica la estandarización de los procesos de producción y la incuestionable necesidad de seguir contratando mano de obra de baja calificación.

En contraste, el gasto en I+D muestra signo negativo y significativo, lo que implica que aumentos en el uso de esta variable contraen el valor agregado manufacturero. Este resultado señala la ineficiencia del gasto en I+D. En consecuencia, las empresas manufactureras pueden generar mayor valor restringiendo la inversión en actividades de innovación. Todo lo anterior insinúa que la evolución del sector manufacturero mexicano depende fuertemente del uso intensivo de mano de obra con elevada capacitación apuntalado con el empleo de bienes de capital. Además, las posibilidades de sustitución entre trabajo cualificado y capital parecen amplias dentro de las estrategias de producción de las empresas; sin embargo, las complementariedades tecnológicas parecen débiles.

Cuadro 3. Estimación de la Función de Producción de Frontera Estocástica para 31 industrias manufactureras, 1985-2006

	mustr	Coeficiente	Error Estándar	t-ratio
Función de produc	ción de fronter			
C	$\beta_0$	5.7492	2.2171	2.5930 *
SFB	$\beta_1$	3.3496	1.3857	2.4173 *
PE	$\beta_2$	0.4134	0.5479	0.7544
Н	$\beta_3$	3.5559	1.8592	1.9126 **
SID	$\beta_4$	-1.1224	0.5078	-2.2103 *
T	$\beta_5$	0.7114	0.2200	3.2336 *
SFB×SFB	$\beta_6$	0.1934	0.0173	11.1585 *
PExPE	$\beta_7$	0.1019	0.0254	4.0165 *
HxH	$\beta_8$	0.1955	0.1406	1.3912 **
SIDxSID	$\beta_9$	-0.1475	0.0224	6.5978 *
TxT	$\beta_{10}$	0.0025	0.0036	0.6896
SFBxPE	$\beta_{11}$	-0.0313	0.0161	-1.9507 **
SFBxH	$\beta_{12}$	0.0227	0.0267	0.8491
SFBxSID	$\beta_{13}$	0.1449	0.0172	8.4075 *
SFBxT	$\beta_{14}$	-0.0031	0.0024	-1.2926 ***
PExH	$\beta_{15}$	0.0763	0.0350	2.1792 *
PExSID	$\beta_{16}$	0.0086	0.0139	0.6206
PExT	$\beta_{17}$	-0.0040	0.0035	-1.1621 **
HxSID	$\beta_{18}$	0.0533	0.0278	1.9181 **
HxT	$\beta_{19}$	-0.0471	0.0145	-3.2521 *
SIDxT	$\beta_{20}$	0.0044	0.0028	1.5740 **
Modelo de efectos d	le ineficiencia			
C	$\delta_0$	2.9730	1.4033	2.1190 *
S	$\delta_1$	1.1377	0.5353	2.1251 *
PL	$\delta_2$	-1.1661	0.5183	-2.2499 *
CUC	$\delta_3$	2.9002	1.2705	2.2827 *
IL	$\delta_4$	-1.1171	0.6439	-1.7349 **
T	$\delta_5$	-0.0046	-0.0056	0.8214
$\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$	$\sigma^2$	0.2717		
$\gamma = \sigma^2_u / \sigma^2$	γ	0.9952		
Log-likelihood		-796.52		
LR test		179.69		

<sup>\*</sup> y \*\* indican que el parámetro es significativo al 1 y 5%, respectivamente Fuente: elaboración propia con base en resultados del programa Frontier 4.1

Además, los parámetros estimados señalan que la producción manufacturera durante el periodo se caracterizó por rendimientos crecientes a escala, esto es, aumentos en los insumos llevaron a incrementos más que proporcionales en el valor agregado.<sup>20</sup> De este modo, aumentos en el tamaño de las firmas tienden a aumentar la producción más que proporcionalmente acompañados de costos de producción unitarios menores. Esto permite suponer que existen efectos de escala positivos en la eficiencia técnica.

Antes de interpretar los coeficientes del modelo de ineficiencia, se señalan los resultados de las pruebas de hipótesis (cuadro 4). En primer lugar se determina si existen efectos de ineficiencia en el modelo y, que por tanto, la estimación máximo-verosímil es adecuada. Al respecto, la hipótesis nula  $\gamma$ =0 se rechazó al 1% de significancia; esto es, especificar una función de producción promedio en la que se asuma que todas las industrias sean eficientes

<sup>20</sup> Las elasticidades de producción se calculan a partir de los parámetros estimados en la ecuación (9), es decir, . Por tanto, se tiene que la suma de los coeficientes asociados es en promedio mayor a uno en el periodo.

técnicamente no es una representación adecuada para el sector manufacturero mexicano. Ello significa que la mayor parte del error aleatorio se explica por la varianza en la ineficiencia técnica de las empresas. En otras palabras, el hecho que el parámetro estimado  $\gamma$  sea cercano a uno ( $\gamma$ =0.995) implica que el error estadístico compuesto se debe a los efectos de ineficiencia técnica ( $u_{ii}$ ) y que el error aleatorio ( $v_{ii}$ ) es aproximadamente cero. En consecuencia, la ineficiencia técnica es una variable relevante en la explicación de las variaciones del valor agregado de la manufactura mexicana.

La segunda hipótesis que se probó fue la existencia de cambio tecnológico. Como la variable t se entiende como una proxy de este cambio, entonces se determina que no hay cambio técnico si todos los parámetros asociados con el tiempo son cero ( $\beta_t = \beta_{jt} = 0$ , para toda j). Así, no se puede rechazar la hipótesis de cambio técnico a un nivel de significancia del 1%. Asimismo, se comprobó que ese cambio es neutral en el sentido de Hicks, es decir, se rechaza el argumento que el cambio técnico haya favorecido la utilización de uno de los insumos considerados. Por tanto, la existencia de ineficiencia técnica puede explicarse por la no explotación de la mayor contribución marginal del factor capital humano respecto a la del capital o del trabajo, ya que se no se presenta sesgo en el uso de algún insumo debido al cambio técnico.

Cuadro 4. Pruebas de especificación del modelo

Hipótesis	$\mathbf{H}_{0}$	Test LR	Valor crí	tico (χ²n)	Decisión
Ausencia de efectos de ineficiencia	$\gamma = \delta_0 = \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = 0$	14.701	$\chi^{2}_{6} =$	13.674	Rechazo H <sub>0</sub>
No existe cambio técnico	$\beta_T = \beta_{TT} = \beta_{KT} = \beta_{LT} = \beta_{HT} = \beta_{AT} = 0$	181.330	$\chi^{2}_{7} =$	15.277	Rechazo H <sub>0</sub>
No hay cambio técnico neutral a la Hicks	$\beta_{\text{KT}} = \beta_{\text{LT}} = \beta_{\text{HT}} = \beta_{\text{AT}} = 0$	194.466	$\chi^{2}_{4} =$	10.303	Rechazo H <sub>0</sub>
Función de producción tipo Cobb-Douglas	$\beta_{jl}=0, \ \gamma \ j,l$	72.110	$\chi^{2}_{15} =$	27.145	Rechazo H <sub>0</sub>

El estadístico LR se define como: LR =  $-2\{ln[L(H_0)/L(H_1)]\}$ = $-2\{ln[L(H_0)-L(H_1)]\}$ . LR se distribuye como una chi-cuadrada con grados de libertad igual al número de restricciones establecidas en la hipótesis nula, esto es, igual al número de parámetros que se igualan a cero EN la hipótesis nula. En el contraste con  $H_0$ :  $\gamma = 0$  el estadístico LR sigue una distribución chi-cuadrado mixta. Los valores críticos se obtienen de Kodde y Palm (1986).

\*En todos los casos  $\alpha$ =0.05

Fuente: elaboración propia con base en los resultados del programa Frontier 4.1

La última hipótesis señala que la tecnología en las industrias manufactureras mexicanas es tipo Cobb-Douglas ( $\beta_{jt}$ =0, para toda j y l), la cual se rechazó al 1% de significancia. Aceptándose que la especificación translog representa adecuadamente la tecnología prevaleciente en cada industria, es decir, que los términos de interacción son importantes en la determinación del valor agregado y de los efectos de escala. Por ende, las estimaciones se realizan sobre una forma funcional translog que al presentar mayor flexibilidad en los términos permite la sustitución de factores, así como un ajuste instantáneo de los insumos (Díaz-Bautista, 2007).<sup>23</sup>

Por otro lado, como se rechazó la ausencia de efectos de ineficiencia, considerar los coeficientes estimados permite entender las causas de tal ineficiencia técnica. En general, se encuentra que no todas las variables explicativas de la ineficiencia técnica tienen el signo esperado aunque todas son estadísticamente significativas (*IL* al 95% de confianza). Específicamente, un aumento en la productividad laboral (*PL*) y de la variable asociada con la estructura de mercado en cada industria (*IL*) tiende a eliminar la diferencia entre el producto actual y el potencial. De esta manera, existe una correlación negativa entre estas dos variables y la ineficiencia técnica. Prácticamente, ambas variables muestran un efecto de igual magnitud y significancia estadística.

El signo y significancia de todas las variables en este modelo es un resultado interesante por distintas razones. Primero, dado el efecto positivo del capital humano, que incluye personal con licenciatura y posgrado, encontrado en la estimación de la función de producción de frontera, y el impacto favorable de la productividad laboral en la reducción de la ineficiencia, puede pensarse que la formación de trabajo de alta calificación que se incorpora al sector manufacturero potencializa las capacidades de estas industrias mediante el aumento de la eficiencia del trabajo. Por ende, parece que las políticas educativas han impactado en la competitividad que disfrutan las empresas manufactureras.

<sup>21</sup> Donde el valor del parámetro está dentro del intervalo cerrado [0,1].

<sup>22</sup> El cambio tecnológico puede medirse por los cambios del producto a lo largo del tiempo manteniendo constante el uso de las variables-insumo. Así, la primera derivada parcial de la función de producción respecto al tiempo determina la tasa de cambio tecnológico.

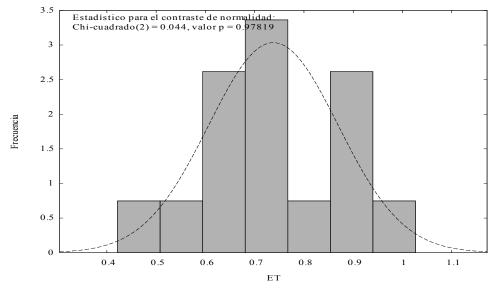
<sup>23</sup> De cualquier manera se realizaron estimaciones tanto de la función translog como de la Cobb-Douglas, determinándose que la primera produce un mejor ajuste, ya que reduce la magnitud del término compuesto de error.

Segundo, se observa que el poder de mercado impacta positivamente en los niveles de eficiencia.<sup>24</sup> Si se combina esta situación con el hecho que existen rendimientos crecientes, puede pensarse que la concentración de mercado está asociada más a la escala de producción, es decir, se relaciona con la conducta de la firma. Por ejemplo, si la empresa aumenta el volumen de su oferta que le permiten a ganar poder de mercado llevándola, en última instancia, a mejorar su eficiencia técnica. Está situación está en línea con la teoría de la economía industrial que argumenta que la conducta modifica la estructura y, de esta manera, el desempeño de las firmas (Tirole, 1990).

Tercero, la presencia de empresas extranjeras, a través del efecto de la IED en las ventas domésticas (S), parece generar distorsiones en la forma de producir de las firmas manufactureras, puesto que el signo de  $\delta_I$  es positivo. Esto sugiere que existen limitados efectos desbordamiento y de aprendizaje, derivados de la operación de este tipo de firmas internacionales ya sea en términos de producto, procesos, encadenamientos, capacitación o difusión de tecnología importada. Alternativamente, puede pensarse que en general la operación de las firmas extranjeras es en áreas básicas (ensamble o maquila, sin actividades de diseño o innovación), al tiempo que depende de las decisiones de las matrices, lo que no contribuye a mejorar los niveles de eficiencia en las industrias.

Cuarto, el signo del coeficiente de *CUC* es el esperado. Esto significa que el costo de una unidad adicional de capital es más elevado, por lo que aquellas firmas que accedan a este insumo lo harán en condiciones menos favorables, limitando en consecuencia su nivel de eficiencia. De igual modo, las empresas que opten por no hacer uso de este factor, verán restringida su capacidad utilizada. Esto es, el empleo de nuevas unidades de capital puede no justificar la contratación de trabajo adicional u otros insumos generándose esa ineficiencia técnica.

Asimismo, las estimaciones máximo-verosímiles proporcionan una medida de eficiencia técnica para cada industria. La distribución de la eficiencia manufacturera promedio se muestra en la gráfica 1; se observa una distribución normal con varianza reducida. Las eficiencias medias anuales se agrupan de forma relativamente simétrica alrededor de la media. El valor más bajo de la eficiencia se registró en el primer año de la muestra  $(ET_{1985}=0.710)$ , mientras que la máxima eficiencia se alcanzó en el año 2001  $(ET_{2001}=0.921)$ .



Gráfica 1. Distribución de las medidas de eficiencia técnica, 1985-2006

ET: eficiencia técnica promedio con media 0.7379, desviación estándar 0.1315, N=31, y estadístico Jarque-Bera 0.4558 y probabilidad 0.7962

Fuente: elaboración propia

En general, durante el periodo se aprecia una eficiencia moderada; se tienen 8 años donde los valores medios son superiores al 90%, 10 años con eficiencias medias mayores al 80% y 3 años con eficiencia menor al 80%. En los primeros tres años de la muestra (1985-86) el nivel de eficiencia técnica fue bajo (71, 77 y 78%, respectivamente).

<sup>24</sup> En mercados con barreras a la entrada los productores disfrutan de algún grado de poder de mercado que les permiten obtener beneficios extraordinarios. En consecuencia, esas firmas pueden no producir en el nivel máximo dados los insumos y la tecnología. Así, es posible que las estructuras de mercado no competitivas, en particular, oligopólicas y monopólicas, alojen firmas poco eficientes generando un efecto de ineficiencia a nivel industrial.

De hecho, antes de la intensificación de la apertura comercial en 1994, la eficiencia técnica promedio fue de 81%; mientras que en el subperiodo 1994-2006 ésta fue del 90%, lo que parece deberse precisamente a los mayores intercambios comerciales principalmente con Estados Unidos.

Considerando dos años en particular (inicio y fin del periodo) es posible hacer comparaciones entre las industrias (cuadro 5). Así, se registra una baja eficiencia media en 1985 de 0.710. Las industrias más eficientes fueron otros equipos de transporte (0.998), equipo médico, de precisión y óptico y relojes (0.980), y maquinaria y equipo (0.906), lo que puede deberse, por ejemplo, a que al ser industrias relativamente maduras la necesidad de emplear unidades adicionales de capital (cuyo costo es elevado) es baja y, por tanto, les permitió acercarse a su producto potencial. Por el contrario, las industrias menos eficientes fueron aviones y naves espaciales (0.308), productos metálicos (0.399) y petróleo refinado y sus productos (0.423). Estos bajos niveles se explican por la naturaleza de estas industrias que requieren de amplias importaciones de bienes de capital lo que generó una brecha entre el producto efectivamente alcanzado y el potencial.

En el año 2006, la eficiencia media fue de 0.898, registrando una tasa de crecimiento cercana al 26.4%. Todas las industrias registraron aumentos en eficiencia (excepto las industrias 20, 272 y 33), indicando un claro proceso de aprendizaje en las manufacturas mexicanas. Las industrias más eficientes se agrupan en el sector de equipo de transporte automotriz, y en particular, otro equipo de transporte (0.944), vehículos de motor (0.937) y reparación y construcción de barcos (0.940). Obsérvese que la industria de aviones y naves espaciales registró un pobre desempeño de eficiencia en el primer año, mejorando notablemente sus capacidades al presentar un crecimiento del 200% en la eficiencia. Como el capital humano es factor esencial para la producción, y la productividad laboral tiende a reducir la ineficiencia (cuadro 3), una estrategia que combina estos actores (empleando intensivamente personal calificado) ha permitido reducir los niveles de ineficiencia.

Cuadro 5. Eficiencia técnica en la industria manufacturera mexicana

Industria	1985	Ranking	2006	Ranking
15-37	0.795	11	0.944	4
15-16	0.898	4	0.943	5
17-19	0.727	14	0.929	13
20	0.625	24	0.569	31
21-22	0.682	19	0.898	21
23-25	0.820	10	0.934	10
23	0.423	29	0.981	1
24	0.844	8	0.909	18
24-2423	0.671	20	0.913	16
2423	0.729	13	0.940	8
25	0.542	27	0.872	24
26	0.833	9	0.902	20
27+28	0.705	17	0.864	25
27	0.762	12	0.848	27
271+2731	0.613	25	0.835	29
272+2732	0.867	6	0.833	30
28	0.399	30	0.881	23
29-33	0.691	18	0.845	28
29	0.906	3	0.940	6
30-33	0.574	26	0.920	15
30	0.660	22	0.912	17
31	0.719	16	0.891	22
32	0.724	15	0.907	19
33	0.980	2	0.855	26
34-35	0.667	21	0.952	2
34	0.640	23	0.937	9
35	0.495	28	0.944	3
351	0.847	7	0.940	7
353	0.308	31	0.933	12
352+359	0.998	1	0.929	14
36+37	0.877	5	0.934	11
Eficiencia promedio	0.710		0.898	

<sup>\*</sup>Posición de la industria i en términos de eficiencia técnica en el ranking de eficiencia total.

Fuente: elaboración propia con base en los resultados del programa Frontier 4.1

En contraste, las industrias con menores niveles de eficiencia fueron madera y productos de madera (0.569), metales no ferrosos (0.833) y acero y hierro (0.835). De nuevo, las mayores importaciones de bienes de capital, la relativamente alta participación de pocas empresas (algunas extranjeras) en esos mercados, o la apertura comercial pudieron generar el limitado nivel de eficiencia en éstas.

En general, debe recordarse que se determinó la existencia de cambio técnico, por lo que las industrias que pasaron de posiciones altas a bajas en el ranking de eficiencia (pero con mayores niveles absolutos de eficiencia, como es el caso de la industria química y sus productos), enfrentan mejoras de eficiencia pero a un ritmo menor al desplazamiento de la frontera de producción. Mientras que las industrias con mejores posiciones y mejoras de eficiencia se mueven más rápidamente hacia esa frontera de producción o de "mejor práctica" (vehículos de motor, por ejemplo).

Cuadro 6. Clasificación de la eficiencia técnica, por año e industria

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Eficiencia
Año	Baja	Media	Alta	Media
1985	21	8	2	0.645
1986	19	7	5	0.672
1987	19	9	3	0.761
1988	20	11	0	0.765
1989	8	22	1	0.843
1990	6	21	4	0.879
1991	4	23	4	0.881
1992	2	24	5	0.897
1993	3	24	4	0.900
1994	1	20	10	0.919
1995	2	25	4	0.878
1996	2	29	0	0.894
1997	2	18	11	0.916
1998	1	23	7	0.911
1999	0	22	9	0.927
2000	0	19	12	0.922
2001	0	15	16	0.932
2002	1	12	18	0.928
2003	1	16	14	0.928
2004	2	21	8	0.905
2005	1	12	18	0.923
2006	1	16	14	0.916

La eficiencia técnica se clasifica en tres grupos: grupo 1, de baja eficiencia cumple con ET≤0.82; grupo 2, de eficiencia media cae en el intervalo 0.82<ET≤0.92; y grupo 3, de alta eficiencia, cuando 0.92<ET≤1.0.

Esta propuesta de clasificación fue realizada por Kompas y Nhu (2004).

Una valor de la eficiencia menor al 0.9 representa que la producción está por debajo de la producción potencial en 10% o más, por lo que se clasifica como baja eficiencia técnica.

Fuente: elaboración propia con base en resultados de Frontier 4.1

En este sentido, los valores de la eficiencia permiten clasificar a las industrias en tres grupos diferentes: eficiencia baja, media y alta. En el cuadro 6 se observa que en los primeros cuatro años de la muestra existe una marcada concentración de las industrias en el grupo 1, esto es, más de la mitad de las industrias reflejaron niveles pobres de eficiencia.

Desde 1989 se presentan claras mejoras de eficiencia (la eficiencia promedio brinca de 0.775 en 1988 a 0.834 en 1989). De forma alternada, los grupos de eficiencia media y alta congregan a la mayoría de las industrias, aunque tienden a concentrarse en el grupo 2. Así, al parecer las industrias se han acerado con el tiempo al nivel de producción de "mejor práctica". Además, en términos agregados, en el 2006, se tienen más industrias más eficientes que en 1985. Este resultado indica un evidente incremento de la eficiencia manufacturera; No obstante, también parece que han alcanzado un umbral de eficiencia media.

Sin embargo, esto debe comprobarse mediante un estudio a nivel empresa puesto que solo algunas dentro de cada industria pueden mostrar eficiencias mayores que compensan las menores eficiencias del resto de las empresas.

Cuadro 7. Características de los grupos de eficiencia técnica

(participación en el total)	Nivel de eficiencia técnica		
Variables	Bajo	Medio	Alto
Valor agregado	0.32	32.13	67.55
Formación bruta de capital	0.48	46.87	52.65
Personal empleado	4.24	44.94	50.82
Índice de Lerner*	0.50	0.58	0.59
Inversión extranjera directa	0.19	42.76	57.05
Exportaciones	2.65	57.54	39.81
Ventas domésticas	0.52	40.66	58.81
Tamaño relativo de la firma**	4.24	44.94	50.82

<sup>\*</sup>valor del índice de Lerner (poder de mercado)

Fuente: elaboración propia con base en resultados de Frontier 4.1

Si se combinan las medidas de eficiencia estimadas con un determinado conjunto de características de las industrias reflejado en ciertas variables, se puede determinar el perfil de industrias manufactureras eficiente en relación a los tres grupos señalados arriba. El conjunto de las características más relevantes para cada grupo de eficiencia se muestra para el año 2006 en el cuadro 7. Se consideran las variables más importantes incluidas en este documento junto con otras de innegable relevancia (por ejemplo, inversión extranjera directa, exportaciones, ventas domésticas, tamaño relativo de la firma). Existen diferentes aspectos de interés que pueden señalarse.

Primero, el grupo de alta eficiencia es el que más valor agrega (68% del total) a diferencia del grupo de menor eficiencia (0.32%), esto es, entre más cerca se este de la "mejor práctica" mayor valor puede generarse. Segundo, parece que para ser eficientes se debe invertir en capital, puesto que el grupo 3 es el que mayor proporción de la FBK emplea (53% del total). Tercero, aunque está sujeto a pruebas econométricas, las industrias intensivas en mano de obra son menos eficientes, puesto que el grupo de menor eficiencia contrata, en términos relativos, trabajo en mayor proporción que el grupo tres. Cuarto, las estructuras de mercado no competitivas generan mayor eficiencia técnica; en el grupo eficiente el índice de Lerner es donde alcanza el mayor valor.

Quinto, parece existir un umbral de eficiencia necesario para participar en los mercados internacionales (grupo intermedio es el que más exporta). Asimismo, parece que si una industria es más eficiente prefiere vender domésticamente. Sexto, en línea con los resultados anteriores, cuanto más grande sea una firma y cuanto mayor sea la IED, menor es la ineficiencia que se encuentra.

Adicionalmente, se puede analizar la eficiencia técnica considerando la importancia de las intensidades tecnológicas en las industrias. A priori, puede pensarse que la eficiencia técnica será más alta en aquellas industrias que emplean intensivamente la tecnología. La combinación de estas dos variables permite establecer un criterio adicional en la clasificación de las industrias eficientes. Siguiendo la clasificación de la OCDE (1986), que se basa en las intensidades tecnológicas, se tienen cuatro grupos de industrias: de baja tecnología (IBT), de tecnología media baja (ITMB), de tecnología media alta (ITMA) y de alta tecnología (IAT).<sup>26</sup>

El cuadro 8 no permite apreciar una clara relación entre eficiencia y actividades de I+D. Esto es, en 2006 el 13.6% del total de las industrias tienen niveles de eficiencia superiores al 0.92 y son consideradas como de tecnología media alta y 9.1% registra esos niveles de eficiencia y es al mismo tiempo industria de alta tecnología. Iguales porcentajes se registran para las industrias de tecnología baja y media baja; no obstante, las industrias de tecnología alta y media alta no tienen niveles de baja eficiencia. En otras palabras, las industrias "tecnológicas" (ITMA + IAT) son mediana o altamente eficientes.

<sup>\*\*</sup>total de trabajadores en la industra i respecto al total de trabajadores en la manufactura

La OCDE agrupa a las industrias por actividades en donde el determinante de las diferentes categorías es el gasto en actividades relacionadas con la investigación y desarrollo (I+D) realizado en cada sector o rama de la industria en relación con el valor de su producción. Así, los productos con mayor nivel de tecnología incorporada provienen de industrias que realizan mayores esfuerzos en I+D.

Cuadro 8. Matriz de eficiencia técnica e intensidad tecnológica

(participaciones respecto al total)

\ <u>1</u>	•	1	,	N	ivel de Efic	ciencia Téc	nica			
	1985	Bajo	Medio	Alto	Total	2006	Bajo	Medio	Alto	Total
	BT	13.6	9.1	0.0	22.7	IBT	4.5	4.5	13.6	22.7
7		18.2	13.6	0.0	31.8	ITMB	0.0	22.7	9.1	31.8
nsid	TIMB	13.6	4.5	4.5	22.7	ITMA	0.0	9.1	13.6	22.7
	IAT	18.2	0.0	4.5	22.7	IAT	0.0	13.6	9.1	22.7
I	Total	63.6	27.3	9.1	100.0	Total	4.5	50.0	45.5	100.0

IBT: industrias de baja tecnología

ITMB: industrias de tecnología media baja ITMA: industrias de tecnología media alta

IAT: industrias de alta tecnología

Fuente: elaboración propia con base en resultados del programa Frontier 4.1

Asimismo, las industrias de menor nivel de eficiencia están catalogadas como las de menor tecnología (IBT). Coincide además que las industrias con eficiencia media son las de tecnología media baja. Por ende, puede señalarse que las intensidades tecnológicas están ligeramente correlacionadas con los niveles de eficiencia técnica. Esto es, financiar actividades de I+D, en relación a su nivel de producción, tiende a llevar a las firmas hacia su frontera de producción.

Por último, en la gráfica 2 se presenta la evolución de la eficiencia técnica manufacturera a lo largo del periodo. Se aprecia una evolución positiva de los niveles de eficiencia promedio para el total manufacturero. Partiendo de niveles relativamente bajos en 1985, se da un crecimiento excepcional hasta 1994 y desde entonces, aún con altibajos, se ha mantenido prácticamente en el mismo nivel. Este comportamiento sugiere que la intensificación de la liberalización comercial desde 1994 ha permitido que las industrias se acerquen a su capacidad máxima de producción, aunque es posible aumentar la producción en aproximadamente 10 puntos porcentuales dados los factores productivos en la ecuación (9) y la tecnología actual.

0.95 0.90 0.85 0.80 0.75 0.00 0.65 0.60 0.65 0.60 0.65 0.60 0.65 0.60 0.65 0.60 0.65 0.60 0.65 0.60 0.65 0.60 0.65 0.60 0.65 0.60 0.65 0.60 0.65 0.60 0.65 0.60 0.65 0.60 0.65 0.60 0.65 0.60 0.65 0.60 0.65 

Gráfica 2. Evolución de la eficiencia técnica media de la industria manufacturera, 1985-2006

Fuente: elabortación propia con base en los resultados del programa Frontier 4.1

### 6. Conclusiones

En este documento se estimó una función de producción de frontera estocástica y el modelo de eficiencia técnica vinculado para determinar la importancia de los insumos en la producción de las industrias manufactureras mexicanas durante el periodo 1985-2006. Asimismo, se identificaron ciertas características que explican las diferencias en eficiencia entre tres grupos de industrias clasificadas en función de los niveles de eficiencia técnica estimados.

Las estimaciones de la función de producción muestran que todos los insumos incluidos son significativos (excepto *PE*). La formación bruta de capital y el número de personas con licenciatura o con posgrado contribuyen positivamente, mientras que los gastos adicionales en I+D tienden a contraer la producción. Además, de acuerdo

a este modelo, las industrias manufactureras exhibieron en promedio durante el periodo rendimientos crecientes a escala.

Las pruebas de hipótesis realizadas indican que la producción manufacturera se caracterizó por la existencia de efectos de ineficiencia técnica, explicando las desviaciones del valor agregado actual respecto del máximo alcanzable si se siguiera la "mejor práctica". Asimismo, se determinó que el sector manufacturero pasó por un proceso de cambio técnico Hicks-neutral, lo que implica que la relación de las productividades marginales entre los cuatro insumos se mantuvo constante. Por último, se estableció que la mejor forma de modelar a estas industrias es la función translog ya que los términos de interacción son importantes en la determinación del valor agregado.

En cuanto a los efectos de ineficiencia, se tiene que todas las variables explicativas son estadísticamente significativas. En particular, un aumento en la productividad laboral y del poder de mercado tiende a reducir la ineficiencia. Por el contrario, los efectos *spillover*, derivados de la participación de la inversión extranjera directa en las ventas domésticas de las industrias, y el costo del uso del capital amplían esa ineficiencia.

Aparte, se observaron los niveles medios de eficiencia técnica. El valor más bajo de la eficiencia se presentó en 1985, mientras que la máxima eficiencia se alcanzó en 2001. En general la eficiencia es media. Por ejemplo, en 2006, la eficiencia media fue de 0.898, con prácticamente todas las industrias registrando aumentos en eficiencia, lo que indica un proceso de aprendizaje. Las industrias más eficientes fueron petróleo refinado, otros equipos de transporte y productos alimenticios. Asimismo, los valores de la eficiencia permitieron clasificar a las industrias en grupos de eficiencia baja, media y alta. En los últimos años, las industrias tienden a ubicarse en la categoría intermedia. Al parecer las industrias tienden a acercarse con el tiempo al nivel de producción de "mejor práctica", aunque parecen haber llegado un umbral máximo de eficiencia.

Finalmente, se determinó el perfil de las manufacturas eficientes, destacándose que entre más cerca se este de la "mejor práctica" mayor valor puede agregarse; para ser eficientes se debe invertir en capital; las industrias intensivas en mano de obra son menos eficientes; las estructuras de mercado no competitivas generan mayor eficiencia; es necesario alcanzar un nivel mínimo eficiente para participar en mercados internacionales (hipótesis de autoselección de firmas exportadoras); cuanto más grande sea una firma menor es la ineficiencia que se encuentra en el periodo de estudio; y, los niveles de eficiencia parecen estar ligeramente correlacionados con las intensidades tecnológicas en las industrias.

## 7. Bibliografía

Aigner, D., Lovell, K. y Schmidt, P., (1977), "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models", *Journal of Econometrics*, 6, pp. 21-37.

Bain, J., (1959), "Industrial Organization", John Wiley & Sons, New York.

Bannister, G. y Stolp, C. (1995). Regional Concentration and Efficiency in Mexican Manufacturing, *European Journal of Operational Research*, 80-3, pp. 672-690.

Batra, G. y Tan, H. (2003). "SME Technical Efficiency and its Correlates: Cross-National Evidence and Policy Implications", *World Bank Institute*, Washington.

Battese, G. y Corra, G., (1977), "Estimation of a Production Frontier Model: With Application to the Pastoral Zone of Eastern Australia", *Australian Journal of Agricultural Economics*, 21, pp. 169-179.

Battese, G. y Coelli, T., (1988), "Prediction of Firm-Level Technical Efficiencies with a Generalized Frontier Production Function and Panel Data," *Journal of Econometrics* 38, pp. 387-399.

Battese, G. y Coelli, T., (1992), "Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India", *Journal of Productivity Analysis*, 3, pp. 153–169.

Battese, G. y Coelli, T., (1993), "A Stochastic Frontier Production Function Incorporating a Model for Technical Inefficiency Effects", *Working Paper*. University of New England.

Battese, G. y Coelli, T., (1995), "A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data", *Empirical Economics*, 20-2, pp. 325-332.

- Bauer, P., (1990), "Recent Developments in the Econometric Estimation of Frontiers", *Journal of Econometrics* 46, pp. 39-56.
- Bernard, A. y Jones. C., (1996a). "Comparing Apples to Oranges: Productivity Convergence and Measurement Across Industries and Countries", *American Economic Review* 86, pp. 1216-1238.
- Bernard, A. y Jones, C., (1996b), "Productivity Across Industries and Countries: Time series theory and evidence", *Review of Economics and Statistics* 78, pp.135-146.
- Brown, F. y Domínguez, L. (2004), "Evolución de la Productividad en la Industria Mexicana: Una Aplicación con el Método Malmquist", *Investigación Económica*, 63-249, pp. 75-100.
- Caves, R. y Barton, D. (1990), "Efficiency in US Manufacturing Industries", Cambridge Massachusets, MIT Press.
- Coelli, T., (1995), "Estimators and Hypothesis Test for a Stochastic Frontier Function: a Monte Carlo Analysis", *Journal of Productivity Analysis* 6-4, pp247-268.
- Coelli, T., (1996), "A Guide to FRONTIER Versión 4.1: A Computer Program for the Stochactic Frontier Production and Cost Function Estimation", *CEPA Working Paper* 96/07, Centre for Efficiency and Productivity Analysis, University of New England.
- Coelli T., Prasada R. y Battese, G., (1998), "An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis", *Boston, Kluwer Academic Publishers*.
- Coelli, T., Estache, A., Perelman, S. y Trujillo, L., (2003), "A Primer on Efficiency Measurement for Utilities and Transport Regulators", *World Bank Publications*.
- Cornwell, C., Schmidt, P. y Sickles, R., (1990), "Production Frontiers With Cross-sectional and Time-Series Variation in Efficiency Levels", *Journal of Econometric*, 46, pp. 185-200.
- Demsetz, H., (1973), "Industry Structure, Market Rivalry, and Policy Public Policy", *Journal of Law and Economics*, vol. 16-1, pp. 1-9.
- Díaz-Bautista, A., (2007), "Divergencia Regional en los Niveles de la Productividad Sectorial del Trabajo y la Productividad Total Factorial (PTF) en México", *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 73.
- Díaz, M. y Sánchez, R. (2008). "Firm size and productivity in Spain: A stochastic frontier analysis", *Small Business Economics*, 30, pp. 315-323.
- Fan. S., (1991), "Effects of Technological Change and Institutional Reform on Production Growth in Chinese Agriculture", *American Journal of Agricultural Economics*, 73-2, pp. 266-75.
- Farrell, M. (1957). "The Measurement of Productive Efficiency". *Journal of the Royal Statistical Society*, 120-3, pp. 253-290.
- Fried, H., Lovell, K. y Schmidt, P. eds., (1993), "The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications", New York. *Oxford University Press*.
- Fu, X. y Gong, Y. (200). "International and Intranational Technological Spillover and Productivity Growth in China", *Asian Economic Papers*, 8-2, pp. 1-23.
- Grether, J. (1999). "Determinants of Technological Diffusion in Mexican Manufacturing: A Plant-Level Analysis". *World Development*, 27, pp. 1287-1298.

- Harris, R., (1999), "Productive Efficiency in UK Manufacturing 1974-1994: Estimates for Five Leading Sectors", *Mimeo*, University of Portsmouth.
- Karagiannis, G. y Tzouvelekas, V., (2001), "Self-Duals Stochastic Production Frontiers and Decomposition of Output Growth: The Case of Olive-Growing Farms in Greece", *Agricultural Resources Economic Review*, 30-2, pp. 168-178.
  - Kim, J. (2008). "Regional Convergence and Efficiency in Korea", Applied Economics Letters, 15, pp.57-60
- Kim, S. (2003). "Identifying and Estimating Sources of Technical Inefficiency in Korean Manufacturing Industries", *Contemporary Economic Policy*, 21, 132-144.
- Kodd, D. y Palm, F., (1986), "Wald Criteria for Jointly Testing Equality and Inequality Restrictions." *Econometrica* 54, pp. 1243–1248.
- Kompas, T. y Nhu Che, T., (2004), "Production and Efficiency on Australian Dairy Farms", *International and Development Economics Working Paper*, 04-1, Australian National University.
- Koopmans T. (ed), (1951), "An analysis of Production as an Efficient Combination of Activities. Activity Analysis of Production and Allocation", Cowles Commission for Research in Economics, Monograph no. 13, Wiley, NY.
- Kumbhakar, S., Ghosh, S. y McGuckin, J., (1991), "A generalized Production Frontier Approach for Estimating Determinants of Inefficiency in U.S. Dairy Farms", *Journal of Business and Economic Statistics*, 9, pp.279-286.
- Kumbhakar, S. y Lovell, K., (2000), "Stochastic Frontier Analysis", Cambridge, NY: Cambridge University Press.
- Machin, S. y Van-Reenen, J. (1998), "Technology and Changes in Skill Structure: Evidence from Seven OECD Countries", *Quarterly Journal of Economics*, 113, pp. 1215–1244.
- Margono, H. y Sharma, S. (2006). "Efficiency and Productivity Analyses of Indonesian Manufacturing Industries", *Journal of Asian Economics*, 17-6, pp. 979-995.
- Mayes, D., Harris, C. y Lansbury, M. (1994), "Inefficiency in Industry", Hemel Hampstead, Harvester Wheatsheaf.
- Peltzman, S., (1977), "The Gains and Losses from Industrial Concentration", Journal of Law and Economics, 20-2, pp. 229-263.
- Ryan, D. y Wales, T. (2000). "Imposing Local Concavity in the Translog and Generalized Leontief Cost Functions". *Economic. Letters*, 67, pp. 253–260.
- Shao, B. y Lin, W. (2001). "Measuring the Value of Information Technology in Technical Efficiency with Stochastic Production Frontiers", *Information and Software Technology*, 43, pp. 447-456
  - Schmidt, P., (1985), "Frontier Production Functions: A Survey", Econometric Reviews, 4, pp. 367-374.
- Schmidt, P. y Sickles, R., (1984), "Production Frontiers and Panel Data", *Journal of Business and Economic Statistics*, 2, pp. 367-374.
  - Tirole, J., (1990), "La Teoría de la Organización Industrial", Editorial Ariel, Barcelona.

# TRANSMISIÓN DE PRECIOS DEL JITOMATE SALADETTE EN EL MERCADO DE GUADALAJARA, JALISCO

Imelda Rosana Cih- Dzul<sup>1</sup> José Luis Jaramillo-Villanueva<sup>2</sup> Mario Alberto Tornero-Campante<sup>3</sup> Rita Schwentesius-Rindermann<sup>4</sup> Miguel Angel Martínez Damián<sup>5</sup>

#### Resumen

En esta investigación se utilizó la transmisión de precios como una herramienta económica que permitió evaluar el proceso de integración de mercados así como la implicación en la distribución de los márgenes de comercialización. El objetivo fue cuantificar y caracterizar la transmisión de precios del jitomate en el mercado de Guadalajara a través de los diferentes niveles de precios de forma vertical. Se realizó la prueba de raíz unitaria y la causalidad de Granger. Las variables utilizadas fueron: Precios al productor, al intermediario y al consumidor. Todas las variables resultaron ser estacionarias, por lo que se procedió a estimar el modelo a través de mínimos cuadrados ordinarios. En la prueba de causalidad se evidenció que existe una relación bidireccional del consumidor a la central de abastos y una relación unidireccional consumidor-productor y central de abastos-productor. Se encontró que la transmisión de precios fue asimétrica. Es decir, al sufrir un incremento de precios por cada kilogramo de jitomate en la central de abastos, el incremento que registra el precio al consumidor fue más que proporcional y cuando el precio decrementa en cada unidad el precio al consumidor fue menos que proporcional, lo que se traduce en una distribución desproporcional en la variación de precios en el mercado.

Palabras clave: Transmisión de precios, Cointegración, Jitomate.

### Introducción

El estudio de la dinámica y de los procesos de formación de precios en los mercados agroalimentarios es un tema que ha cobrado mucha atención en la última década, fundamentalmente por los procesos de integración horizontal y vertical de la industria agroalimentaria en un esfuerzo por mejorar la competitividad global. Un aspecto de la dinámica del mercado lo constituye la forma en que los cambios de precio se transmiten entre los diferentes eslabones en la cadena de producción y entre los diferentes agentes participantes. La forma de transmisión simétrica o asimétrica, puede tener implicaciones en la distribución de los márgenes de comercialización final y en aspectos del bienestar de productores y consumidores.

El presente trabajo tiene por objetivo cuantificar y caracterizar la transmisión de precios del jitomate saladette en el mercado de Guadalajara, en diferentes niveles de precios. El enfoque utilizado constituye una forma de análisis del mercado, donde el elemento fundamental lo constituye el incremento de precios a través de la cadena de producción y el análisis de los agentes que participan en el margen de comercialización final; así como su grado de integración en dicho proceso.

De acuerdo a Rapsomanikis et al. (2004), la transmisión vertical de precios permite analizar en qué medida y velocidad, se transmiten los cambios de precios en los diferentes mercados, el efecto social, así como las reformas de política comercial. Menciona que la ausencia de integración de mercados, o de una transferencia completa de las variaciones de los precios de un mercado a otro, tiene consecuencias importantes para el bienestar económico. Una transmisión incompleta debido a políticas comerciales inadecuadas y altos costos de transacción por las infraestructuras deficientes en materia de transporte y comunicaciones entre otras causas, puede traducirse en una reducción de la información que poseen los agentes y consumidores y a su vez puede ocasionar una toma de decisiones ineficientes.

El tema de la transmisión de precios y la simetría, puede ser utilizado como una forma de evaluar el funcionamiento y eficiencia del mercado, Kabia y Gil (2008) mencionan que el concepto de asimetría se asocia

<sup>1</sup> Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. Independencia Nacional 151, Autlán de Navarro, Jalisco, México. C.P. 97800. E-mail: imeldac@cucsur.udg.mx.

<sup>2</sup> Colegio de Postgraduados-Campus Puebla. Email: jjaramil301@yahoo.es.

<sup>3</sup> Colegio de Postgraduados-Campus Puebla. E-mail: mtornero@colpos.mx.

<sup>4</sup> Programa de agricultura sustentable. Universidad Autónoma Chapingo. Email: rschwent@prodigy.net.mx

<sup>5</sup> Colegio de Postgraduados, Montecillos, Texcoco, Edo. de México

tanto a la velocidad como a la magnitud de los diferentes niveles de precios, aunque no necesariamente tiene que hacer referencia a mercados ineficientes, aunque si es claro, que las respuestas rápidas y simétricas de los precios ante shocks inesperados tanto de oferta como de demanda, suelen asociarse con mercados eficientes.

Por su parte, Ming (2006), analiza la asimetría y la relaciona con la identificación de mercados eficientes, ya que tiene un efecto sobre el bienestar e ingreso de los consumidores y productores, este autor realiza un estudio de la transmisión de precios de la carne de res, cerdo y pollo, del productor al consumidor de Canadá a los Estados Unidos. Por su parte, Kinnuncan y Forker (1987), pioneros en realizar estudios de asimetría y transmisión de precios, aplican dicha técnica a través de elasticidades a un estudio de productos lácteos en Estados Unidos, donde concluyen que existe asimetría; los cambios de precios del productor al consumidor se transmiten más rápidamente cuando existe un incremento de precios en comparación con un decremento, lo que ocasiona que se tenga la creencia común de que los consumidores no se beneficien con las reducciones de precios, sin embargo en el caso de la leche, dicho cambio (reducción) se transmite eventualmente.

Chand (1999), analiza el poder de mercado, su objetivo es estimar las variaciones del sector de la carne de res, cerdo y pavo de la industria procesada y evaluar las posibles asimetrías del productor al consumidor, utilizando ecuaciones simultáneas para el entendimiento de la transmisión. Jiménez y García (2007) en España, realizan un estudio de transmisión vertical de precios, incorporando tres niveles de precios: precio de origen (puerto de embarque), precio de mayorista y precios al consumidor final, aplicando la técnica de cointegración para ver la relación de dichos precios y analizan la causalidad en el corto y largo plazo, el cual identifican dos precios fuertes: el precio al mayorista y el precio al consumidor final.

En lo referente a productos agrícolas, se ha realizado investigación de asimetría en cítricos (Pick, 1990) y jitomate en España (Kaabia y Gil, 2008). Los resultados obtenidos en los trabajos anteriores, varían dependiendo del tipo de producto, la frecuencia de datos, el método y técnicas utilizadas, así como la problemática coyuntural propia de cada país o región en estudio.

De lo anterior se concluye que la existencia de asimetría es variable para cada investigación en particular. En este trabajo se pretende cuantificar y caracterizar la transmisión vertical de precios del jitomate saladette en el mercado de Guadalajara, en diferentes niveles de precios. Se parte de la hipótesis, que la transmisión de precios en el mercado regional del jitomate es de carácter asimétrica; es decir, los cambios en los precios al consumidor no se reflejan proporcionalmente en los precios que recibe el mayorista (central de abasto) y el productor. Para comprobar lo postulado anteriormente, se propone inicialmente la técnica econométrica de cointegración.

La relevancia que adquiere el presente trabajo es la identificación de cómo se transmiten los precios de la hortaliza, en cuanto a velocidad, magnitud y sentido del productor al consumidor y viceversa. La información obtenida, puede ser utilizada en aspectos de regulación del mercado y mecanismos de reducción de costos de transacción, enfocada a un mayor bienestar económico tanto a productores como consumidores. Se parte de la hipótesis, que la transmisión de precios en el mercado regional del jitomate es de carácter asimétrica; es decir, los cambios en los precios al consumidor no se reflejan proporcionalmente en los precios que recibe el mayorista (central de abasto) y el productor. Para comprobar lo postulado anteriormente, se propone inicialmente la técnica econométrica de cointegración.

### Mercado del jitomate en la Central de Abasto de Guadalajara

El estado de Jalisco, es uno de los principales productores de jitomate a nivel nacional (SAGARPA, 2008). Existen cinco regiones productoras relevantes: Sayula, La Ciénega, Sierra de Amula, Costa Sur y Zapotlán El Grande. La variedad saladette es la que más se produce en la entidad, del cual el 66% de la producción, es comercializado en la central de abastos de Guadalajara (Ceda). El Ceda es un lugar estratégico para la distribución de la hortaliza, dada la importancia de su ubicación regional por la cercanía a varios estados productores como: Michoacán, Sinaloa y San Luis Potosí. El mercado de Guadalajara, ilustra lo vulnerable que pueden ser los precios, determinado por la oferta y la demanda. La Figura 1, muestra los precios mensuales (\$/kg) al productor, mayorista y consumidor del jitomate en la Ceda en el periodo de enero de 1997 a diciembre de 2008. La serie de precios del productor es más estable que la del mayorista y consumidor. Estas dos últimas, presentan fuertes variaciones y una evidencia visual de trasmisión simétrica.

35 30 25 20 Consumidor 15 mayorista Productor 10 5 0 19

Figura 1. Precio nominal comparativo del jitomate saladette en el mercado de Guadalajara: 1997-2008

98 Fuente: Elaborado con información obtenida a partir de:

97

Consumidor: Índice Nacional de Precios al Consumidor en la ciudad de Guadalajara, Jalisco, Banco de México y publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF),

04

05

06

07

08

Mayorista: Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM),

00

99

01

02

Productor: Sistema de Información Agrícola y de Captura (SIACAP) con productores del estado de Jalisco,

03

En el estado de Jalisco, los pequeños y medianos productores han adoptado una estrategia de comercialización a través de asociaciones con mayoristas, con el fin de reducir riesgos en la venta de su producto (asegurando la recuperación de sus costos de inversión) y también la de obtener financiamiento para el proceso productivo. Cerca del 40% de los productores que solicitan financiamiento, éste se realiza a través de mayoristas, ya sea en especie (insumos agrícolas) o dinero en efectivo. Uno de los principales determinantes del precio, es la estacionalidad de la producción, que a su vez depende de cuestiones climáticas, problemas fitosanitarios y la escasa planificación. En la Figura 2, los precios en la central de abastos muestran una tendencia de crecimiento de hasta un 20%, a partir de julio y diciembre, hasta antes de que inicie en diciembre la producción de Sinaloa, principal estado productor y abastecedor del mercado de Guadalajara. Durante el abastecimiento de Sinaloa, los precios tienden a disminuir en un porcentaje de hasta un 60%.

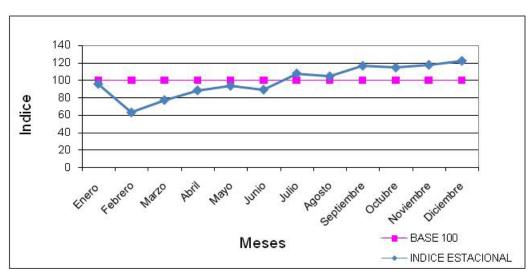


Figura 2. Índice estacional del jitomate saladette en el mercado de Guadalajara

Fuente: Cálculo propio con información del Sistema Nacional de Información de Mercados

## Métodos y técnicas

El enfoque metodológico para el análisis de la transmisión de precios, se fundamentó en la técnica de cointegración. Dicho concepto desde el punto de vista económico puede verse como una relación de equilibrio a largo plazo entre variables de tal modo que dichas variables se puedan desviar de la situación de equilibrio en el corto plazo, pero en el largo plazo retornarán al equilibrio. En lo que respecta a la técnica de cointegración para el estudio y análisis de mercado, se han desarrollado diversas aplicaciones, citando algunos ejemplos: el estudio de velocidad de sustitución de productos separados espacialmente, el análisis de poder de mercado, el análisis de la demanda derivada, el análisis de la transmisión de información sobre los precios por la cadena de la comercialización y el estudio de los márgenes de intermediarios en la cadena (Jiménez y García, 2007).

Como paso previo a la cointegración, se procede a la prueba de raíz unitaria para identificar si la serie de tiempo presenta estacionariedad o no. Dicha estacionariedad es un proceso estocástico que garantiza que el pronóstico tenga el mínimo de error dentro de un conjunto de observaciones, dado que la  $E(e_i)=0$ , es decir, que la esperanza matemática del error en el tiempo sea igual a cero. La importancia de la prueba de raíz unitaria, consiste en identificar entonces si las series cronológicas presentan algún tipo de tendencia, pudiendo ser de dos tipos: estocástica y determinística.

Anchuelo (1993), menciona que la tendencia estocástica hace que la serie permanezca largos períodos de tiempo por encima o por debajo de su valor central, reflejando así la no estacionariedad en medio de la misma. Por ejemplo, una serie con tendencia estocástica podría ser la generada por el proceso  $Y_t = Y_{t-1} + e_t$ , donde  $e_t$ , es una serie no estacionaria, dicho proceso se debe a la presencia de raíz unitaria en su parte autoregresiva. De esta forma, si se diferencía  $Y_t$ , resulta una serie que sería estacionaria y por tanto, podría ser modelada. Con respecto a la tendencia determinística, es una cadencia temporal, lineal o no, que por sus características se podría estimar con más o menos precisión. Maddala (1996), describe algunas técnicas para evaluar la presencia de raíz unitaria, citando por ejemplo el test de Dicky-Fuller, Dicky-Fuller aumentado y la prueba de Perrón.

Para la aplicación de la metodología de cointegración, es una condicionante que las variables en estudio sean no estacionarias. Ello implica que antes de estimar una ecuación de cointegación, es necesario averiguar el nivel de estacionariedad de las series. De acuerdo a Duttoit et al. (2009), la Figura 3 representa el proceso entre dos variables A y B. De acuerdo al resultado existen tres posibles opciones: (i) ambas A y B son estacionarias, por lo que la metodología de cointegración es inapropiada y lo mejor es aplicar métodos en niveles, (ii) A es estacionaria pero B no lo es, lo que significa que las dos variables no tienen el mismo nivel de estacionariedad, por tanto, no se puede analizar la transmisión de precios con ninguna metodología, (iii) ambas A y B son no estacionarias y los métodos de cointegración son los óptimos para el análisis.

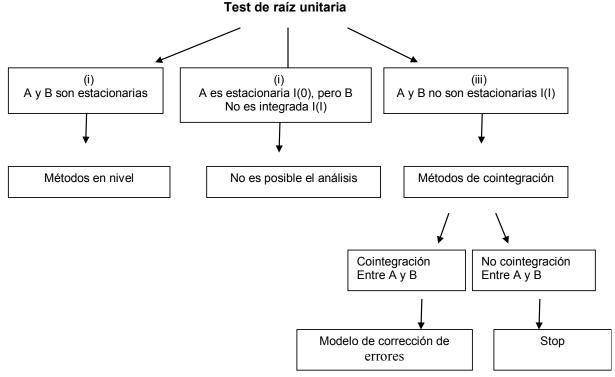


Figura 3. Test para determinar la presencia de raíz unitaria

En el estudio se utilizaron series de datos temporales de precios: el precio recibido por el productor, el precio pagado por el mercado mayorista y el precio pagado por el consumidor. A partir de esos tres niveles de precios se formuló el modelo empírico. Se trabajó con precios reales mensuales, indizados con base en el año 2002. El precio al mayorista fue el precio por kilogramo de jitomate saladette pagado por la central de abasto de Guadalajara y publicado por el Sistema Nacional de Información de Mercados (SNIIM). El precio al productor es un Precio Promedio Rural de los Distritos de Desarrollo Rural de la Secretaría de Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA) a nivel estatal, pagado al productor y publicado por la SAGARPA. El precio al consumidor, es retomado del Índice Nacional del Precio al Consumidor de acuerdo al Banco de México y publicado en el Diario Oficial de la Federación. El costo de transporte, se calcula de acuerdo al kilómetro correspondiente a cada municipio o región, considerando el costo promedio de diesel y su rendimiento (1.5 litros de diesel por kilómetro recorrido) para carga de 5 ejes; para ello se utilizó información de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT) así como de la Secretaría de Energía (SENER).

### Modelo empírico del jitomate saladette

El análisis de transmisión de precios de este estudio utilizó como marco referencial, el trabajo propuesto por Lass (2005), acerca de la respuesta asimétrica de los precios de leche al consumidor final en el noreste de Estados Unidos. Un trabajo anterior similar a dicha investigación fue el de Kinnuncan and Forker (1987) relacionado a productos lácteos.

En nuestro modelo propuesto, los precios al productor y a la central de abasto son separados en incrementos y decrementos para poder medir y diferenciar el impacto de cada uno de ellos con respecto al consumidor. Se incluyó a la variable mayorista y los modelos se plantearon para cada una de las regiones en estudio.

Los modelos se presentan de la siguiente manera:

### a) Transmisión de precios del productor al consumidor final

$$\begin{aligned} \textit{Cons}_t &= \delta_0 \; t + \sum_{i=0}^1 \pi^I \; \textit{increm prod}_{t-i} + \sum_{i=0}^1 \pi^D \; \textit{decrem prod}_{t-i} \\ &+ \sum_{i=0}^1 \beta \; \textit{Costos transporte}_i \; \; + \; \varepsilon_i \end{aligned}$$

Donde Cons, son los cambios acumulados del precio del consumidor y t es una variable de tiempo

$$Increm \, prod_t = \sum_{i=0}^{1} Max \, (\Delta \, productor_{t-i}, 0)$$

Precios acumulados al productor de un periodo a otro durante el periodo t,

$$\Delta Productor_t = Productor_t - Productor_{t-1}$$

Y los decrementos al productor

$$Decrem \ prod = \sum_{i=0}^{1} Min(\Delta \ productor_{t-1}, 0)$$

## b) Transmisión de precios de la central de abastos (Ceda) al consumidor final

$$\begin{aligned} \textit{Cons}_t \ = \ \delta_0 \ t + \sum_{i=0}^1 \pi^I \ \textit{Increm Ceda}_{t-i} \ + \sum_{i=0}^1 \pi^D \ \textit{Decrem Ceda}_{t-i} \\ + \sum_{i=0}^n \beta \ \textit{Costos transporte}_i \ + \ \varepsilon_i \end{aligned}$$

Increm 
$$ceda_t = \sum_{i=0}^{\infty} Max \left( \Delta \ Ceda_{t-i} \right), 0$$

Precios acumulados de la central de abasto de un periodo a otro durante el periodo t:

$$\Delta ceda_t = Ceda_t - Ceda_{t-1}$$

Y los decrementos a la Central de abastos de Guadalajara

Decrem Ceda = 
$$\sum_{i=1}^{1} Min (\Delta Ceda_{t-i}, 0)$$

El período de retraso, fue de un solo mes, debido a que el jitomate es un producto perecedero y se comercializa en fresco, sin necesidad de almacenar. Para ambos modelos, se incorpora la variable costos de transporte correspondiente para cada región de estudio.

Para determinar en este estudio si existe precio de asimetría en los precios de jitomate en el mercado de Guadalajara, con respecto a los incrementos y decrementos del precio al productor y de la central de abastos, se procedió a plantear la siguiente hipótesis:

$$Ho: \pi_i^I = \pi_i^D; \quad vs \quad Ha: \pi_i^I \neq \pi_i^D;$$

con retrasos i= 0,1

$$Ho: \sum_{i=0}^{1} \pi^{I} incrementos = \sum_{i=0}^{1} \pi^{D} decrementos$$

VS

$$Ha: \sum_{i=0}^{1} \pi^{I} incrementos \neq \sum_{i=0}^{1} \pi^{D} decrementos$$

Como paso inicial al planteamiento de los modelos, se procedió a la evaluación de la presencia de la raíz unitaria. Enders (1995), describe la metodología de Dickey y Fuller (1979) considerando tres diferentes regresiones.

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

La diferencia entre las tres regresiones se debe a la presencia de los elementos determinístos: intercepto (drift) y una línea de tendencia (T). La primera es un modelo que adiciona intercepto y un término de tendencia. La segunda añade un intercepto o término de deriva, drift y la tercera es un modelo puramente aleatorio (caminata aleatoria).

Se prueba para el caso de que r sea igual a 1: (r = 1), (unity, de aquí la expresión raíz unitaria). El parámetro de interés en todas las ecuaciones de regresión es  $\delta$ ; si  $\delta = 1$ , la serie contiene una raíz unitaria. Una versión simple de la prueba consiste en estimar una (o más) de las ecuaciones antes indicadas mediante el método de los Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) con el fin de obtener el valor estimado de  $\delta$  y su correspondiente error estándar asociado. Comparando el estadístico resultante T (a diferentes niveles de significancia) con el valor apropiado reportado en las tablas Dickey-Fuller, permite determinar si se rechaza o no la hipótesis nula,  $\delta$ =0.

La prueba aumentada de Dickey-Fuller (DFA) es una versión de la prueba de Dickey-Fuller para modelos de series de tiempo mucho más grandes y complicados. La DFA es un número negativo. Mientras más negativo sea el estadístico de DFA (con respecto a los valores críticos) más fuerte será el rechazo de la hipótesis nula sobre la existencia de una raíz unitaria o no estacionariedad. La ecuación de regresión DFA, se basa en las regresiones presentadas anteriormente, pero aumentándolas con términos de retardos de la variable

$$\triangle Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \alpha \sum \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t$$

Se sugiere este estadístico, cuando la prueba Dickey-Fuller no pueda corregir la correlación serial en los residuos. El propósito de los retardos  $\alpha \sum \Delta Y_{t-i}$  es asegurar que los residuos sean ruido blanco.

### Prueba de raíz unitaria

Como primer apartado, se procedió a la prueba de raíz unitaria, analizada a través de la metodología propuesta por Dickey y Fuller (1979). Se utilizaron tres regresiones para cada una de las variables en estudio: consumidor, ceda y productor (Cuadro 1).

De acuerdo con los resultados obtenidos, lo que interesa saber es si las series de tiempo son estacionarias o no; para ello se procede a comparar los valores del estadístico y se aprecia que para la variable consumidor sólo con intercepto y tendencia a un nivel de confianza de 90, 95 y 99% de confianza, dicha variable resultó significativa, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que la serie de tiempo es estacionaria. El modelo aleatorio

(ninguno) resultó no significativo para los niveles de confianza antes mencionados por lo que resulta una serie de tiempo No estacionaria. En lo que respecta a la variable Ceda y Productor, la serie de tiempo tuvo un comportamiento similar, es decir al comparar los estadísticos, éstos resultaron significativos para un nivel de confianza de 90, 95 y 99%, en el modelo sólo en intercepto y con intercepto y tendencia, resultando ser Estacionarios, y en el modelo aleatorio (ninguno) resultaron no significativos, por lo que se consideraron No estacionarios para ese modelo. De acuerdo al resultado anterior, se considera a nuestras series de tiempo como estacionarias.

Cuadro 1. Contraste de raíz unitaria en niveles

Variable	Estadístico	Valoi	crítico de l	DFA/1	Durbin	Estadístico	Conclusión	D (0			
Precio	DFA	al 1%	al 5%	al 10%	Watson	(δY <sub>t-1</sub> )	(serie de tiempo)	Rezago/2			
	CONSUMIDOR										
Intercepto y tendencia*	-7,497	-4,025	-3,442	-3,145	2,055	Significativo	Estacionaria	1° rezago			
Intercepto**	-7,518	-3,477	-2,882	-2,577	2,055	Significativo	Estacionaria	1° rezago			
Ninguno ***	-0,421	-2,580	-1,942	-1,612	2,014	No significativo	No estacionaria	8° rezago			
				CEDA	1						
Intercepto y tendencia*	-5,052	-4,027	-3,443	-3,146	1,971	Significativo	Estacionaria	7° rezago			
Intercepto**	-6,560	-3,478	-2,882	-2,578	2,001	Significativo	Estacionaria	3° rezago			
Ninguno ***	-0,583	-2,581	-1,942	-1,616	2,006	No significativo	No estacionaria	8° rezago			
				PRODUC	T0R						
Intercepto y tendencia*	-4,576	-4,025	-3,442	-3,145	1,996	Significativo	Estacionaria	1° rezago			
Intercepto**	-4,614	-3,477	-2,882	-2,577	1,997	Significativo	Estacionaria	1° rezago			
Ninguno ***	-0,782	-2,580	-1,942	-1,617	2,016	No significativo	No estacionaria	3° rezago			

Las hipótesis que se plantean son las siguientes:

Ho: La serie de tiempo es no estacionaria, donde  $\delta \neq 0$ , la Cov.  $\epsilon i \epsilon j \neq 0$  y la Me  $\epsilon i \neq 0$ 

Vs

Ha: La serie de tiempo es estacionaria, donde  $\delta = 0$ , la Cov.  $\varepsilon i \varepsilon j = 0$  y la Me  $\varepsilon i = 0$ 

Con estos resultados se concluyó que las series de tiempo son estacionarias, el procedimiento de cointegración no fue posible Duttoit (2009), por lo que se procede a estimar los modelos a través de Mínimos Cuadrados Ordinarios.

### Prueba de causalidad de Granger

Como una técnica previa a la estimación de los modelos, se procedió a estimar la prueba de causalidad, obteniendo los siguientes resultados (Cuadro 2).

Cuadro 2. Prueba de causalidad de Granger \*

Hipótesis nula	Observaciones	Estadístico F	Probabilidad
Consumidor No existe causa a Ceda	131	219.492	7.0E-06**
Ceda No existe causa a Consumidor	131	656.529	3.7E-13**
Productor Si existe causa a Ceda	131	242.608	0.12180
Ceda No existe causa a Productor	131	248.589	2.0E-06**

Productor no existe causa a Consumidor	131	0.54483	0.46175
Consumidor no existe causa a Productor	131	162.392	9.5E-05**

\*Resultado obtenido con el paquete estadístico E-views, con un sólo rezago \*\* Significativo al 0.05

El resultado del contraste de causalidad de Granger proporcionó información acerca de la relación dinámica entre las variables en estudio. En cada caso, apareció el valor del estadístico F con su correspondiente probabilidad. El resultado de los contrastes indicó que se rechaza la hipótesis de precios del consumidor respecto a la central de abastos (mayoristas) y viceversa, lo que indica que sí existe una relación lineal causal bidireccional. Al mismo nivel de significancia del 5% los valores de F no son significativos, por lo que no se rechaza la hipótesis de que no existe una relación de causalidad de Granger de precios al productor con respecto a los precios mayoristas central de abastos y a los precios del consumidor. Sin embargo, en la relación inversa, considerando el valor del estadístico F y su significancia, se concluyó que sí existe una relación causal unidireccional de los precios de la Central de abastos a los precios del productor, así como de los precios del consumidor final al productor. Las relaciones anteriores son explicadas en función de los datos del mes anterior. Se evidenció con la técnica de causalidad, que las variaciones de precios al productor no tienen un impacto significativo en los precios al consumidor así como a los precios al mayorista.

Considerando el resultado de la prueba de Causalidad de Granger, donde se constató que los precios al productor no tienen un efecto causal sobre los precios al consumidor ni al mayorista. Se procedió a estimar las variaciones del precio al consumidor únicamente en función de los incrementos y decrementos de la Central de abastos (Ceda) y de los costos de transporte para cada región a través de Mínimos Cuadrados Ordinarios

$$\mathit{Cons}_t = \delta_0 \ t + \sum_{i=0}^1 \pi^I \ \mathit{Increm Ceda}_{t-i} + \sum_{i=0}^1 \pi^D \ \mathit{Decrem Ceda}_{t-i} \ + \sum_{i=0}^n \beta \ \mathit{Costos transporte}_i + \varepsilon_i$$

Se estimaron cinco modelos en total; uno para cada región productora, como se aprecia en el Cuadro 3.

De acuerdo a los modelos estimados y cumpliendo con los supuestos básicos que establece la regresión lineal múltiple se obtuvieron los siguientes resultados: el primer modelo correspondiente a la región Sierra de Amula, puede interpretarse de la siguiente manera, al incrementarse en una unidad la variable independiente incrementoceda (mayorista), la variable dependiente consumidor se incrementa en 1.013 unidades, por otra parte, si se incrementa en una unidad la variable independiente decrementoceda, la variable consumidor disminuye en 0.961 unidades y al incrementarse en una unidad los costos de transporte, la variable consumidor disminuye en 0.009521unidades. Puede apreciarse que los resultados para los consiguientes modelos 2, 3, 4, y 5, el valor de los coeficientes estimados es similar y prácticamente no existen diferencias significativas.

Cuadro 3. Estimación del modelo de jitomate para el mercado de Guadalajara, Jalisco

Modelo	Variable	Coeficiente	Probabilidad de T	Probabilidad de F	R. Cuadrada	D. Watson	R. Cuadrada Corregida/1	D. Watson Corregido/1
1	Incrementoceda	1.013.224	0.0000	0.000004	0.1935	1.057708	0.4527	1.5454
	Decremtoceda	-0.961217	0.0000					
	Costos Sierra de Amula	-0.009521	0.3813					
2	Incrementoceda	1.013.222	0.0000	0.000004	0.1935	1.057708	0.4527	1.5454
	Decrementoceda	-0.961215	0.0000					
	Costos Costa Sur	-0.008223	0.3813					
3	Incrementoceda	1.013.225	0.0000	0.00004	0.19357	1.057709	0.4527	1.5454
	Decrementoceda	-0.961206	0.0000					
	Costos Sayula	-0.016154	0.3813					
4	Incrementoceda	1.013.216	0.0000	0.00004	0.1935	1.057707	0.4527	1.5454
	Decrementoceda	-0.961208	0.0000					
	Costos Cd.Guzmán	-0.014832	0.3812					
5	Incrementoceda	1.013.222	0.0000	0.00004	0.193577	1.057708	0.4527	1.5454
	Decrementoceda	-0.961209	0.0000					
	Costos Ciénega	-0.016010	0.3813					

 <sup>1/</sup> Para la corrección de autocorrelación serial, se utilizó el método de Cochrane-Orcutt
 \* La estimación del modelo se realizó con el paquete econométrico E-views

En términos generales, los cinco modelos son significativos a un nivel de significancia de 5%, de acuerdo a la prueba de F. Por otra parte, no existe una diferencia estadística significativa en los coeficientes de determinación R² en cada uno de los modelos, lo cual significa que el comportamiento estadístico es homogéneo y por lo tanto, no existen grandes variaciones y el precio del consumidor es explicado en 45% por las variables independientes incluidas en el modelo. A lo anterior cabe señalar que en relación a la prueba T y a un nivel de significancia del 5%, la variable incrementoceda y decrementoceda son significativas, sin embargo se rechaza la hipótesis de significancia para la variable costos de transporte, donde la probabilidad que presenta en cada uno de los modelos es de 0.3813 respectivamente.

En el Cuadro 3 en lo que se refiere a la variable costos de transporte, aparece con un valor y signo similar en todos los modelos, lo que podría interpretarse como un costo fijo ya que no se distingue la región productora y abastecedora de jitomate, es decir, el lugar de donde se envía no es relevante.

En respuesta a la hipótesis planteada en la parte inicial de nuestro trabajo, se observa que los resultados obtenidos son de carácter asimétrico ya que los incrementos de precios que manifiesta la central de abasto, no se refleja en los precios que recibe el consumidor final. Es decir, al sufrir el incremento de un peso por un kilogramo de jitomate en la central de abasto, el precio que recibe el consumidores es más que proporcional y cuando el precio decrementa en una unidad, el precio al consumidor es menos que proporcional.

### **Conclusiones**

En la prueba de raíz unitaria se obtuvo que las tres variables consumidor, central de abasto y productor en el modelo de las regresiones sólo con intercepto, intercepto y tendencia a un nivel de confianza de 90, 95 y 99% de confianza, resultaron significativas, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que las series de tiempo son estacionarias. No fue necesario aplicar la técnica de cointegración y fue suficiente la estimación del modelo con el procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios. En la prueba de causalidad, se evidenció que existe una relación bidireccional del consumidor-central de abasto y una relación direccional consumidor-productor y central de abasto-productor. De la misma forma, se encontró que no existe una relación causal productor-consumidor y productor-central de abasto, es decir, que las variaciones de precios al productor no tienen un impacto significativo en los precios al consumidor así como a los precios al mayorista. Los resultados obtenidos dieron pauta para la

propuesta de un nuevo modelo. Se plantearon finalmente cinco modelos, una para cada zona respectivamente con la finalidad de dar respuesta a nuestra hipótesis planteada al inicio de nuestro trabajo. Se encontró que existe una respuesta asimétrica en los resultados obtenidos, debido a que los incrementos de precios que presentan las centrales de abasto, no se refleja en los precios que recibe el consumidor final.

Se concluyó entonces que la transmisión de precios es asimétrica ya que los *incrementos* del precio del jitomate del mayorista al consumidor se transmiten totalmente y los *decrementos* no. En lo que respecta a la variable costos de transporte resultó ser una variable no significativa de acuerdo a un nivel de confianza del 5%, para los cinco modelos estimados, por lo que se estima que es una variable no importante.

El mercado del jitomate en Guadalajara es importante desde el punto de vista social y económico. La transmisión de precios es un tema de gran relevancia y una herramienta de análisis para estudios de precios de mercado. Así mismo, puede servir de referencia para que el gobierno analice en qué medida puede intervenir en el mercado.

La técnica de cointegración, ha resultado ser una herramienta útil para el análisis de algunos estudios, el caso de Lass (2005), Kinnuncan y Forker (1987), Kaabia y Gil (2008), Wang (2006), Chand (1999), Pick (1990) y Cruz y Ameneiro (2007), aplicado en diferentes países y productos. Sin embargo, para el caso de jitomate en el mercado de Guadalajara, esta técnica resultó no necesaria, por las características propias de las series de datos.

## Referencia bibliográfica

Chand, S. "Investigating market power and assymetries in the retail To farm- To retail Price transmission effects". Tesis doctoral. Ohio State University, Estados Unidos de America. 1999. 101 p.

Cruz, F. y Ameneiro, M. "Transmisión vertical de precios en el mercado nacional de los productos pesqueros frescos". *Economía Aplicada*. 2007. Vol. 15 (44). 85-107.

Diario Oficial de la Federación. "Índice Nacional de Precios al consumidor". Varios años: Enero 1997-Diciembre 2008

Duttoit et al. "Transmisión de precios para los mercados del maíz y arroz en América Latina". *Documento de trabajo. CEPAL- FRANCE COOPERATION.* 2009. 98 p.

<u>http://works.bepress.com/cgi/viewcontent.cgi?article=1005&context=laure\_dutoit.pdf</u> (revisado en octubre de 2009).

- Enders, W.. "Applied Econometric Time Series". 2a. ed. Wiley Series Probability and Statistics University of Alabama. Wiley Ed. U.S.A. 1997. 452 p.
- Escobal, D. J. "Integración espacial de los mercados agrícolas en Perú". *Grupo de Análisis para el Desarrollo (GRADE)*, Lima, Perú. Reporte técnico. 2003. 60 p.
- García, M., R.; García, S., J. y García S., R.. "Teoría del mercado de productos agrícolas". *Colegio de Postgraduados. Instituto de Socioeconomía, Estadística e Informática.* Programa de postgrado en Economía. México. 2003. 382 p.
- Kabia, B. y Gil, R. "Asimetrías en la transmisión de precios en el sector del jitomate en España". *Economía Agraria y Recursos naturales*. 2008. Vol. 8 (1), 57-82.
- Kinnuncan, H. and Forker, O. "Asimetry in farm retail prices for major dairy product." *American Journal of Agriculture Economics*. 1987. vol. 69, 285-292.
  - Lass, D. Agribussines. 2005. Vol. 21 (4). Willey Periodicals, Inc. http://www.interscience.wiley.com
  - Maddala, G. 1996. Introducción a la Econometría. 2a. ed. Prentice Hall. 701 p.
- Mata, H.L. . "<u>Nociones Elementales de Cointegración: Procedimiento de Engle\_Granger</u>". *Material de Enseñanza no Publicado*. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Universidad de los Andes. Mérida. 2004. 62 p.

Ming, T. "Asymmetry in farm to retail price transmission: evidence from Canadá and the USA". Thesis for degree of master of sciencie. Agriculture and Resource Economics. University of Delaware. 2006. 79 p.

OEIDRUS. Márgenes de comercialización. http://www.oeidrus-jalisco.gob.mx (revisado en mayo 2009).

Pick, D. et al. "Price asymmetry and marketing margin behavior: An example for California-Arizona Cities". *Agribussines*. 1990. Vol. 6(1). 75-84.

SAGARPA. "Estadísticas agrícolas en México". <a href="http://www.siap.sagarpa.gob.mx">http://www.siap.sagarpa.gob.mx</a> (revisado el 7 de marzo de 2009)

Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados. "Precios de hortalizas". <a href="http://www.sniim.gob.mx/2010/frutas.asp">http://www.sniim.gob.mx/2010/frutas.asp</a> (revisado en enero 2009).

Rapsomanikis et al. "Integración de mercados y transmisión de precios en determinados mercados de productos alimentarios y comerciales en países de desarrollo: Examen y aplicaciones". Departamento económico y social. Depósito de documentos de la FAO. 2004. <a href="http://www.fao.org/DOCREP/007/Y51178/y5117s06.htm">http://www.fao.org/DOCREP/007/Y51178/y5117s06.htm</a> (revisado en noviembre 2008).

Varian, H. R. "Microeconomía intermedia: Un enfoque actual". 2006.

Wang, X. "Price transmission asymmetries in USA Dair Products. Tesis of degree of master of sciencie. University of Delaware". Estados Unidos de America. 2006. 78 p.

## APLICACIÓN DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS AL SECTOR AGROPECUARIO DE MÉXICO

Osvaldo U. Becerril Torres<sup>1</sup> Gabriela Rodríguez Licea<sup>2</sup> Javier Jesús Ramírez Hernández<sup>3</sup>

#### Resumen

Esta investigación tiene como objetivo contribuir al entendimiento de la manera en que se realiza el uso de los factores productivos privados y determinar la eficiencia técnica del sector agropecuario de México a través de la metodología de Análisis Envolvente de Datos (Data Envelopment Analysis, DEA). Los resultados muestran, en primer lugar, que los Estados de Aguascalientes y Nuevo León son los que determinan la frontera de producción eficiente y son ocho los que operan eficientemente bajo rendimientos variables a escala y 24 operan en el segmento de rendimientos decrecientes a escala. Así mismo, la eficiencia promedio de las entidades federativas es de 0.49, por lo que existe la posibilidad de mejorar el output en aproximadamente un 50% haciendo mejor uso del capital y el empleo.

**Palabras clave**: Data Envelopment Analysis, eficiencia técnica, rendimientos variables a escala, rendimientos constantes a escala.

**JEL:** C14, D24, O15, O47

### Abstract

This research aims to contribute to the understanding of how they made use of private production factors and determine the technical efficiency of agricultural sector in Mexico through the methodology of Data Envelopment Analysis, DEA. The results show, first, that the states of Aguascalientes and Nuevo León are the ones that determine the efficient production frontier and are eight operating efficiently under variable returns to scale and 24 operate in the segment of decreasing returns to scale. Likewise, the average efficiency of the states is 0.49, so it is possible to improve output by approximately 50%, making better use of capital and employment.

**Keywords:** Data Envelopment Analysis, technical efficiency, variable returns to scale, constant returns to scale.

JEL: C14, D24, O15, O47

### Introducción

En el año 2008, la economía mexicana fue reflejó de un conjunto de sucesos que acontecieron en el entorno externo, motivado por un fuerte deterioro de los mercados financieros internacionales, cuyo efecto sobre la tasa de crecimiento de la economía global fue una reducción importante. El crecimiento del Producto Interno Bruto, PIB, de los Estados Unidos resultó muy inferior al observado en el año anterior.

En el ámbito nacional, algunos de los principales aspectos que caracterizaron el desempeño de la actividad económica en 2008 fueron los siguientes: Respecto a la formación bruta de capital fijo, esta presentó un comportamiento heterogéneo a lo largo del año. Creciente en la primera mitad, en tanto que la inversión mantuvo la tendencia creciente que había registrado desde cuatro años atrás, sin embargo, a partir del tercer trimestre del año se observó una tendencia negativa.

En México, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI, en 2008, el PIB creció 1.3 por ciento anual a precios constantes y la formación bruta de capital fijo a precios constantes creció 4.9 por ciento anual mostrando una desaceleración. El debilitamiento de la actividad económica en 2008 se reflejó en una menor demanda de trabajo, particularmente en el sector formal de la economía, así como en una tendencia al alza de la tasa de desocupación a nivel nacional (Banco de México, (2009)).

Ante este escenario, resulta de gran relevancia conocer cómo se lleva a cabo la combinación de los factores productivos en sector agropecuario de las entidades federativas del país a partir de la obtención de un indicador

<sup>1</sup> Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Economía, Cerro de Coatepec s/n, Ciudad Universitaria, Toluca, Estado de México. C.P. 50120. Teléfono: 01 722 213 1374. Correo electrónico: <u>obecerrilt@uaemex.mx</u>

<sup>2</sup> Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Economía, Cerro de Coatepec s/n, Ciudad Universitaria, Toluca, Estado de México. C.P. 50120. Teléfono: 01 722 213 1374. Correo electrónico: grl1972@colpos.mx

<sup>3</sup> Universidad Autónoma del Estado de México. Centro Universitario UAEM Tenancingo, Tenancingo, Estado de México. C.P. 52400. Teléfono: 01 714 14407724. Correo electrónico: jiramirezh@uaemex.mx

de eficiencia técnica, e identificar el nivel del mismo en los Estados del país. Para ello, se hace uso de técnicas no paramétricas para la determinación de la eficiencia técnica agropecuaria, partiendo de manera inicial con la revisión de la literatura mas destacada sobre este tema. De ello, la literatura tradicional sobre los determinantes de la producción no tiene en consideración la posible existencia de ineficiencia en el uso de los factores productivos, o bien ha utilizado funciones de producción medias, en donde se asume que todas las unidades productivas funcionan de manera eficiente alcanzando la frontera de producción potencial; sin embargo recientemente se reconoce que existen brechas entre la eficiencia técnica potencial y la observada en la realidad empírica, derivadas de que no se están realizando las mejores prácticas en el proceso productivo.

Es así como surge una línea de investigación que plantea modelos basados en las técnicas de frontera no paramétrica, que permiten identificar el uso ineficiente de los factores productivos y realizar estimaciones bajo estas condiciones. La evidencia empírica en la que se hace uso de este tipo de cálculos *frontera* permite observar la existencia de ineficiencias en el uso de los factores productivos privados (Gumbau y Maudos (1996), Beeson y Husted (1989). Entre los trabajos que se basan en técnicas no paramétricas están los realizados por Maudos, *et al.* (1998, 1999) y Salinas, *et al.* (2001), quienes analizan las regiones españolas. Por su parte, Domazlicky y Weber (1997) y Boisso *et al.* (2000) se centran en la economía estadounidense, mientras que Lynde y Richmond (1999) analizan el Reino Unido. Así mismo, Peñaloza (2006) aplica la metodología al sistema de salud en Colombia. Por su parte, Lucía, *et al.* (2007) analiza las universidades públicas en Argentina y Mahallati & Hosseinzadek (2010) proponen un método de redes de análisis envolvente de datos para estimar la eficiencia en universidades.

En México son pocos los trabajos que incorporan el cálculo de la eficiencia técnica en la producción mediante técnicas no paramétricas, entre los que se identifican el de Sigler (2004), quien analiza la eficiencia en la producción de investigación económica en la Ciudad de México; Nérvaez et al. (2007) y Salinas, et al. (2009) aplican su análisis al ámbito de la sanidad; Villarreal y Cabrera (2007) proponen diferentes esquemas para hacer más eficiente el uso del DEA para resolver problemas de optimización de criterios múltiples y, Navarro y Torres (2006) lo aplican a la industria eléctrica de México. En el ámbito de análisis de la eficiencia técnica, esta metodología ha sido aplicada por Álvarez et al. (2008) para la determinación de la frontera tecnológica de las entidades federativas de México, también por Ablanedo-Rosas & Gemoets (2010) a los aeropuertos de México y Griffin & Woodward (2011) al ámbito pesquero. Sin embargo, no se identifican estudios para este país que contribuyan a tener un mejor entendimiento en el ámbito agropecuario. Por ello, el objetivo de esta investigación es determinar la eficiencia técnica del sector agropecuario de las entidades federativas del país y determinar cuales de ellas están realizando las mejores prácticas en sus procesos productivos.

Para la consecución de dicho objetivo, el estudio se estructura de la siguiente manera: en el apartado dos se desarrolla la metodología empleada. En el tres se exponen las bases de datos utilizadas y fuentes de información empleadas. En el apartado cuatro se presentan los resultados obtenidos. Por último, se presentan las principales conclusiones.

### 2. Metodología

El cálculo de la ineficiencia ha supuesto la principal motivación en el estudio de las fronteras de producción. Desde esta perspectiva, existen dos enfoques en la construcción de fronteras: el basado en las técnicas de programación matemática, y el que se fundamenta en las herramientas econométricas. La principal ventaja del primero de ellos o aproximación "Data Envelopment Analysis" (DEA) radica en que no necesita imponer una forma funcional explícita sobre los datos.

Desde el punto de vista no-paramétrico se implementan empíricamente las medidas de eficiencia desarrolladas por Farrell (1957) usando métodos de programación lineal, denominados Análisis Envolvente de Datos (DEA<sup>4</sup> por sus siglas en inglés). Farrell propuso que la eficiencia de una unidad de decisión (DMU<sup>5</sup>) se constituye de dos componentes: "eficiencia técnica", que refleja la habilidad para obtener el máximo *output* para un conjunto dado de *inputs*, y la "eficiencia en precios", que refleja la habilidad para usar los *inputs* en las proporciones óptimas, dados sus respectivos precios. Este análisis centra la atención en las medidas de eficiencia técnica *output*-orientadas, que responden a la pregunta acerca de cuánto se puede expandir el *output* sin alterar la cantidad de *inputs* necesaria<sup>6</sup>.

<sup>4</sup> DEA proviene del inglés: Data Envelopment Analysis.

<sup>5</sup> DMU hace referencia a "Decision Making Unit", que es un término más amplio que el de firma.

<sup>6</sup> Equivalentemente, las medidas de eficiencia input-orientadas mantienen el nivel de output constante, permitiendo calcular en qué medida es posible reducir la cantidad de inputs.

El modelo DEA sobre el que se efectúa el cálculo de la eficiencia técnica y de escala es el desarrollado en Seiford & Thrall  $(1990)^7$ . El propósito de estos modelos radica en construir una frontera de posibilidades de producción no-paramétrica, que envuelva los datos. Así, considérense N unidades de decisión en donde cada DMU consume cantidades de M *inputs* para producir S *outputs*. Específicamente, la DMU<sub>j</sub> consume  $X_{ji}$  del *input* i y produce  $Y_{jr}$  del *output* r. Se asume que  $X_{ji} \ge 0$  y  $Y_{jr} \ge 0$ . Asimismo, X e Y son matrices de tamaño MxN y SxN, que contienen la totalidad de *inputs* y *outputs* correspondientes a las N DMU's consideradas (en este estudio, la j-ésima DMU hace referencia al j-ésimo Estado del país; con j=1, 2,...,31). Para una DMU su *ratio input/output* proporciona una medida de eficiencia. En programación matemática este *ratio*, que se minimiza, constituye la función objetivo de la DMU analizada. Por su parte, la incorporación de restricciones normalizadas refleja la condición de que el *ratio input/output* de cada DMU debe ser superior a la unidad, de manera que la frontera calculada envuelva a las distintas combinaciones *input-output* correspondientes a la totalidad de DMU's consideradas. Por tanto, el programa matemático para el *ratio* de eficiencia será:

$$\begin{aligned} & \text{Min } \mathbf{v}^{\mathsf{T}} \mathbf{x}_0 / \mathbf{u}^{\mathsf{T}} \mathbf{y}_0 \\ & \mathbf{u}, \mathbf{v} \\ & \text{s.a. } \mathbf{v}^{\mathsf{T}} \mathbf{x}_j / \mathbf{u}^{\mathsf{T}} \mathbf{y}_j \geq 1 \\ & \mathbf{u} \geq 0 \\ & \mathbf{v} \geq 0 \end{aligned} \qquad \qquad \mathbf{j} = 1, 2, ..., N$$

donde las variables son u y v, vectores de tamaño Sx1 y Mx1, respectivamente. De esta forma, se calculan los pesos óptimos u\* y v\*, asociados a los *outputs* e *inputs*.

Sin embargo, este último problema proporciona infinitas soluciones, para lo cual se incorpora la restricción  $\mu^T y_0 = 1$ , que lleva a obtener m y n como resultado de la transformación:

$$\begin{aligned} & \text{Min } \quad \boldsymbol{\nu}^T \boldsymbol{x}_0 \\ & \text{m,} \boldsymbol{\nu} \\ & \text{s.a. } \boldsymbol{\mu}^T \boldsymbol{y}_0 = 1 \\ & \boldsymbol{\nu}^T \boldsymbol{X} - \boldsymbol{\mu}^T \boldsymbol{Y} \geq 0 \\ & \boldsymbol{\mu}^T \geq 0 \\ & \boldsymbol{\nu}^T \geq 0 \end{aligned}$$

Cuyo problema dual es:

$$\begin{array}{ccc} \text{Max } \phi & & & \\ \phi, \lambda & & & \\ & s.a. & Xl \leq x_0 & \\ & \phi y_0 - Yl \leq 0 & \\ & l \geq 0 & & \end{array} \tag{2.1.}$$

donde  $\phi$  es un escalar y l es un vector Nx1.

El proceso se repite para cada DMU<sub>j</sub>, introduciendo en el problema anterior  $(x_0,y_0)=(x_j,y_j)$ . Una DMU es ineficiente si  $\phi^*<1$  y eficiente si  $\phi^*=1$ . Por tanto, todas las DMU eficientes se sitúan en la frontera de posibilidades de producción. Sin embargo, una DMU puede situarse en la frontera  $(\phi^*=1)$  y ser ineficiente. Las restricciones impuestas conducen a la eficiencia en el punto  $(x_0,y_0)$  para un l\* óptimo cuando éstas se cumplen con igualdad, es decir  $x_0=Xl^*$  y  $y_0=Yl^*$ . Una DMU ineficiente puede llegar a ser más eficiente cuando se proyecta sobre la frontera. Aunque, es necesario distinguir entre un punto fronterizo y un punto fronterizo eficiente. Para una orientación *output* la proyección  $(x_0,y_0)$ ®  $(x_0,\phi^*y_0)$  siempre conduce a un punto fronterizo, pero la eficiencia técnica solo se alcanza si  $x_0=Xl^*$  y  $\phi^*y_0=Yl^*$ , para todo  $l^*$  óptimo. Entonces, para alcanzar eficiencia técnica total las restricciones deben cumplirse con igualdad.

El modelo planteado supone rendimientos constantes a escala, en cuyo caso las medidas de eficiencia *input*orientadas y *output*-orientadas son equivalentes (Fare & Lovell (1978)). Sin embargo, las imperfecciones en el
mercado, restricciones financieras, entre otras, pueden provocar que una DMU deje de operar a escala óptima. Por
este motivo, Banker, Charnes & Cooper (1984) amplían el modelo suponiendo rendimientos variables a escala, lo
que permite calcular eficiencias de escala. Para ello, se debe incorporar la restricción  $e^{T}\lambda=1$  ("e" es un vector cuyos
componentes son la unidad y de tamaño Nx1) en el modelo (2.1.), obteniendo:

$$Max \phi (2.2.)$$

<sup>7</sup> Los modelos estándar de rendimientos constantes y variables a escala, que llevan a cabo el cálculo de eficiencias técnicas y de escala, se desarrollan en Fare, Grosskopf & Lovell (1994).

$$\begin{aligned} \phi, \lambda \\ \text{s.a. } X\lambda \leq x_0 \\ \phi y_0 - Y\lambda \leq 0 \\ \lambda \geq 0 \\ e^T \lambda = 1 \end{aligned}$$

Analíticamente, la restricción  $e^Tl=1$  genera un requerimiento de convexidad que obliga a la frontera eficiente de posibilidades de producción a constar de segmentos que unen los puntos extremos. De esta forma, se consigue una medida de eficiencia técnica "pura" (sin eficiencias de escala). Sin embargo, las medidas de eficiencia de escala obtenidas mediante este procedimiento no indican cuándo la DMU opera en un área de rendimientos crecientes o decrecientes. Por ello, se plantea un modelo alternativo, incorporando la restricción  $e^Tl \le 1$  (rendimientos crecientes no permitidos) en el modelo (2.1.):

Max 
$$\phi$$
 (2.3.)  
 $\phi, \lambda$   
 $s.a. Xl \leq x_0$   
 $\phi y_0 - Yl \leq 0$   
 $\lambda \geq 0$   
 $e^T \lambda \leq 1$ 

La naturaleza de las eficiencias de escala para una DMU particular se determina comparando las medidas de eficiencia técnica obtenidas mediante la implementación de los modelos (2.2.), en el que se suponen rendimientos a escala variables, y (2.3.), en el que únicamente se permiten rendimientos decrecientes a escala. Así pues, si éstas coinciden en ambos modelos, entonces la DMU considerada presenta rendimientos decrecientes a escala (en caso contrario, rendimientos crecientes).

## 3. Bases de datos y fuentes de información empleadas

Los datos del sector 11: agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza de los 31 Estados<sup>8</sup> considerados corresponden al año 2008. El producto está representado por la Producción Bruta Total, PBT, la inversión mediante la Formación Bruta de Capital Fijo, FBCF, y el empleo hace referencia al personal ocupado total, PO, en las unidades económicas del sector privado y paraestatal. La fuente estadística de la que se han obtenido estas bases de datos corresponde a los Censos Económicos 2009 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México, INEGI.

La clasificación sectorial es la utilizada por el INEGI en los Censos Económicos 2009, la cual está organizada de acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, SCIAN, México 2007.

A partir de esta clasificación y de la aplicación de las ecuaciones 2.1, 2.2 y 2.3 se obtuvo la eficiencia técnica del sector agropecuario de las entidades federativas, que a continuación se presenta.

### 4. Resultados

Derivado de la obtención de los cocientes de inputs a output, que se presentan en el anexo A-1, se construye una frontera de máxima producción con los factores productivos disponibles (capital y empleo) para el sector agropecuario de los Estados de México para el año 2008 y se determina la frontera tecnológica y la posición de los Estados respecto a esta, la cual se muestra en el gráfico 1, en donde se observa que esta determinada por el Estado de Aguascalientes y Nuevo León.

<sup>8</sup> En el caso del sector 11, los Censos Económicos 2009 no consideran al Distrito Federal, por lo que en adelante, se hará referencia a las entidades federativas, con la exclusión del Distrito Federal.

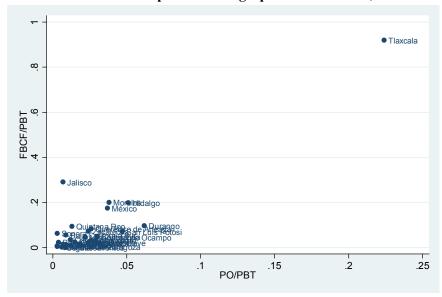


Gráfico 1. Frontera de producción agropecuaria eficiente, año 2008

Siguiendo la metodología descrita con anterioridad<sup>9</sup>, el cálculo de la eficiencia técnica se ha llevado a cabo mediante el uso del software DEAP<sup>10</sup> 2.1., que se basa en el método de estimación de múltiples etapas para la resolución de modelos DEA descrito en Coelli (1998).

Derivado de la implementación de las ecuaciones (2.1.) y (2.2.) se determinaron las eficiencias técnica y de escala. Si una DMU es eficiente en el sentido de Rendimientos Constantes de Escala, CRS<sup>11</sup>, entonces será eficiente tanto a escala como técnicamente, por lo que su eficiencia de escala será igual a uno. Así, la tabla 1 muestra que Estados como Aguascalientes y Nuevo León son eficientes en el sentido de CRS.

 Entidad federativa
 Eficiencia técnica CRS
 Escala: te¹²=crste/vrste

 Aguascalientes
 1
 1

 Coahuila de Zaragoza
 1
 1

 Colima
 1
 1

 Nuevo León
 1
 1

Tabla 1. Eficiencia en sentido CRS

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Para conocer si la ineficiencia de una DMU es debido a que está operando en el área de rendimientos decrecientes a escala, DRS¹³, o en el área de rendimientos crecientes a escala, IRS¹⁴, debe sustituirse la restricción  $e^T\lambda=1$  por  $e^T\lambda\le 1$  en la ecuación (2.2.), por lo que no permite rendimientos crecientes a escala. De esta manera si el valor obtenido al ejecutar esta formulación (ecuación 2.3.) es igual a VRS, significa que la DMU está operando en el tramo de la curva de rendimientos decrecientes a escala. Si son distintos, significa que está operando en el tramo de rendimientos crecientes a escala. Por supuesto, las DMU con VRS=CRS tienen la escala óptima. Así, el Tabla 2 permite observar que 24 entidades federativas operan en un esquema de rendimientos decrecientes a escala en el sector agropecuario¹⁵, entre ellos, los de la Península de Baja California y los del sureste de México.

<sup>9</sup> Para mayor detalle véase Fare, Grosskopf, Norris y Zhang (1994).

<sup>10</sup> Coelli (1996).

<sup>11</sup> Constant Returns to Scale

<sup>12</sup>TE=Technical efficiency

<sup>13</sup>Diminishing Returns to Scale

<sup>14</sup> Increasing Returns to Scale

<sup>15</sup> Véase anexo A-2.

Tabla 2. Entidades federativas con rendimientos decrecientes a escala en el sector agropecuario

Baja California Norte	Nayarit
Baja California Sur	Oaxaca
Campeche	Querétaro de Arteaga
Chiapas	Quintana Roo
Chihuahua	Sinaloa
Guanajuato	Sonora
Guerrero	Tabasco
Hidalgo	Tamaulipas
Jalisco	Tlaxcala
México	Veracruz-Llave
Michoacán de Ocampo	Yucatán
Morelos	Zacatecas

Por su parte, los Estados de Puebla y San Luís Potosí operan bajo rendimientos crecientes a escala. Así mismo la tabla 3 muestra los niveles de eficiencia técnica sectorial de México bajo CRS y VRS.

Tabla 3. Eficiencia técnica: rendimientos constantes y variables a escala

Entidades federativas	crste	vrste
Aguascalientes	1.00	1.00
Baja California Norte	0.69	1.00
Baja California Sur	0.29	0.53
Campeche	0.23	0.48
Chiapas	0.18	0.47
Chihuahua	0.10	0.10
Entidades federativas	crste	vrste
Coahuila de Zaragoza	1.00	1.00
Colima	1.00	1.00
Durango	0.05	0.05
Guanajuato	0.13	0.16
Guerrero	0.13	0.36
Hidalgo	0.05	0.08
Jalisco	0.41	0.49
México	0.07	0.10
Michoacán de Ocampo	0.13	0.28
Morelos	0.07	0.10
Nayarit	0.20	0.44
Nuevo León	1.00	1.00
Oaxaca	0.16	0.40
Puebla	0.24	0.24
Querétaro de Arteaga	0.11	0.12
Quintana Roo	0.21	0.27
San Luís Potosí	0.06	0.07

Sinaloa	0.42	1.00
Sonora	0.82	1.00
Tabasco	0.28	0.89
Tamaulipas	0.34	0.79
Tlaxcala	0.01	0.01
Veracruz-Llave	0.17	0.53
Yucatán	0.39	1.00
Zacatecas	0.11	0.11
Media	0.32	0.49

En Este sector, la eficiencia técnica promedio bajo VRS es de 0.49, lo que indica que aún se puede expandir la producción haciendo un mejor uso de los factores productivos.

En economías como la mexicana, en donde pueden existir imperfecciones en el mercado y restricciones financieras para acceso al capital, y de manera particular en el sector que se analiza, ocasionan que las organizaciones dejen de operar en escala optima, por lo que la eficiencia técnica con rendimientos variables a escala permite identificar a las entidades federativas que realizan las mejores practicas y que a partir de ellas se determina la eficiencia de los demás, de tal manera que en la tabla 4 se identifican los Estados mas eficientes, es decir, los que cuentan con un valor de uno, siendo Aguascalientes, Nuevo León y Baja California, algunos de ellos. La tabla siguiente muestra las entidades federativas eficientes en sentido VRS.

Tabla 4. Entidades federativas con eficiencia técnica en sentido VRS

Entidad Federativa	Eficiencia técnica VRS
Aguascalientes	1.00
Baja California Norte	1.00
Coahuila De Zaragoza	1.00
Colima	1.00
Nuevo León	1.00
Sinaloa	1.00
Sonora	1.00
Yucatán	1.00

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Así, la tabla 4 ha permitido identificar a las entidades federativas mas eficientes en el sector agropecuario de México, es decir, aquellas que están realizando las mejores prácticas relacionadas al uso del capital y empleo, sin embargo, la eficiencia técnica promedio es muy baja, y existen Estados con un nivel de eficiencia muy bajo.

### 5. Conclusiones

La disponibilidad de información sobre producción, inversión, empleo del sector agropecuario de las entidades federativas de México y la utilización de técnicas de análisis de frontera no paramétrica a través del *Data Envelopment Analysis* ha ofrecido la posibilidad calcular la eficiencia técnica sectorial de este país.

Por los resultados obtenidos, se identifica que los Estados de Aguascalientes y Nuevo León son los que determinan la frontera tecnológica del sector agropecuario en este país. Así también, se han identificado las entidades federativas que operan con eficiencias a escala y bajo rendimientos crecientes y decrecientes así como la eficiencia técnica bajo estas condiciones. Así, los Estados de Aguascalientes, Coahuila, Colima y Nuevo León son eficientes en el sentido de CRS, en tanto que 24 entidades federativas están operando en el segmento de rendimientos decrecientes a escala. Por su parte, los Estados de Puebla y San Luís Potosí se encuentran en el segmento de rendimientos crecientes a escala. Bajo VRS, ocho son los Estados que operan eficientemente, entre ellos Aguascalientes, Nuevo León y Yucatán. A nivel sectorial, la eficiencia técnica promedio es de 0.49, lo que indica que aun es posible expandir la producción haciendo un mejor uso de los factores productivos.

A la luz de estos resultados, es posible expresar la necesidad de la incorporación de innovaciones en los procesos productivos, al tiempo que no se debe dejar de lado aspectos relacionados con el mejor uso de los insumos capital y empleo para expandir la producción sectorial en México.

Derivado de este estudio, se observa que es importante buscar mecanismos y acciones de política económica que redunden en un mejor uso de los factores, lo cual podría ser posible a través del fortalecimiento de los programas de apoyo al sector, así como la capacitación y adiestramiento para el trabajo acordes a los requerimientos y vocación productiva sectorial y estatal, así como a través de la implementación de políticas encaminadas a dar respuesta a las necesidades del sector productivo contemporáneo. Así, es importante considerar la importancia de la inversión, la innovación, políticas públicas y acciones privadas que favorezcan a la eficiencia técnica a través del desarrollo de las mejores prácticas en los procesos de producción del sector agropecuario.

### Referencias

Ablanedo-Rosas, J.H. & Gemoets, L.A. (2010). "Measuring the efficiency of Mexican airports". *Journal of Air Transport Management*. 16 (6), 343-345.

Álvarez I., Becerril O., Del Moral L. y Vergara R. (2008): "Aplicación del Data Envelopment Analysis a la delimitación de la frontera tecnológica en México (1970-2003)". *Revista Enlaces*, 8, CES Felipe Segundo, España.

Banco de México. (2009). Informe annual 2008. En http://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-discursos/publicaciones/informes-periodicos. Consultado el 25 de mayo de 2011.

Banker R.D., Charnes A. and Cooper W.W. (1984): "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis". *Management Science*. 30, 1078-1092.

Beeson P.E. and Husted S. (1989): "Patterns and determinants of productive efficiency in state manufacturing". *Journal of Regional Science*, 29(1), 15-28.

Boisso D., Grosskopf S. and Hayes K. (2000): "Productivity and efficiency in the US: effects of business cycles and public capital". *Regional Science and Urban Economics*, 30, 663-681.

Coelli T.J. (1996): A Guide to DEAP Versión 2.1.: A Data Envelopment Análisis (Computer) Program. Mimeo, Centre for Efficiency and Productivity Analysis. University of New England, Armidale.

Coelli T.J. (1998): "A multi-stage methodology for the solution of orientated DEA models". *Operations Research Letters*, 23, 143-149.

Fare R. and Lovell C.A.K. (1978): "Measuring the Technical Efficiency of Production". *Journal of Economic Theory*, 19, 150-162.

Fare R., Grosskopf S. and Lovell C.A.K.(1994): Production Frontiers. Cambridge University Press.

Fare R., Grosskopf S., Norris M. and Zhang Z. (1994): "Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Changes in Industrialised Countries". *American Economic Review*. 84, 66-83.

Farrell M.J. (1957): "The Measurement of Productive Efficiency". *Journal of the Royal Statistical Society*. 120 (3), 253-290.

Fuentes H.J. y Armenta L. (2006): "Las políticas públicas y la productividad: del diagnóstico a la solución efectiva. El caso de San Mateo Atenco". *Análisis Económico*. XXI(47), 281-306. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco. Distrito Federal, México.

Gumbau M. y Maudos J. (1996): "Eficiencia productiva sectorial en las regiones españolas: una aproximación frontera". Revista Española de Economía. 13(2), 239-260.

Griffin, W.L., Woodward, R.T. (2011). "Determining policy-efficient management strategies in fisheries using data envelopment analysis (DEA)". *Marine Policy*. 35 (4), 496-507.

Kirkham R.J. and Boussabaine A.H. (2005): *The application of data envelopment analysis for performance measurement of the UK national health service state portfolio*. Conference Proceedings, QUT Research Weak 2005, 4-5 July 2005, Australia.

Krüger J., Cantner U., & Hanusch H. (2000): "Total Factor Productivity, the East Asian Miracle, and the World Production Frontier". *Review of World Economics*. 136, 111-136.

Lanteri L.N. (2002). *Productividad, desarrollo tecnológico y eficiencia. La propuesta de los índices Malmquist.* Trabajo presentando en la XXXVII Reunión de la Asociación Argentina de Economía Política. Tucuman, Argentina.

Lucía Alberto, C. (2007): Comparación de la eficiencia técnica de las universidades públicas en Argentina. Trabajo presentado en el II Congreso Nacional y I Encuentro Latinoamericano de estudios comparados en educación. Buenos Aires, 14 al 16 de junio. 1-19.

Lynde C. and Richmond J. (1999): "Productivity and efficiency in the UK: a time series application of DEA". *Economic Modelling*, 16, 105-122.

Mahallati Rayeni, Mohamand & Faranah Hosseinzadek Saljooghi (2010). "Network Data Envelopment Analysis Model for estimating efficiency and productivity in universities". *Journal of computer science*. 6(11). 1235-1240.

Maudos J., Pastor J.M. and Serrano L. (1998): *Human capital in OECD countries: technical change, efficiency and productivity*. Documento de trabajo WP-EC-98-19. Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (IVIE), España.

Maudos J., Pastor J.M. and Serrano L. (1999): "Total Factor Productivity measurement and human capital in OECD countries". *Economic Letters*, 63, 39-44.

Navarro, Ch. Julio Cesar L y Torres Ch. Zacarias (2006): "Análisis de la eficiencia técnica global mediante la metodología DEA: evidencia empírica en la industria eléctrica mexicana en su fase de distribución, 1990-2003". *Revista Nicolaita de Estudios Económicos*. 1, 9-28.

Nerváez A., Constantino P. y García F. (2007): "Comparación de la eficiencia técnica de los sistemas de salud en países pertenecientes a la OMS". *Economía, Sociedad y Territorio*, VI(24), 1071-1090.

Peñaloza Ramos, M.C. (2006): "Evaluación de la eficiencia en instituciones hospitalarias públicas y privadas con Data Envelopment Analysis (DEA)". *Serie Archivos de Economía*. Dirección de Estudios Económicos, Departamento Nacional de Planeación, República de Colombia. 1-39.

Salinas M.M., Pedraja F. y Salinas J. (2001). *Efectos del capital público y del capital humano sobre la productividad total de los factores en las regiones españolas*. Comunicación presentada en el II Encuentro de Economía Pública, España.

Salinas-Martínez A.M., Amaya-Alemán M.A., Arteaga-García J.C., Núñez-Rocha G.M., Garza-Elizondo M.E. (2009): "Eficiencia técnica de la atención al paciente con diabetes en el primer nivel". Salud pública de México. 51 (1), 48-58, enero-febrero.

Seiford L.M. and Thrall R.M. (1990): "Recent Developments in DEA: The Mathematical Approach to Frontier Analysis". *Journal of Econometrics*. 45, 7-38.

Sigler L.A. (2004): Aplicación del Data Envelopment Análisis a la producción de investigación económica en la Ciudad de México: la eficiencia relativa del CIDE, COLMEX, IPN, UAM y UAM (1990-2002. Ponencia presentada en el 4th International Symposium of Data Envelopment Analysis and Performance Management, celebrado en la ciudad de Birmingham (Inglaterra).

Villarreal M. M. G. y Cabrera R. M. (2007): "Agrupamiento de datos para la solución del problema de optimización multicriterio". *Ciencia*, X (2), 137-142.

## Anexo

A-1. Razones input/output, año 2008

Entidad Federativa	fbck/pbt	po/pbt
Aguascalientes	0.001	0.009
Baja California Norte	0.023	0.004
Baja California Sur	0.055	0.009
Campeche	0.034	0.012
Chiapas	0.021	0.024
Chihuahua	0.049	0.030
Coahuila De Zaragoza	0.004	0.003
Colima	0.002	0.006
Durango	0.097	0.062
Guanajuato	0.032	0.026
Guerrero	0.032	0.029
Hidalgo	0.198	0.051
Jalisco	0.291	0.007
México	0.175	0.037
Michoacán de Ocampo	0.046	0.022
Morelos	0.200	0.038
Nayarit	0.025	0.015
Nuevo León	0.007	0.003
Oaxaca	0.020	0.031
Puebla	0.015	0.018
Querétaro de Arteaga	0.083	0.026
Quintana Roo	0.094	0.013
San Luís Potosi	0.071	0.047
Sinaloa	0.014	0.007
Sonora	0.063	0.003
Tabasco	0.009	0.019
Tamaulipas	0.013	0.009
Tlaxcala	0.920	0.224
Veracruz-Llave	0.021	0.024
Yucatán	0.009	0.012
Zacatecas	0.073	0.024

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

A-2. Eficiencia técnica: CRS, VRS y de escala, año 2008

Entidades federativas	crste	vrste	Escala	
Aguascalientes	1.000	1.000	1	-
Baja California Norte	0.685	1.000	0.685	drs
Baja California Sur	0.290	0.533	0.544	drs
Campeche	0.230	0.481	0.479	drs
Chiapas	1.000	1.000	1	-
Chihuahua	1.000	1.000	1	-
Coahuila De Zaragoza	0.175	0.474	0.369	drs
Colima	0.099	0.103	0.956	drs
Durango	0.048	0.048	0.997	-
Guanajuato	0.129	0.162	0.796	drs
Guerrero	0.125	0.363	0.344	drs
Hidalgo	0.053	0.077	0.684	drs
Jalisco	0.406	0.492	0.825	drs
México	0.073	0.097	0.753	drs
Michoacán de Ocampo	0.126	0.283	0.448	drs
Morelos	0.07	0.097	0.726	drs
Nayarit	0.197	0.444	0.445	drs
Nuevo León	1.000	1.000	1	-
Oaxaca	0.155	0.398	0.389	drs
Puebla	0.236	0.238	0.993	irs
Querétaro de Arteaga	0.105	0.115	0.913	drs
Quintana Roo	0.205	0.271	0.758	drs
San Luís Potosí	0.063	0.068	0.927	irs
Sinaloa	0.416	1.000	0.416	drs
Sonora	0.819	1.000	0.819	drs
Tabasco	0.282	0.891	0.317	drs
Tamaulipas	0.335	0.785	0.427	drs
Tlaxcala	0.012	0.014	0.874	drs
Veracruz-Llave	0.172	0.526	0.327	drs
Yucatán	0.388	1.000	0.388	drs
Zacatecas	0.109	0.113	0.97	drs
Media	0.323	0.486	0.696	

## Las recesiones de 1995, 2001 y 2009 en las entidades federativas de México

Alfredo Erquizio Espinal<sup>1</sup> Roberto Ramírez Rodríguez<sup>2</sup>

(Ponencia propuesta al XXI Coloquio Mexicano en Economía Matemática y Econometría, 26 al 30 de septiembre del 2011, en la Unidad Académica de Economía, de la Universidad Autónoma de Nayarit, sito en la Ciudad de la Cultura "Amado Nervo", en Tepic, Nayarit)

### Resumen

Se revela la diversidad de las manifestaciones regionales de las recesiones de 1995, 2001 y 2009 y se explora causas. Para ello se cuantifica la diversidad recesional mediante nuevos índices en la tradición del enfoque clásico de Mitchell y se usan regresiones de corte transversal para señalar algunos factores explicativos de la diversidad detectada. Y es que en los ciclos regionales actúan un *mecanismo de transmisión* o factor endógeno (características estructurales de las economía regionales: semejanza recesional y tamaño relativo de la manufactura) y *un mecanismo de impulso* o factor exógeno (correlación con EE.UU. y grado de exposición a la globalización de las economías regionales). Pero mientras que en la recesión de 1995 predominan los factores endógenos (semejanza recesional y tamaño relativo de la manufactura), en las recesiones de 2001y 2009 son importantes tanto los factores endógenos (semejanza recesional y tamaño relativo de la manufactura) como los factores exógenos (correlación con EE.UU. y grado de exposición a la globalización).

Palabras clave: ciclos económicos regionales, economía regional, economía mexicana

### Introducción

El objetivo es revelar la magnitud y diversidad de las manifestaciones locales de las recesiones de 1995, 2001 y 2009 y explorar sus posibles factores explicativos mediante la propuesta de nuevos índices en la tradición del enfoque de *ciclos clásicos* de Mitchell y varias regresiones econométricas de corte transversal, respectivamente.

Y es que la literatura acerca de los ciclos económicos regionales es muy escasa, por lo que es de gran interés analizar las últimas recesiones desde esa perspectiva. Pues mientras que para el país ya hay varios trabajos que se proponen identificar y revelar los hechos estilizados de los ciclos, entre otros (Erquizio, 2001), (Mejía Reyes, 2003), (Erquizio, 2006a) y (Erquizio, 2007a). No sucede lo mismo con los de carácter regional salvo los de (Erquizio 2006b) y (Erquizio, 2007b) en los que se usa el enfoque de *ciclos clásicos* para formular índices mensuales de varias entidades federativas para compararlos; (Mejía Reyes et al, 2007) quienes analizan el ciclo del Estado de México en el contexto nacional y en el entorno de apertura definido por el TLCAN con datos mensuales y usando el enfoque de *ciclos de crecimiento*. Y es que si se demuestra que las manifestaciones regionales de los ciclos económicos son diferentes, ello será muy importante para el diseño de las políticas públicas.

Así a principios del 2005 iniciamos un proyecto de investigación<sup>3</sup> para contribuir al conocimiento de la economía regional desde la aplicación de la teoría de los ciclos económicos<sup>4</sup> y cuyos resultados hemos presentado desde fines de 2005 en sucesivas ediciones del *Coloquio Mexicano en Economía Matemática y Econometría*<sup>5</sup>. En esta ocasión y a modo de balance de nuestros hallazgos de investigación - los que han consistido en revelar la

<sup>1</sup> Doctor en Economía por la UNAM, Profesor Titular C, Departamento de Economía, Universidad de Sonora, Investigador Nacional Nivel I, e-mail: oerquiz@guaymas.uson.mx y alfreder25@gmail.com. La ponencia es parte del proyecto: "Ciclos económicos clásicos en Sonora 1895-2010", (No. IDCEA-058) que auspicia la Universidad de Sonora.

<sup>2</sup> Doctor en Finanzas Públicas por la Universidad Veracruzana, Profesor Titular C del Departamento de Economía, Universidad de Sonora, e-mail robecar2@rtn.uson.mx

<sup>3</sup> Estructura, crecimiento y ciclos regionales en México (No. IDCEA-0002). División de Ciencias Económicas y Administrativas. Universidad de Sonora.

<sup>4</sup> Como antes hicimos para la economía mexicana y sonorense en el proyecto de investigación *Indicadores del ciclo económico en México y Sonora* (PI/304). Dirección de Investigación y Posgrado. Universidad de Sonora, proponiendo un índice líder en Erquizio, 2001, identificando y caracterizando los ciclos económicos de México desde 1895 a 2006 en Erquizio, 2006a y Erquizio 2007a.

<sup>5 &</sup>quot;Ciclos económicos regionales en México: 1994-2005" en el XV (Erquizio, 2005); "Finanzas Públicas y ciclos económicos regionales en México: 1980-2004" (Erquizio y Ramírez, 2006); "Ciclos económicos secto-regionales en México: 1980-2006" en el XVII (Erquizio, 2007c); "Tipología de las recesiones regionales en México: 1994-2004" en el XVIII (Erquizio y Vargas, 2008); "El ciclo político-electoral del Gasto Público por entidad federativa 1993-2006" en el XIX (Erquizio y Ramírez, 2009); "La recesión 2008-2009 en México y sus manifestaciones regionales" en el XIX (Erquizio y Cienfuegos, 2009) y "Manifestaciones regionales diferenciadas de la Gran Recesión 2008-2009 en México: causas y asociación espacial" en el XX (Erquizio y Ramírez, 2010).

existencia y diversidad de los ciclos regionales en México mediante índices diseñados especialmente para tal fin y explorar econométricamente las causas de ello- examinamos por primera vez de una manera conjunta las tres últimas recesiones de la economía mexicana.

El texto se organiza en apartados, en el primero se cuantifica la diversidad de las manifestaciones estatales de las recesiones; en el segundo se miden sus diferencias y semejanzas mediante nuevos índices y se explora sus posibles factores explicativos usando varias regresiones de corte transversal, finalmente se presentan las principales conclusiones.

### 1.- Recesiones regionales, medición de su diversidad

Burns y Mitchell (1946) proporcionan la definición clásica de los ciclos económicos como:

"... un tipo de *fluctuación* que se encuentra en la *actividad económica agregada* de las naciones que organizan su trabajo, principalmente en empresas de negocios: un ciclo económico *consiste en lapsos de ascenso que ocurren al mismo tiempo en muchas actividades económicas, seguidas de lapsos de descenso de igual modo generales*, compuestos por fases de crisis, recesión y reavivamiento que se resuelven en un nuevo ascenso en el ciclo siguiente; esta secuencia de cambios es recurrente pero no periódica; la duración del ciclo económico varía entre algo más de un año hasta diez o doce años; y no son divisibles en ciclos más cortos de similar carácter y amplitud"

Considerando que se trata de un movimiento al ascenso seguido de un movimiento al descenso, los periodos del ciclo son dos:

- Ascenso del ciclo es el lapso que media entre el valle inicial (V<sub>i</sub>) y el pico (P) y que usualmente se denomina expansión.
- Descenso del ciclo es el lapso que media entre el pico (P) y el valle final (V<sub>f</sub>) y que usualmente se denomina recesión.
- La caracterización de los ciclos nacionales y regionales, requiere examinar tres rasgos de sus recesiones<sup>6</sup>:
- Cronología, fechas en que ocurren el pico y su valle final expresados en años, trimestres o meses.
- Duración, número de años, trimestres o meses que transcurren entre el pico del ciclo y su valle final.
- Amplitud o profundidad<sup>7</sup>, calculada mediante la siguiente fórmula: [(Valor del indicador del ciclo en el valle final / Valor del indicador del ciclo en el pico)-1] \*100

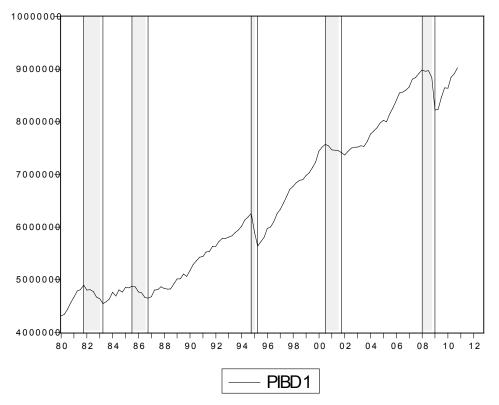
Para identificar los ciclos es necesario elegir un *ciclo específico* o grupo de éstos, del conjunto de variables que se mueven simultáneamente al ascenso y al descenso en los ciclos económicos. Dicha variable se denomina *ciclo de referencia*, y aunque es preferible utilizar indicadores cíclicos de alta frecuencia como los mensuales, en ausencia de ellos se puede recurrir a los trimestrales y aun a los anuales. En la actualidad los organismos nacionales e internacionales dedicados a monitorear los ciclos económicos utilizan: Índice de Volumen Físico de la Actividad Industrial mensual, Índice Coincidente mensual que sintetiza la evolución de la producción, las ventas y el empleo; PIB trimestral y PIB anual. Dichos indicadores están disponibles para México en las páginas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y del Banco de México.

Aquí se usa las cifras del PIB trimestral anualizado y desestacionalizado (PIBD) desde el primer trimestre de 1980 (1980.1-2007.4, base 1993 y 2003.1-2010.4, base 2003), por lo que mediante la inspección visual de la serie es posible identificar los *picos* y los valles de los ciclos que se muestran en la gráfica 1 (las recesiones son las áreas sombreadas). Y se puede establecer en el cuadro 1, las características de las recesiones mediante el PIB trimestral y el PIB anual, el que en ausencia de cifras trimestrales (como será el caso de los recesiones regionales) aproximan la cronología, la duración y la amplitud que revelan las cifras trimestrales. De tal manera que si se ordenan por amplitud las recesiones examinadas la precedencia es la misma, es decir de mayor a menor a profundidad, las recesiones se enlistan así: 1995, 2009, 1982-1983, 1986 y 2001.

<sup>6</sup> Al definir los picos y valles de las recesiones de ciclos sucesivos, se está fechando también las expansiones, pues el *valle final* (V<sub>τ</sub>) de una recesión es el *valle inicial* (V<sub>1</sub>) del nuevo ciclo, a partir del cual se inicia una expansión que culmina en un *pico* (P), de tal suerte que se tiene la siguiente secuencia: V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub>-</sub>P-V<sub></sub>

<sup>7</sup> La amplitud de la expansión se mide así: [(Valor del indicador del ciclo en el pico / Valor del indicador del ciclo en el valle inicial) -1] \*100

Gráfica 1 Ciclos económicos clásicos de México, según el PIB trimestral desestacionalizado en millones de pesos del 2003



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI

Cuadro 1 Recesiones nacionales en México, PIB en millones de pesos del 2003

Datos	Datos trimestrales desestacionalizados del PIBD				Datos anuales del PIB			
Crono	Cronología Cronología		A1it1		Cronología		Ammlitud	
Pico	Valle	Duración	Amplitud	Pico Valle		Duración	Amplitud	
1981-IV	1983-II	7 trimestres	-7.23%	1981	1983	2 años	-4.77%	
1985-III	1986-IV	5 trimestres	-4.67%	1985	1986	1 año	-3.75%	
1994-IV	1995-II	2 trimestres	-10.32%	1994	1995	1 año	-6.16%	
2000-III	2001-IV	5 trimestres	-1.82%	2000	2001	1 año	-0.03%	
2008-II	2009-II	4 trimestres	-9.43%	2008	2009	1 año	-6.00%	

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI

Ahora bien para el análisis regional de la recesiones de 1995. 2001 y 2009, paulatinamente se ha ido contando con más y mejores datos a escala regional:

- Producto Interno Bruto Estatal (PIBE) elaborado por el INEGI, desagregado en nueve grandes divisiones y nueve divisiones de la industria manufacturera de 1993 a 2006, y PIB y PIBE desagregado en 28 actividades según la clasificación del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) de 2003 al 2009.
- Índice Trimestral de la Actividad Económica Estatal (ITAEE) elaborado por el INEGI, desagregado en tres sectores: Primario, Secundario y Terciario, con datos que inician en el primer trimestre del 2003.
- Índice Coincidente por Entidad Federativa (ICEF) mensual elaborado por nuestra cuenta- en base a indicadores de la producción manufacturera, el empleo formal y las ventas al menudeo, con datos

- que inician en enero de 1994 para 14 entidades federativas y que con cifras a partir de enero del 2003 alcanzan una cobertura total<sup>8</sup>.
- Índice Cíclico Regional (ICR) elaborado por el Banco de México, en base a indicadores de la producción manufacturera, el empleo formal, las ventas al menudeo y al mayoreo y la generación y consumo de electricidad, con cifras que inician en enero del 2003.

Cuando iniciamos nuestro proyecto sobre ciclos regionales en 2005<sup>9</sup>, no existía aun la información del ITAEE y del ICR, pues éstos fueron publicados en 2010 y 2011, respectivamente. El análisis oportuno y desagregado por entidad federativa es necesario en la investigación cíclica regional, los índices mencionados, o no son mensuales como el ITAEE, o se presentan agregados por regiones como el ICR. Por ello es pertinente continuar la tarea que iniciamos en 2005 calculando el ICEF para un número cada vez más numeroso de entidades federativas, incluyendo recientemente a las 32 entidades federativas con información desde enero del 2003. La oportunidad y características de los índices disponibles son las señaladas en el cuadro 2.

Cuadro 2 Índices para la identificación de los ciclos regionales

	indices para la identificación de los ciclos regionales								
Índices	Fecha prevista de pu	Oportunidad ablicación del índice para los	trimestres indicados	Características					
	2011-I	2011-2	2011-3						
ICEF	7 de julio, 2011	6 de octubre, 2011	6 de enero, 2012	Es mensual y sus componentes son: empleo en el sector formal, producción manufacturera y ventas al menudeo, Es pertinente añadirle las ventas al mayoreo y la generación y el consumo de electricidad, para hacerlo comparable al ICR. Es menos oportuno que el ICR, pero se basa en datos observados, además permite un análisis de los ciclos estatales de las 32 entidades federativas					
ITAEE	28 de julio, 2011	28 de octubre, 2011	28 de enero, 2012	Es trimestral, es menos oportuno que el ICR y el ICEF, pero es el único desagregado por sectores: primario, secundario y terciario. Permite un análisis de los ciclos económicos por entidad federativa, pero para hacerlo comparable a los datos trimestralizados del ICR y del ICEF requiere ser desestacionalizado					
ICR	2 de junio, 2011	31 de agosto, 2011	8 de diciembre, 2011	Es mensual y sus componentes son: empleo en el sector formal, producción manufacturera, ventas al menudeo, ventas al mayoreo, generación y consumo de electricidad Es el índice más oportuno, pero los datos del último trimestre reportado, se basan en pronósticos de sus componentes. El índice se publica agregado en cuatro regiones: Norte, Centro Norte, Centro Y Sur, por lo que no se puede utilizar para el análisis de los ciclos económicos por entidad federativa					

Fuente: elaboración propia

Resulta interesante contrastar los tres índices a la luz de la recesión del 2009. Así en el cuadro 3 se compara el ITAEE -que es un índice que pretende representar la evolución del PIB trimestral de las entidades federativas-con el comportamiento del PIBE anual respectivo, y al hacerlo se comprueba que agregando ambas variables por regiones surge un orden de precedencia de la amplitud de las recesiones que es similar.

<sup>8</sup> En Erquizio, 2002, se usa por primera vez dicho índice coincidente para identificar los ciclos de Sonora, en Erquizio, 2006b, se hace lo mismo para 6 entidades federativas, en Erquizio, 2008 para 8, en Erquizio, 2007b para 12 y en Erquizio, 2010a para todas.

<sup>9 &</sup>quot;Estructura, crecimiento y ciclos regionales en México" (No. IDCEA-0002). División de Ciencias Económicas y Administrativas. Universidad de Sonora.

Cuadro 3

Recesión 2009 en México por regiones, según el ITAEE y el PIBE

Datos trimest	Datos trimestrales desestacionalizados del ITAEE, (2003=100)			Datos anuales del PIBE en millones de pesos del 2003			
Crone	ología	Duragión	Duración Amplitud		Cronología		A1:6 J
Pico	Valle	Duracion	Ampiltud	Pico	Valle	Duración	Amplitud
	Región Norte						
2008-I	2009-II	5 trimestres	-13.3%	2008	2009	1 año	-9.4%
			Región	Centro			
2008-II	2009-II	4 trimestres	-9.9%	2008	2009	1 año	-5.6%
			Región Ce	ntro-Norte			
2008-II	2009-II	4 trimestres	-7.4%	2008	2009	1 año	-5.0
Región Sur							
2008-II	2009-II	4 trimestres	-6.6%	2008	2009	1 año	-4.3

Región Norte: Baja California, Chihuahua, Coahuila de Zaragoza, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas; Región Centro-Norte: Baja California Sur, Aguascalientes, Colima, Durango, Jalisco, Michoacán de Ocampo, Nayarit, San Luis Potosí, Sinaloa y Zacatecas; Región Centro: Distrito Federal, México, Guanajuato, Hidalgo, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlaxcala; Región Sur: Campeche, Chiapas, Chihuahua, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz de Ignacio de la Llave y Yucatán Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI

Si se compara en el cuadro 4, el ICR con el ICEF agregado por regiones también se observa que el orden de precedencia de las recesiones regionales en cuanto a duración y amplitud es similar, lo que respalda la utilidad del ICEF que venimos calculando desde 2005.

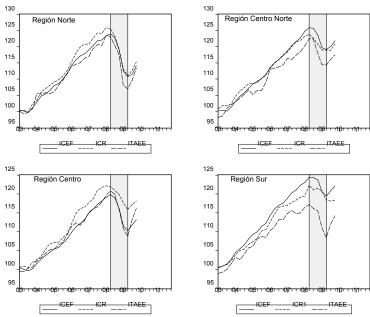
Cuadro 4 Recesión 2009 en México por regiones, según el ICEF y el ICR

recession 2009 on Frences por regiones, seguir of reality of rest								
Datos trimes	Datos trimestrales desestacionalizados del ICEF (2003=100)			Datos trimestrales desestacionalizados del ICR (2003=100)				
Crone	ología	Down widow	A1:4 J	Cronología		Down oider	A1:6	
Pico	Valle	Duración	Amplitud Pico	Pico	Valle	Duración	Amplitud	
	Región Norte							
2008-II	2009-II	4 trimestres	-10.7%	2008-I 2009-II		5 trimestres	-11.7%	
			Región	Centro				
2008-II	2009-II	4 trimestres	-7.9%	2008-II	2009-I	3 trimestres	-5.1%	
			Región Ce	ntro-Norte				
2008-II	2009-II	4 trimestres	-5.3%	2008-I	2009-II	5 trimestres	-3.9%	
			Regió	on Sur				
2008-II	2009-II	4 trimestres	-3.9%	2008-II 2009-II 4 trimestres -3.1				

Región Norte: Baja California, Chihuahua, Coahuila de Zaragoza, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas; Región Centro-Norte: Baja California Sur, Aguascalientes, Colima, Durango, Jalisco, Michoacán de Ocampo, Nayarit, San Luis Potosí, Sinaloa y Zacatecas; Región Centro: Distrito Federal, México, Guanajuato, Hidalgo, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlaxcala; Región Sur: Campeche, Chiapas, Chihuahua, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz de Ignacio de la Llave y Yucatán. Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI y del Banco de México.

Para remarcar la consistencia de los índices mencionados, a continuación en la gráfica 2 se presenta el comportamiento por región de los tres índices durante la recesión del 2009 (es el área sombreada).

Gráfica 2 Índices cíclicos por Región en la Recesión del 2009



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI y del Banco de México

A continuación se define y calcula el Índice de Resistencia Recesional por Entidad Federativa (IRREF) para caracterizar las expresiones regionales de dichas recesiones a partir de los datos del PIBE anual 1993-2009, puesto que las series disponibles del ICEF, ITAEE e ICR para las 32 entidades federativas, datan solo desde 2003 y no nos permitirían hacer el análisis comparativo de las recesiones regionales de 1995, 2001 y 2009.

- Se define el IRREF considerando que cuando menos profunda es la manifestación regional de la recesión medida por un menor valor porcentual de descenso del PIBE anual, mayor es la resistencia regional a las fuerzas de la recesión nacional.
- Se expresa el IRREF de tal manera que alcance en el mejor de los casos un valor de 1, para lo que se selecciona como referentes el valor máximo y el valor mínimo de la medida porcentual de la profundidad de la recesión en las entidades federativas examinadas y se calcula para cada una de ellas el IRREF como: (valor observado-valor mínimo) / (valor máximo-valor mínimo), así si el valor observado es igual al valor máximo de la muestra, el índice alcanza un máximo de "1".

Se puede hacer ahora un examen comparativo de las tres recesiones, mediante el IRREF obtenido para las tres recesiones tal como se detalla en el cuadro 5

Cuadro 5 Índice de Resistencia Recesional por Entidad Federativa, recesiones de 1995, 2001 y 2009

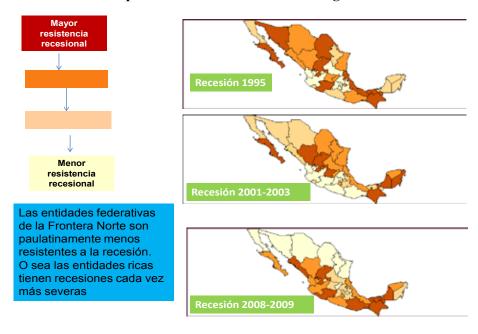
	Índice de F	Resistencia Recesional por Entidad	Federativa
	1995	2001	2009
Aguascalientes	0.4857	0.8260	0.5020
Baja California	0.4495	0.2800	0.3080
Baja California Sur	0.6455	0.8640	0.6660
Campeche	0.4703	0.9480	0.9250
Chiapas	0.7135	0.7460	1.0000
Chihuahua	0.4997	0.3560	0.0000
Coahuila	0.6135	0.6340	0.1340
Colima	0.4868	0.3120	0.7830
Distrito Federal	0.1583	0.1670	0.5290
Durango	0.5180	0.8910	0.6480

	Índice de I	Resistencia Recesional por Entidad	Federativa
	1995	2001	2009
Guanajuato	0.4924	0.8130	0.5430
Guerrero	0.4832	0.2210	0.6610
Hidalgo	0.1800	0.1660	0.4970
Jalisco	0.1773	0.2170	0.6390
México	0.2285	0.2120	0.5020
Michoacan	0.5908	0.2440	0.7850
Morelos	0.2244	0.6220	0.7800
Nayarit	0.1200	0.1640	0.6720
Nuevo León	0.3535	0.5800	0.3030
Oaxaca	0.5504	0.2230	0.8010
Puebla	0.1654	0.2760	0.5240
Querétaro	0.5493	0.6690	0.4230
Quintana Roo	0.4144	0.9160	0.5070
San Luís Potosí	0.1398	0.7320	0.4960
Sinaloa	0.4988	0.3830	0.8550
Sonora	0.6193	0.3210	0.4780
Tabasco	0.6246	0.3260	0.8070
Tamaulipas	0.5321	0.4910	0.3120
Tlaxcala	0.4987	0.4070	0.0620
Veracruz	0.5802	0.4920	0.7300
Yucatán	0.3065	0.4450	0.7320
Zacatecas	1.000	1.0000	0.8120

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI

Y si se agrupa en cuartiles la información del IRREF, como en los mapas incluidos en el grafica 3, se revela que las entidades federativas de la Frontera Norte son paulatinamente menos resistentes a la recesión.

Gráfica 3. Mapas de la diversidad recesional regional en México



Fuente: Elaboración propia en base a datos del cuadro 5 y mediante GEODA

### 2.- Recesiones regionales, factores explicativos de su diversidad

En las gráficas 1 y 2, los ciclos nacionales y los ciclos regionales respectivamente, se manifiestan en un contexto tendencial creciente. La explicación teórica de dicho movimiento y una forma de modelarlo matemáticamente a escala nacional, constituyó el aporte seminal de Frish (1933)<sup>10</sup> mediante la metáfora del *rocking horse*, al distinguir que para modelar el ciclo económico era necesario resolver:

- El problema del *mecanismo de propagación* es decir de las relaciones internas entre las variables cuando el sistema está en equilibrio.
- El problema del *mecanismo de impulso* que rompe el equilibrio y lo mueve en una trayectoria cíclica que es amplificada y/o dibujada por la naturaleza de las relaciones elegidas como representativas del funcionamiento interno del sistema económico, o *mecanismo de propagación*.

Es decir, de acuerdo a la forma y longitud del balancín (*mecanismo de propagación*) y la fuerza, secuencia o periodicidad del *mecanismo de impulso* (características del martillo que golpea el balancín que representa la economía). Se describirá una secuencia de movimientos que es el símil mecánico del movimiento cíclico de la economía. Lo que permite intuir que dado un impulso la economía se moverá describiendo una trayectoria que es resultado de la magnitud del *mecanismo de impulso* y de la forma del *mecanismo de propagación*.

Quedaba así vinculado lo estructural (o lo permanente) que entra en movimiento (dinámica económica), cuando una fuerza exógena saca del equilibrio o reposo al sistema económico.

¿Pero cómo pensar la relación estructura y ciclos a escala regional? Aquí el aporte de Wesley C. Mitchell es fundamental, pues como se mencionó los ciclos económicos son un movimiento simultáneo de ascenso y descenso de un amplio conjunto de variables económicas. Por lo que es posible distinguir a los sectores productivos por la amplitud de sus recesiones en sucesivos ciclos y caracterizar a los sectores productivos por la mayor o menor amplitud promedio de sus recesiones. Y como las economías regionales pueden ser diferenciadas por el peso relativo de sus respectivos sectores productivos. Es de esperar que las recesiones serán más graves en las regiones en las que predominen sectores productivos que escala nacional mostraron las recesiones más profundas. Esta aquí entonces también la noción de que la estructura determina la dinámica de los ciclos.

Como ya se dijo, para dar cuenta de la existencia y la explicación de los ciclos regionales, el aporte de Wesley C. Mitchell es fundamental y es lo que aquí se denomina como la *hipótesis de los ciclos económicos*, por la que si bien los ciclos son un fenómeno de alcance nacional, puesto que se trata de un movimiento simultaneo al ascenso y al descenso de un amplio conjunto de variables económicas, es posible clasificar éstas en sus dimensiones sectorial y regional. Lo que por ejemplo permite a su vez caracterizar las economías regionales por el distinto peso sectorial de sus actividades productivas, el que no variará en el corto plazo y por tanto podrá ser considerada como estructural. De tal suerte que como los ciclos sectoriales de la economía nacional pueden ser distinguidos por la amplitud de sus recesiones; en el caso de las economías regionales en las que predominen sectores que en el agregado nacional son menos o más recesivas, en lo regional también lo serán.

Dado el carácter simultáneo del movimiento cíclico de las actividades económicas, cada una de éstas tendrá sus *ciclos específicos*, por lo que al examinarlas se podrá definir el cuarto rasgo de las recesiones:

• *Difusión*, o que tan profuso es el movimiento de descenso de los *ciclos específicos* en proporción al total de *ciclos específicos* examinados.

Y es que sí bien los ciclos económicos pueden ser identificados con medidas agregadas como el PIB, en realidad en el enfoque de Mitchell, son más que el movimiento al ascenso y al descenso de dicha variable, pues los ciclos son un movimiento multidimensional lo que permite medir la magnitud de su difusión. El concepto de difusión es fundamental, y puede entenderse en dos sentidos.

Por una parte si se examina un ciclo en particular es decir sincrónicamente, la situación límite de un ciclo, es que éste se exprese en todas las dimensiones de la esfera económica. Por lo que por ejemplo, si en una recesión desciende la producción en todos sus sectores, el índice de difusión sincrónico sectorial (IDSS) alcanzaría el valor de 100%. Si ello ocurriera en todas las regiones, el índice de difusión sincrónico regional (IDSR) alcanzaría el valor de 100%. Y si a modo de *tormenta perfecta* la economía estuviera en recesión en todos los sectores y en todas las regiones el índice de difusión sincrónico sectorial-regional (IDSSR) alcanzaría el valor de 100%. Es

<sup>10</sup> En Jarsulic(1993) una discusión del aporte de Frish. Allí también se señala la importancia de Slutsky (1927) quien usó los números aleatorios generados por la lotería rusa para producir series de tiempo, luego con esos datos construyó varios promedios móviles, y al graficarlos mostró su similitud con las series económicas cíclicas, ello implicó que cualquier variable económica puede ser explicada por una ecuación lineal en diferencias de la forma:  $X_t = a X_{t,1} + e_t$  en el que  $e_t$  es una variable aleatoria no serialmente correlacionada. (Jarsulic, 1993:347).

obvio que en la realidad ninguna recesión de un ciclo observado es así, algunos se acercaran a dichos límites, será el caso de las recesiones más graves, otros estarán más lejos, y será el caso de las recesiones más leves.

Pero también hay otra forma de calcular el índice de difusión, y es el de comparar el comportamiento cíclico de la producción sectorial nacional en varias recesiones, es decir diacrónicamente. Así existirán sectores productivos que descienden en todas las recesiones examinadas, con un índice de difusión diacrónico sectorial (IDDS) de 100%, y otros en los que no ocurra así. Por lo que es una característica o *hecho estilizado* de los ciclos nacionales es que hay sectores que caen en todas las recesiones y en el extremo otros sectores que no lo hacen. Así también existirán regiones que descienden en todas las recesiones examinadas, con un índice de difusión diacrónico regional (IDDR) de 100%, y otras en los que no ocurra así. Por lo que es una característica o *hecho estilizado* de los ciclos nacionales es que hay regiones que caen en todas las recesiones y en el extremo otras regiones en las que no.

Y si a modo de *tormenta perfecta* todas las recesiones de una economía se manifestarán en todos los sectores y en todas las regiones el índice de difusión diacrónico sectorial-regional (IDSSR) alcanzaría el valor de 100%.

Para ilustrar el cálculo de los índices mencionados es útil definir para una economía nacional o del mismo modo para una economía regional, una matriz de n sectores de actividad económica por m recesiones. Cada elemento de dicha matriz es el indicador recesional (IR) del sector i en la recesión j (IR $_i^j$ ) que es 0 si en el sector i en la recesión j, el sector i mostró un tasa de variación positiva, y es 1 si en el sector i en la recesión j el sector i mostró un tasa de variación negativa (o sea estuvo en recesión).

De tal manera en el cuadro 6 se muestra como ejemplo una matriz de 5 x 5, en las que se usa las fórmulas para los sectores del 1 al 5 en 5 recesiones, de tal suerte que por ejemplo:

- Índice de Difusión Sincrónico Sectorial de la recesión l es  $IDSS^1 = [(\sum_i {}^n IR_i)/n] * 100$  y así sucesivamente hasta la recesión 5.
- Índice de Difusión Diacrónico Sectorial del sector 1 es IDSS₁= [(∑₁mIRᵢ)/m]\*100 y así sucesivamente hasta el sector 5.

Cuadro 6 Matriz de Indicadores recesionales  $IR_i^j$  of n sectores económicos y m recesiones

n Sectores		$IDDS = [(\Sigma_1^{m} I R_i^{j})]$				
económicos	Recesión 1	Recesión 2	Recesión 3	Recesión 4	Recesión 5	/m] * 100
Sector 1	1	0	1	1	0	IDDS <sub>1</sub> =(3/5)*100=60%
Sector 2	1	0	1	1	1	IDDS <sub>2</sub> 80%
Sector 3	0	1	0	1	1	IDDS <sub>3</sub> 60%
Sector 4	1	1	1	1	1	IDDS <sub>4</sub> 100%
Sector 5	1	1	1	1	0	IDDS <sub>5</sub> 80%
$ IDSS = [(\Sigma_1^{n} IR_i^{j}) / n] * 100 $	IDSS <sup>1</sup> (4/5)*100=80%	IDSS <sup>2</sup> 60%	IDSS <sup>3</sup> 60%	IDSS <sup>4</sup> 100%	IDSS <sup>5</sup> 60%	

Fuente: elaboración propia

## Con lo que se puede:

- Comparar las recesiones de una economía nacional o en su caso de una economía regional por la
  difusión sectorial de dicho fenómeno, distinguiendo aquellos recesiones más graves (con índice
  difusión sincrónico sectorial más alto) de otras recesiones menos graves (con un índice de difusión
  sincrónico sectorial más bajo).
- Caracterizar una economía nacional o en su caso de una economía regional por la naturaleza de su perfil recesional a lo largo de varias recesiones, distinguiendo aquellos sectores más recesivos (con índice difusión diacrónico sectorial más alto) de otros sectores menos recesivos (con un índice de difusión diacrónico más bajo). Y que este rasgo de las recesiones de los ciclos nacionales o en su caso los regionales, es estructural en la medida que representa una regularidad cíclica observada en varias recesiones.

Se puede ilustrar el uso de la matriz de indicadores recesionales para la economía mexicana en las recesiones de 1982. 1983, 1986, 1995 y 2009, en el cuadro 7, comprobando así que los sectores más recesivos de la economía nacional son los vinculados a las divisiones que integran la gran división de la industria manufacturera, por lo que se puede conjeturar que las entidades federativas en que dichas actividades predominen relativamente, serían las más recesivas.

 $\begin{array}{c} Cuadro\ 7 \\ Matriz\ de\ Indicadores\ recesionales\ IR_i^j\ de\ la\ economía\ mexicana\ de\ 17\ sectores\ económicos\ en\ 6 \\ recesiones \end{array}$ 

17 sectores de actividad económica			6 rece	siones			IDDS
17 sectores de actividad economica	1982	1983	1986	1995	2001	2009	צעעו
GD1 Agropecuario, silvicultura y pesca	1	0	1	0	0	1	50
GD2 Minería	0	1	1	1	0	1	66.7
DI Productos alimenticios, bebidas y tabaco	0	1	1	0	0	1	50
DII Textiles, prendas de vestir, e industria del cuero	1	1	1	1	1	1	100
DIII Industria de la madera y productos de madera	1	1	1	1	1	1	100
DIV Papel, productos de papel, imprentas y editoriales	0	1	1	1	1	1	83.3
DV Sustancias químicas, derivados del petróleo, caucho y	0	1	1	1	1	1	83.3
DVI Prod. Minerales. no Metálicos. excepto petróleo y carbón.	1	1	1	1	1	1	100
DVII Industrias metálicas básicas	1	1	1	0	1	1	83.3
DVIII Productos metálicos, maquinaria y equipo	1	1	1	1	1	1	100
DIX Otras industrias manufactureras	1	1	1	1	1	1	100
GD4 Construcción	1	1	1	1	1	1	100
GD5 Electricidad, gas y agua	0	0	0	0	0	0	0
DD6 Comercio, restaurantes y hoteles	1	1	1	1	1	1	100
GD7 Transporte, almacenamiento y comunicación	1	1	1	1	0	1	83.3
GD8 Servicios financieros, seguros y b. inmuebles	0	0	0	1	0	1	33.3
GD9 Servicios comunales, sociales y personales	0	0	1	1	1	1	66.7
IDSS	58.8	76.5	88.2	76.5	64.7	94.1	
Tasa de crecimiento del PIB nacional	-0.6	-4.1	-3.7	-6.1	-0.03	-6.0	

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco INEGI

Así como la matriz de Indicadores Recesionales IR<sub>i</sub> se puede construir para la economía nacional, también es posible elaborarla para cada una de las regiones del país, y por tanto se puede establecer la medida en que el perfil de recesión nacional-sectorial se replica a nivel regional-sectorial. En este sentido hay dos posibilidades extremas, la Matriz de Indicadores de Recesión IRij de la economía nacional coincide celda a celda con – por ejemplo- la Matriz de Indicadores de Recesión IRij de una economía regional *A*, o no coincide en absoluto. En el primer caso será del 100% similar y en el segundo caso será 0% similar, y en otros casos adoptará valores intermedios de mayor o menor semejanza relativa.

**Índice de semejanza** recesional regional = (# de recesiones sectorial-regional que coinciden con la respectiva sectorial-nacional en los años de recesión nacional / # de recesiones sectorial-nacionales)\*100.

Se puede calcular dicho índice comparando la matriz de indicadores recesionales de cada entidad federativa, con la matriz nacional y obtener los resultados que se muestran en el cuadro 8, y se puede conjeturar que las entidades federativas con un perfil recesional **más semejante al nacional, sería**n también las más recesivas.

Cuadro 8 Índice de Semejanza Recesional Regional

		ic Scincjanza i	Recesio			
	19	995	20	001	2009	
Entidades federativaS	# de recesiones	Índice de Semejanza recesional	# de recesiones	Índice de Semejanza recesional	# de recesiones	Índice de Semejanza recesional
Aguascalientes	10	76.9	5	45.5	13	46.4
Baja California	8	61.5	6	54.5	20	71.4
Baja California Sur	8	61.5	3	27.3	16	57.1
Campeche	10	76.9	6	54.5	15	53.6
Coahuila	9	69.2	10	90.9	18	64.3
Colima	12	92.3	9	81.8	16	57.1
Chiapas	8	61.5	6	54.5	14	50.0
Chihuahua	6	46.2	8	72.7	20	71.4
Distrito Federal	12	92.3	10	90.9	20	71.4
Durango	9	69.2	7	63.6	15	53.6
Guanajuato	9	69.2	7	63.6	16	57.1
Guerrero	9	69.2	9	81.8	17	60.7
Hidalgo	8	61.5	8	72.7	20	71.4
Jalisco	12	92.3	8	72.7	22	78.6
México	12	92.3	7	63.6	15	53.6
Michoacán	9	69.2	8	72.7	16	57.1
Morelos	12	92.3	4	36.4	16	57.1
Nayarit	11	84.6	6	54.5	15	53.6
Nuevo León	10	76.9	8	72.7	18	64.3
Oaxaca	8	61.5	6	54.5	13	46.4
Puebla	12	92.3	7	63.6	19	67.9
Querétaro	10	76.9	9	81.8	16	57.1
Quintana Roo	10	76.9	2	18.2	14	50.0
San Luís Potosí	9	69.2	8	72.7	18	64.3
Sinaloa	10	76.9	5	45.5	16	57.1
Sonora	6	46.2	5	45.5	16	57.1
Tabasco	10	76.9	6	54.5	16	57.1
Tamaulipas	5	38.5	7	63.6	18	64.3
Tlaxcala	10	76.9	5	45.5	16	57.1
Veracruz	10	76.9	9	81.8	16	57.1
Yucatán	11	84.6	6	54.5	15	53.6
Zacatecas	10	76.9	5	45.5	10	35.7

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI

Por lo que al tratar el asunto de las causas estructurales de las manifestaciones regionales diferenciadas de los ciclos nacionales, se cuenta con dos nuevos instrumentos muy importantes -que aquí se aportan a la literatura de los ciclos económicos clásicos- y que son aplicables al análisis regional. Se trata de:

- **Índices de difusión sincrónico y diacrónico** que permiten revelar *hechos estilizados* de los ciclos sectoriales nacionales que contrastados con los perfiles sectoriales regionales, posibilitarán postular que en las regiones en las que predominen los sectores que en lo nacional son lo más recesivos, serán también las regiones en que los ciclos nacionales se expresen con efectos recesivos más marcados.
- **Índices de semejanza** recesional que permiten comparar la incidencia sectorial de las recesiones en una región con lo que ocurre a escala nacional, y que permitirán aducir que las regiones más semejantes

a la economía nacional desde el punto de vista recesional, serán también las que presenten efectos recesivos más marcados.

Respecto al *mecanismo de impulso* o causa exógena, dado que los ciclos de las economías de México y EE.UU parecen cada vez más vinculados desde que se implementó el TLCAN y tanto la recesión 2001-2003 como la del 2008-2009 estuvieron fuertemente asociadas al comportamiento del sector exportador y por tanto al entorno internacional, otra causa de la diferenciación de las recesiones regionales sería el índice de correlación entre el crecimiento estatal y el crecimiento de EE.UU.

Puesto que la vinculación de las entidades federativas con el entorno internacional, tiene más facetas que las que el índice de correlación puede contener, es conveniente introducir otras dimensiones que revelen la articulación entre lo regional y lo global.

Y es que el proceso fundamental de los últimos veinticinco años en México fue su apertura a las corrientes de inversión y comercio mundial, las que transformaron parte de su estructura productiva y conformación regional. Por lo que resulta interesante examinar las entidades federativas desde el punto de vista de su exposición a dichos procesos característicos de la denominada globalización de las economías nacionales y regionales, mediante un Índice de Exposición a la Globalización (IGLOBE) resultado del promedio expresado en porcentajes de los indicadores que lo conforman, calculados como: (valor observado-valor mínimo)/(valor máximo-valor mínimo), los componentes y el índice se reportan en el cuadro 9.

Cuadro 9 Índice de Exposición a la Globalización 2006

		Indicadores de exposici			
Entidades Federativas	Índice de apertura	Dependencia de las importaciones de E.U.A.	Inversión extranjera directa (neta)	Valor agregado de la maquila de exportación	Índice de Exposición a la Globalización
	% (X+M)/PIB	% de Importaciones Totales	% PIB	% PIB	
Aguascalientes	111.3	8.7	1.1	2.7	21.9
Baja California	279.3	39.6	3.4	16.4	77.6
Baja California Sur	16.3	44.2	4.6	4	43.7
Campeche	9.8	8.8	0.1	0.4	4.9
Coahuila	227.6	32.6	1.2	6.9	46.8
Colima	7.6	25.7	1.6	0.4	17.4
Chiapas	4.9	1.3	0	0.4	1.4
Chihuahua	174.1	74.5	4.2	17.6	85.4
Distrito Federal	23	48	5.3	0.1	43.3
Durango	21.4	58.7	1.2	3.4	32.1
Guanajuato	62.1	35.7	-0.3	1.9	18.8
Guerrero	4.1	26.3	0.3	0.4	11.2
Hidalgo	13.6	43.4	0.1	0.4	16.8
Jalisco	83.4	28.2	1.3	4.4	29.3
México	44.3	74.2	1.8	0.1	37.5
Michoacán	9.8	52.1	1.1	0.4	24.1
Morelos	43.5	15.1	3.1	0.4	24.2
Nayarit	1.4	27	3.5	0.4	26.3
Nuevo León	85.9	39.3	2.6	3.9	38.7
Oaxaca	6.2	6	0.1	0.4	3.6
Puebla	79.7	7.1	1.4	1.3	18.0
Querétaro	71.5	22.2	1.1	0.4	19.6
Quintana Roo	5.1	44.6	1.5	0.4	23.1
San Luis Potosí	49.3	40	-0.1	3.4	22.2
Sinaloa	20.6	41.2	0.3	0.4	17.7

Sonora	132.2	53.2	1.3	6.2	44.6
Tabasco	6.1	22.2	0.5	0.4	10.9
Tamaulipas	141.7	57.7	2.1	14	61.8
Tlaxcala	46.6	30.5	0.2	0.4	15.9
Veracruz	22.1	7.5	0.1	0.4	5.5
Yucatán	34.1	8.7	0.2	2.8	10.9
Zacatecas	14.2	27.1	0.2	1.1	12.9

Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto Mexicano para la Competitividad (2008).

Y mediante regresiones de corte transversal se prueba la relevancia estadística de los factores endógenos (mecanismo de propagación) y los factores exógenos (mecanismo de impulso), tal que en las regresiones reportadas en el cuadro 10, se comprueba que:

- A mayor (menor) semejanza recesional, y mayor (menor) predominio de la manufactura, es de esperar una menor (mayor) resistencia recesional.
- A mayor (menor) correlación con el crecimiento de EE.UU. y mayor (menor) exposición a la globalización, es de esperar una menor (mayor) resistencia recesional.

Cuadro 10 Regresiones, recesiones de 1995, 2001-2003 y 2008-2009

		Caus	sas			
	Endógenas		Exóg	enas		
	Índice de Semejanza Recesional (ISREF)	Manufacturas/PIBE (MANUF)	Correlación con Crecimiento del PIB de EE.UU. (COREEUU)	Índice de Globalización (IGLOBE)	R <sup>2</sup> ajustada	F
1995	ISREF95 -0.006*** (-2.8)	MANUF94 -0.007** (-2.3)	No significativo	No Disponible	0.28	7.06
2001	ISREF0103 -0.007* (2.1)	No significativo	COREEUU9300 -0.394* (-1.98)	No disponible	0.31	8.03
2009	No disponible	MANUF06 -0.012*** (-5.0)	No significativo	IGLOBE06 -0.006*** (-5.2)	0.70	37.75

Todas las regresiones incluyen una constante. Los números entre paréntesis son los estadísticos t de los coeficientes, y si son significativos se resaltan en negritas, los asteriscos \*\*\*, \*\* y \* denotan niveles de aceptación de 99%, 97% y 95% respectivamente. Todas las regresiones utilizan 32 observaciones. Todas las ecuaciones pasan la pruebas de heterocedasticidad.

Fuente: Elaboración propia con Eviews, detalle de las regresiones y las pruebas econométricas en el Anexo Estadístico.

En las regresiones reportadas se establece que: en la recesión de 1995 predominan las causas endógenas (semejanza recesional y tamaño relativo de la manufactura); en las recesiones de 2001-2003 y 2008-2009 son importantes tanto las causas endógenas (semejanza recesional y tamaño relativo de la manufactura, respectivamente) como las causas exógenas (correlación con EE.UU. y grado de globalización respectivamente).

#### Conclusiones.-

En los estudios de las disparidades regionales está ausente la dimensión cíclica, en la tradición del enfoque clásico de Wesley C. Mitchell aquí se formuló y calculó nuevos índices como los Índices de Difusión Sincrónico y Diacrónico, el Índice de Semejanza Recesional, los que aunados al Índice de Resistencia Recesional y el Índice de Exposición a la Globalización, permiten identificar y distinguir las manifestaciones regionales de las recesiones clásicas nacionales, así como explorar las posible causas de la diversidad recesional regional detectada

Efectivamente se comprobó que hay diversidad recesional a escala regional en México, y como en la metáfora de Frish para explicar los ciclos, existe un *mecanismo de transmisión* o causa endogena (características estructurales de las economía regionales: semejanza recesional y tamaño relativo de la manufactura) y un

mecanismo de impulso o causa exógena (correlación con EE.UU. y grado de exposición a la globalización de las economías regionales).

Mientras que en la recesión de 1995 predominan las causas endógenas (semejanza recesional y tamaño relativo de la manufactura); en las recesiones de 2001y 2009 son importantes tanto las causas endógenas (semejanza recesional y tamaño relativo de la manufactura, respectivamente) como las causas exógenas (correlación con EE.UU. y grado de exposición a la globalización respectivamente).

Los procesos regionales descritos y explicados aquí, están vinculados a los macro procesos que la apertura comercial iniciada en 1985 y profundizada a partir del TLCAN en 1994, desataron. Pues desde el punto de vista del crecimiento definieron entidades federativas ganadoras (como los de la frontera norte) y entidades federativas perdedoras (como las del sur) revertiendo así el proceso de convergencia regional previo.

Sin embargo, puesto que las dos últimas recesiones 2001y 2009 afectaron más a las entidades federativas más ricas, el proceso de divergencia parece haberse detenido. Pero no como resultado de alguna política regional explicita que repare el aumento de las disparidades territoriales que la apertura detonó, sino más bien por los efectos más perjudiciales de las recesiones recientes en las entidades "ganadoras", especialmente de la frontera norte.

La propuesta presentada tiene alcances metodológicos pues para medir y comparar los impactos regionales de las recesiones: propone nuevos índices en la tradición del enfoque de Mitchell; y señala una manera de ponderar la importancia de los factores endógenos y exógenos en la determinación de la diversidad recesional regional que los índices revelan.

### Bibliografía

Burns, Arthur y Mitchell, Wesley. (1946). *Measuring Business Cycles*. National Bureau of Economic Research.

Erquizio, Alfredo (2001). "Índice líder y ciclo económico en México", Economía Informa. Núm. 301, 56-62.

Erquizio, Alfredo (2002): "Recesiones regionales: Sonora, 1995 y 2000", en el *XII Coloquio Mexicano de Economía Matemática y Econometría*, 29 de octubre del 2002. Universidad Autónoma Metropolitana, México, D F

Erquizio, Alfredo (2005): "Ciclos económicos regionales en México: 1994-2005" en el XV Coloquio Mexicano en Economía Matemática y Econometría, 7 al 11 de noviembre del 2005 en la ciudad de Tijuana.

Erquizio Alfredo (2006a): Ciclos Económicos en México. Editorial Universidad de Sonora. Colección Textos Académicos, #62, México

Erquizio, Alfredo (2006b): "Ciclos económicos en la frontera norte de México: 1980-2005" en (Carmen Bocanegra y Miguel Ángel Vázquez Ruiz, coordinadores), *Desarrollo regional y local. Tendencias, retos y estrategias*, Hermosillo, Editorial Unison.

Erquizio, Alfredo (2007a): "Identificación de los ciclos económicos en México, 1949-2006", *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía.* Vol. 38, Núm. 150, Julio-Septiembre, 235-250.

Erquizio, Alfredo (2007b): "Ciclos regionales y políticas públicas en México" en Bustamante Lemus Carlos et al (Coordinadores) *Reconstruir el desarrollo regional de México ante la recomposición del mundo*. Asociación Mexicana de Ciencias para el desarrollo Regional A.C.

Erquizio, Alfredo (2007c): "Ciclos económicos secto-regionales en México: 1980-2006" en el *XVII Coloquio Mexicano en Economía Matemática y Econometría* 21 al 25 de mayo del 2007 en la ciudad de Chetumal.

Erquizio, Alfredo (2008): "Ciclos económicos del Estado de México en el contexto regional: 1980-2005", p.25-p.56. en P. Mejía, O. M. Rodríguez Pichardo y L. E. del Moral Barrera (coords.), *Actividad Económica el Estado de México. Volumen I. Desempeño Productivo y Sector Externo*. Colección Mayor Administración Pública Número 5. Biblioteca Mexiquense del Bicentenario. Secretaría del Desarrollo. Gobierno del Estado de México.

Erquizio, Alfredo (2010a): "Gran Recesión 2008-2009 en EE.UU y México: un enfoque regional" en *Paradigma Económico. Revista de Economía Regional y Sectorial.* Facultad de Economía de la Universidad Autónoma de México. Vol. 2, # 2. Julio-Diciembre 2010. pp. 5-40

Erquizio, Alfredo (2010b): "Recesiones regionales en México: Diversidad y causas" en *Análisis Económico* Revista de Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad Autónoma Metropolitana. Número 60, Tercer Cuatrimestre, Volumen 25. pp.81-113

Erquizio, Alfredo (2011a): "El curso de la recesión mundial 2008-2009 y sus repercusiones en México y sus regiones" pp. 245-267, en Huesca, Luis (coordinador) Bienestar y Desarrollo en el siglo XXI. Centro de Alimentación y Desarrollo (CIAD)-Editorial Plaza y Valdez.

Erquizio, Alfredo (2011b): "La Gran Recesión de EE.UU. y de México 2008-2009 y sus efectos regionales" pp. 241-280 en Pablo Mejía Reyes y María Esther Morales (coordinadores) *Integración y Recesión Económica en el binomio México-Estados Unidos*. Universidad Autónoma del Estado de México.

Erquizio, Alfredo y Francisco Cienfuegos (2009): "La recesión 2008-2009 en México y sus manifestaciones regionales" en el *XIX Coloquio Mexicano en Economía Matemática y Econometría*,5 al 9 de octubre del 2009 en la ciudad de México, Escuela Superior de Economía del Instituto Politécnico Nacional.

Erquizio, Alfredo y Roberto Ramírez Rodríguez (2006): "Finanzas Públicas y ciclos económicos regionales en México: 1980-2004" en el *XVI Coloquio Mexicano en Economía Matemática y Econometría*, 6 al 10 de noviembre del 2006 en la ciudad de Xalapa.

Erquizio, Alfredo y Roberto Ramírez Rodríguez (2009): "El ciclo político- electoral del Gasto Público por entidad federativa 1993-2006" en el *XIX Coloquio Mexicano en Economía Matemática y Econometría*, 5 al 9 de octubre del 2009 en la ciudad de México, Escuela Superior de Economía del Instituto Politécnico Nacional.

Erquizio, Alfredo y Roberto Ramírez Rodríguez (2010): "Manifestaciones regionales diferenciadas de la Gran Recesión 2008-2009 en México: causas y asociación espacial" en *XX Coloquio Mexicano en Economía Matemática y Econometría*, 6 al 10 de septiembre de 2010 en la Universidad de Guanajuato. Campus Guanajuato. DCEA. Sede Marfil.

Erquizio, Alfredo y Francisco Vargas Serrano (2008): "Tipología de las recesiones regionales en México: 1994-2004" en el *XVIII Coloquio Mexicano en Economía Matemática y Econometría* realizado del 19 al 23 de mayo del 2008 en la ciudad de México, Facultad de Economía de la UNAM.

Frish, Ragnar. (1933). "Propagations problems and impulse problems in dynamic economics". En Economic essays in honour of Gustav Cassel. London. Georgr Allen and Unwin.

Jarsulic, Marc. (1993). "Recent developments in business cycle theory". *Review of Political Economy*. Vol 5. #3. pp 334-363.

Instituto Mexicano para la Competitividad (2008): Índice de Competitividad Estatal 2008. *Aspiraciones y Realidad: las Agendas del Futuro*. México.

Mejía Reyes, Pablo (2003): "Regularidades empíricas en los ciclos económicos de México: producción, inversión, inflación y balanza comercial", Economía Mexicana. Nueva Época. Vol. XII, Núm. 2, pp. 231-274.

Mejía Reyes, Pablo y Alberto Mejía Reyes (2007); "Fluctuaciones cíclicas en México y en el Estado de México en el contexto del TLCAN: ¿cuáles son los hechos?", *Economía, Sociedad y Territorio*. Toluca, Vol VII, #25, 103-127.

Slutzky, Eugen. (1937). "The Sumation of Random Causes as Source of Cycles Processes". *Econometrica*. April 5 (2). pp. 104-146.

#### Anexo estadístico

		Causas				
	Enc	dógenas	Exógenas			
Nomenclatura	Índice de Semejanza Recesional (ISREF)	Manufacturas/PIBE (MANUF)	Correlación con Crecimiento del PIB de EE.UU. (COREEUU)	Índice de Globalización (IGLOBE)		
1995	ISREF95	MANUF94				
2001	ISREF0103		COREEUU9300			
2009		MANUF06		IGLOBE06		

## Regresión 1: recesión de 1995

Dependent Variable: IRREF95 Method: Least Squares Date: 09/25/10 Time: 20:32 Sample: 1 32 Included observations: 32

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.034243	0.169488	6.102158	0.0000
ISREF95	-0.006255	0.002173	-2.878703	0.0074

MANUF94	-0.007892	0.003373	-2.339649	0.0264
R-squared	0.327667	Mean dependent var		0.449068
Adjusted R-squared	0.281299	S.D. dependent var		0.198937
S.E. of regression	0.168652	Akaike info criterion		-0.632903
Sum squared resid	0.824858	Schwarz criterion		-0.495490
Log likelihood	13.12645	F-statistic		7.066693
Durbin-Watson stat	1.761146	Prob(F-statistic)		0.003162

# Regresión 2: recesión de 2001

Dependent Variable: IRREF0103 Method: Least Squares Date: 09/25/10 Time: 20:39 Sample: 1 32 Included observations: 32

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.252671	0.207845	6.026948	0.0000
ISREF0103	-0.007997	0.003743	-2.136409	0.0412
COREEUU9300	-0.394455	0.198502	-1.987156	0.0564
R-squared	0.356612	Mean dependent var		0.498250
Adjusted R-squared	0.312240	S.D. dependent	var	
S.E. of regression	0.223740	Akaike info crite	erion	
Sum squared resid	1.451732	Schwarz criterio	n	
Log likelihood	4.081619	F-statistic		
Durbin-Watson stat	2.010541	Prob(F-statistic)		
Dependent Variable: IRREF0103				

# Regresión 3: recesión de 2009

Dependent Variable: IRREF0809 Method: Least Squares Date: 09/25/10 Time: 21:54 Sample: 1 32 Included observations: 32

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.957136	0.050105	19.10269	0.0000
IGLOBEF06	-0.006502	0.001233	-5.273516	0.0000
MANUF06	-0.012307	0.002416	-5.094684	0.0000
R-squared	0.722538	Mean dependent	var	0.575500
Adjusted R-squared	0.703403	S.D. dependent var		0.242549
S.E. of regression	0.132094	Akaike info criterion		-1.121541
Sum squared resid	0.506018	Schwarz criterion		-0.984129
Log likelihood	20.94466	F-statistic		37.75938
Durbin-Watson stat	1.802436	Prob(F-statistic)		0.000000

# Pruebas econométricas

Pruebas de adecuación estadística	Regresiones				
Fluebas de adecuación estadística	1	2	3		
Heterocedasticidad					
ARCH(1)	0.350952	0.542130	0.487592		
ARCH(2)	0.595708	0.473917	0.655112		
WHITE N.C.	0.842183	0.179030	0.964426		
WHITE C.	0.574752	0.281093	0.896292		
Normalidad					
JARQUE-BERA	0.213532	0.277550	0.00000		

Nota: Se consigna el valor de probabilidad de las pruebas respectivas, si P>0.05, pasa la prueba

# DINAMICA DEL CONSUMO DE GASOLINA EN LA FRONTERA JUAREZ-EL PASO

(MODELO ECONOMÉTRICO FTL ARIMA Y EL ANÁLISIS DE LA ELASTICIDAD PRECIO-DEMANDA)

Gabriel Muñoz Sapien Mtro. en ciencias económicas

#### LINTRODUCCION

En este documento se tiene como objetivo realizar una estimación de un modelo de demanda de gasolina para Ciudad Juárez, México. Un análisis de series de tiempo de los componentes estacionarios no se ha realizado extensivamente para la región. Algunos estudios se han realizado con anterioridad en otras regiones tratando de modelar el comportamiento de consumo de gasolina, por nombrar algunos, Nicol (2000), Aydemil (2002) realizaron independientemente una estimación del consumo para Estados Unidos y Canadá, Banfi, Filipini y Hunt (2003) lo hicieron para las ciudades con frontera en Suiza y Haro e Ibarrola (1999) calcularon las elasticidades precio-demanda de gasolina para las ciudades de la frontera norte de México.

Hay que destacar que este es un tema importante para la región, ya que existe una problemática relevante por el consumo de este bien, debido que Ciudad Juárez es frontera con la ciudad del Paso Texas, esto hace que el bien de la gasolina tenga un sustituto debido a que los consumidores de Juárez se encuentran con la opción de cruzar la frontera para adquirir este bien, a causa de un precio menor en el lado americano. Ante esta problemática el gobierno federal apoyando a los comerciantes de gasolina en la frontera norte de México, toma la decisión de poner en marcha un sistema de homologación del precio de la gasolina en esta región, por lo cual el precio del el bien sustituto (precio de la gasolina en El Paso TX.) se incorpora a la construcción del modelo.

Gracias a que el requerimiento de datos no es muy extensivo, el desarrollo del modelo es factible y para muchas áreas en el ámbito mundial, regional y municipal, incluyendo países en desarrollo. Este trabajo examina la aplicabilidad de dicha herramienta para ciudad Juárez, siendo esta una economía metropolitana en el norte de México, teniendo más un millón y medio de habitantes y un gran numero de migrantes a causa de la industria maquiladora y de manufactura que hay en la ciudad.

La metodología empleada pertenece a la área general del análisis de regresión con modelo de series de tiempo con autoregresivos y promedios móviles (ARIMA) con función de transferencia (Box and Jenkins, 1976). Este acercamiento es seleccionado debido a que este permite la incorporación de la influencia de variables independientes en un marco donde también se incluyen componentes univariados de la serie de tiempo de la variable dependiente. Para llevar a cabo el análisis, se emplea el proceso de construir una función de transferencia lineal (FTL). La anterior ha sido utilizada y ha mostrado ser de gran utilidad en investigaciones econométricas regionales. Fullerton, Nava (2003) mostraron la gran utilidad de esta técnica a través del modelamiento del consumo de agua para la cuidad de Chihuahua, México. Complementando el diagnóstico estándar, la realidad y ajuste del modelo es también avaluada vía ejercicios de simulaciones fuera de muestra de las series. Utilizando técnicas como las utilizadas por Tserkezos (1992) donde modela y pronostica el consumo de electricidad familiar en Grecia, usando modelos con funciones de transferencia. Liu,Lin (1991) elaboran el mismo análisis con las mismas técnicas obteniendo resultados favorables para el consumo de gas natural en Taiwán.

En el análisis se incorpora una calculo de la elasticidad precio – demanda de gasolina, para conocer el comportamiento de los consumidores ante un cambio en el precio relativo de este bien. Se Utilizaran series de datos mensuales en un periodo que comprende del año 2000 al 2009. Hay que destacar que en este periodo el gobierno federal (Dic.2002) puso en marcha la homologación del precio de la gasolina en la frontera.

El documento se estructura básicamente en las siguientes partes: en la segunda parte se realiza una reseña sobre estudios anteriores realizados tratando de modelar el consumo de gasolina en varias regiones, así como las variables y técnicas utilizadas por cada unos de los autores. Se hará una comparación de los resultados obtenidos en estos estudios, así como las metodologías empleadas. En la tercera parte del documento se desarrolla la estimación del modelo formal teórico y empírico, utilizando series de tiempo mensuales en un periodo 2000-2009. En la cuarta parte del presente se realiza todo un análisis empírico el cual explica el modelo, así como el estudio de las elasticidades.

#### II REVISION DE LITERATURA

Esta revisión es respecto a los estudios sobre demanda de gasolina, así como el análisis de las elasticidades entre as variables que afectan directamente la demanda. Esta revisión recaba evidencia de la repuesta sobre cambios en el consumo de gasolina ante cambios en el precio, reportando evidencia empírica de diferentes países y regiones. Estos estudios muestran el efecto del precio en el consumo de gasolina, enfatizando diferencias que fueron encontradas entre elasticidades a largo y corto plazo. También en esta revisión comparamos los modelos utilizados de demanda y las diferentes metodologías, así como las variables utilizadas por los diferentes autores. Algunos artículos e investigaciones de las características de la demanda de gasolina son mencionados aquí de manera cronológica. En la mayoría de los casos estos estudios proveen nuevas estimaciones empíricas, así como también revisión de material.

El propósito es proveer una actualización general de las investigaciones de la literatura internacional de la demanda de gasolina, dando una evaluación de la magnitud general de las elasticidades relevantes. Esta revisión se enfoca en identificar los principales temas en la literatura y busca ilustrar algunos de los nuevos resultados y direcciones que han aparecido en investigaciones recientes.

Drollas (1994) elabora estudios sobre las elasticidades de demanda de gasolina y también muestra sus propios estimadores para países europeos en la época de los 1980s. El autor cita elasticidades precio e ingreso de estudios anteriores, primordialmente elaborados en EU. Su estudio utiliza diferentes técnicas de modelación incluyendo especificaciones estáticas cross-seccionales y series de tiempo. Dentro de sus hallazgos se encuentran que la demanda de gasolina puede ser inelástica en el corto plazo, al largo plazo la elasticidad precio demanda tiende a ser elástica, alrededor de -.8.

Blum (1998) muestra estudios de series de tiempo agregadas de demanda de gasolina para Alemania y Austria. El autor elabora una tipología estudios de demanda de gasolina basados en una estructura econométrica formal de los modelos usados y provee comentarios de resultados obtenidos. Los modelos son distinguidos con respecto ala forma de la función de demanda, el tratamiento del tiempo, la estructura del componente del error, y la técnica de estimación. Dentro de los resultados que obtiene enfatiza los efectos a corto plazo. La elasticidad precio demanda de gasolina para Alemania y Austria es alrededor de -.25 y -.83 respectivamente.

Foos (1986) examina un mayor número de variables que la mayoría de los estudios encontrados sobre demanda de gasolina, incluyendo importantes variables exógenas como el nivel de actividad económica, los precios de otros bienes, condiciones del medio ambiente, precio de la gasolina, empleo, ingreso, y la disponibilidad de infraestructura. Los datos usados por Foos son para Alemania occidental, y son series mensuales de enero de 1968 a diciembre 1983. Dentro de sus resultados se encuentran que a corto plazo el efecto de la elasticidad precio es de -.28 y es parecido a los encontrados en estudios

#### Comparados.

Sterner (1990) examina el precio y consumo de gasolina en países miembros de la OCDE. Su investigación encuentra que la elasticidades del precio a largo plazo se encuentran alrededor de -1.0 a -1.4. y que tienden a caer a un intervalo de -.6 -1.0. Usando datos para la OCDE entre 1962 y 1985 Sterner muestra su propio conjunto de estimadores. La elasticidad del precio en un modelo dinámico a corto plazo perece encontrarse entre -.2 y -.3. El mismo Sterner (1992) examina la sensibilidad del precio sobre la demanda de gasolina de transporte. Reporta resultados de investigaciones recientes (Dahl, Sterner, 1991), cuales estratifican una variedad de resultados previos por tipo de modelo y datos usados, y calcularon elasticidades promedio por cada categoría. Los resultados obtenidos de los modelos dinámicos para los países de la OCDE sobre el periodo 1960-1985 muestran grados de diferencia en el corto y largo plazo ante la magnitud de la elasticidad del precio. En e corto plazo la elasticidad del precio- demanda de gasolina varia entre -.10 a -.24 dependiendo de el modelo estimado. La equivalente para el largo plazo este entre -.54 a -.96. Promediando estos estimados da un valor a corto plazo de -.23 y a largo plazo de casi al menos de tres veces más, -.77.

Sterner presenta elasticidades de corto y largo plazo, estos estimados generados de modelos con variables endógenas rezagadas para 20 países de la OCDE. Dada un error estándar medio con 95 % de confianza el intervalo del promedio del efecto a corto plazo es de -.66 a -.42, y a largo plazo de -.21 a -1.37.la elasticidad a largo plazo de los países de la OCDE es aproximadamente 3.3 veces más grande comparada con la de corto plazo.

Sterner y Dahl (1992) extendieron la investigación hacia asuntos metodológicos, revisando un gran número de estudios con modelos diferentes que habían sido desarrollados para explicar cómo la demanda de gasolina se relaciona con el precio y otras variables. Ellos encontraron que diferentes especificaciones del modelo pueden proporcionar diferentes estimadores, y compararon los resultados del modelo aplicándolos a la misma muestra

de datos de la OCDE (1960-1985). Encontraron que las elasticidades a largo plazo pueden ser estimadas con modelos dinámicos con datos de series de tiempo o con modelos estáticos con datos cross-seccionales.

Dahl (1995) hace una revisión de numerosos estudios previos de demanda de gasolina elaborados desde 1977 y hace una actualización con evidencia de estudios recientes para los estados unidos. Los estudios revisados fueron concernientes a elasticidades precio demanda el mundo industrializado y generalmente estos mostraron un valor de la elasticidad de largo plazo entre -.7 y -1.0.

Dentro de los estudios más recientes podemos nombrar a Masayoshi Tanishita (2005) elabora un investigación donde analiza la elasticidades del el precio y del ingreso sobre la demanda de gasolina y sus cambio de corto y largo plazo. Utilizando un modelo de regresión básico encuentra la misma tendencia para las ciudades de Japón. El periodo analizado es en los 1980s y los 1990s. Utilizando variables como densidad de población y infraestructura carretera, y también cambios tecnológicos. Dentro de sus hallazgos encontró que como en estados unidos las elasticidades del precio y del ingreso decrecieron de los 80's a los 90's en las grandes ciudades. Eskeland y Feyzioglu (1997) analizaron las elasticidades del ingreso y precio para los estados de México. Mostrando una elasticidad de largo plazo de 3.34 y -.62 respectivamente.

Por otra parte, también en México Haro e Ibarrola (1999) analizan y determinan la sensibilidad de la demanda de gasolina comercializada en la zona fronteriza y estatal del norte de México. Utilizando un modelo econométrico de regresión simple y de panel. Utilizan variables como ingreso per cápita, precio relativo, y tipo de cambio, con datos de enero de 1995 a julio de 1999. Mostrando una elasticidad precio de la demanda de gasolina en promedio de -.312 para todos los estados, y de-.43 en promedio para el Area de Ciudad Juárez Chih.

## Estudios sobre demanda individuales y hogares: datos a niveles micro.

Un importante punto alrededor de los estimados de elasticidades de demanda de gasolina es las diferencias analíticas permitidas por el uso de datos agregados en oposición a datos desagregados. La mayoría de los estimadores mencionados anteriormente. Y los vastos estudios de demanda de gasolina en general, son basados en datos agregados de un país a un nivel nacional. Además, estos estudios consideran conjuntamente demanda comercial y a nivel de consumidor individual. Algunos autores han recientemente mostrado que el uso de datos a nivel micro, los cuales reflejan el comportamiento individual y de los hogares más detalladamente, pueden añadir detalles para un mejor entendimiento de la naturaleza temporal de la respuesta del consumidor.

Eltony (1993) utiliza datos de los hogares para cuantificar respuestas de comportamiento que un aumento a la elasticidad negativa del precio –demanda de gasolina. El estimo la demanda de gasolina de hogares de Canadá utilizando datos de series de tiempo y cross-seccionales. Su modelo reconoce tres principales respuestas de comportamiento de hogares ante cambios en los precios: manejar menos millas, compra de menos autos y comprar autos más eficientes. Eltony estimo cinco ecuaciones separadas que tratan de explicar: demanda de gasolina por auto; autos por hogares; compra de nuevos autos por hogar; eficiencia de nuevos autos; y el radio de ventas de nuevos autos. Usando datos de las provincias de Canadá de 1969-1988 estimo una elasticidad de corto plazo del precio por auto de -.21.

De estos estimadores Eltony determina la elasticidad dinámica del precio de la demanda de gasolina para Canadá simulando el modelo en el periodo de 1989 a 2000. El asume un caso en donde el ingreso de las familias, la tasa de desempleo. El precio de las de los autos nuevos, la tasa de interés, y el precio de la de gasolina por galón en Canadá y en estados unidos son iguales a los valores de 1988 y se mantienes constantes por el resto del horizonte del tiempo. En una solución alternativa del modelo el precio de la gasolina en Canadá i estados unidos se asume que aumenta en un 10 por ciento. Las dos soluciones del modelo son obtenidas y el porcentaje cambia en el consumo de gasolina computado.

Sus resultados para el corto plazo (1 año) y el largo plazo (2 a 10 años) son mostrados en la sig. Tabla 1.

Elasticidad Dinámica	Del Precio	Demanda De	Gasolina	En Canadá	Tahla (1)
Liasuciuau Dinamica		, Dumanua Du	. Gasuilla	En Canaua	iavia (i)

Año		Año	
1	-0.3120	7	-0.8935
2	-0.4673	8	-0.9478
3	-0.5370	9	-0.9839
4	-0.5981	10	-1.0073

5	-0.6984	11	-1.0192
6	-0.8132	12	-1.0239

Fuente: Eltony (1993).

La tabla anterior demuestra un número importante de puntos acerca de los efectos a corto y largo plazo de incrementar el precio de la gasolina. La elasticidad dinámica de precio de corto plazo es estimada en -.31. El estima que al menos un 75 por ciento de la respuesta de los hogares ante un cambio del precio en el primer año se puede atribuir a que manejas menos millas. Un 10 por ciento resulta de la alteración con autos más eficientes, y el 15 por ciento restante puede ser atribuido a cambios en el tamaño de los autos. También encontró una elasticidad intermedia (5 años) en un rango de -.689 a -.709, y a largo plazo de -.975 a-1.059. La tabla también muestra una rápida respuesta ante un incremento en el precio en los primeros 4 años. Eltony interpreta estos resultados señalando que es de gran importancia aumentar la eficiencia de los autos, como técnica efectiva para reducir el consumo de gasolina de los hogares.

Rouwendal (1996) busca una verificación directa de la validación de las respuestas de comportamiento a corto plazo de un incremento del precio usando datos de consumidores individuales. El autor obtiene información acerca del uso de gasolina por kilómetro manejado de un panel de autos privados alemanes, un panel rotativo en donde los conductores participaron por tres meses. Rouwendal busca investigar las relaciones entre el uso de gasolina y otra información grabada acerca de autos y sus conductores en el corto plazo. Con respecto a los autos, el observa el peso, volumen de cilindros, año de fabricación, y tipo de gasolina, las características del conductor incluyen sexo, clasificaciones de años e ingreso, número total de kilómetros manejados cada año por el principal conductor, información, la distancia entre el hogar y el trabajo.

El autor presenta estimadores de mínimos cuadrados ordinarios OLS para especificaciones que son lineales en los parámetros con logaritmos en el número de kilómetros manejados por litro de gasolina como variable dependiente. Sus resultados muestran que los carros pesados son menos eficientes que otros y los de diesel son más eficientes. Los efectos del sexo no son encontrados pero la edad es importante ya que los conductores más viejos generalmente son menos eficientes con respecto a la gasolina. Con respecto a los precios de la gasolina, Rouwendal estima que un incremento en 10

Porciento inducirá alas conductores a incrementar el promedio de distancia por litro de gasolina en un 1.5 por ciento. Sorpresivamente, el ingreso resulta ser insignificante.

La respuesta a corto plazo es también investigada por Hensher (1990), pero su caso el estudio es con respecto al uso de vehículos y el precio de gasolina. El autor desarrolla un modelo para explicar los kilómetros por vehículo por año de hogares in la ciudad metropolitana de Sydney, Australia, en términos de rangos de características de vehículos como también los atributos del precio y del ingreso. Él pudo distinguir elasticidades en base a las características de propiedad de autos por hogares. Hensher comienza de la premisa que los hogares enfrentan una serie de alternativas de tecnologías de los vehículos y selecciones aquella que es consistente con la maximización de la utilidad. Estimadores de parámetros son presentados en la ausencia de selectividad de vehículos y con la presencia de esta selectividad donde esta es derivada de una especificación no lineal.

Los resultados de Hensher son consistentes con los hallazgos de Rouwendal acerca de la respuesta a corto plazo. Ellos muetran un efecto substancial del el precio en el uso de vehículos, pero un pequeño e insignificante efecto el ingreso. La elasticidad estimada a corto plazo del precio uso de vehículo fue de -.26 de familias con 1 vehículo, de -.33 con 2 vehículos, y de -.39 con 3 vehículos.

#### Estudios analizando la Tecnología de vehículos y eficiencia de gasolina

Algunos estudios han investigado las características respecto a la eficiencia de gasolina y la tecnología en vehículos en modelos de demanda de gasolina. Típicamente, los estudios de elasticidades de gasolina y particularmente aquellos que usan datos agregados, no han utilizado mucho esta variable o no le han puesto gran atención. El interés en el rol de esta variable ha crecido en los últimos tiempos y ha a traído la importancia de los investigadores que tratan temas ambientales, emisiones de vehículos y externalidades ambientales.

Por ejemplo Baltagi y Griffin (1983) proporcionan un ejemplo del tratamiento explicito e la eficiencia de la gasolina e une estimación de la demanda. Estudian las magnitudes de las elasticidades. Houthaker (1974) en un estudio para estados unidos indica elasticidades muy bajas del precio demanda en un rango de -.4 a -.24 usando datos cuatrimestrales cross- seccionales de los estados. Sweeney (1978) por otro lado usando un

modelo donde incorpora las características de eficiencia de un flete de autos, encuentra una elasticidad de largo plazo de -.73.

Espey (1996b) analiza el rol del precio de la gasolina, ingreso, el impuesto del gobierno y el cambio tecnológico con influencia a la elección de los consumidores con respecto a la economía de gasolina. El estudio utiliza datos internacionales de 8 países entre 1975 a 1990. la ecuación estimada explica la demanda de economía de gasolina (promedio de la eficiencia de la gasolina, Km./litro) por los precios, el ingreso per capita, las compras de autos y el impuesto sobres registro, y el tiempo que refleja el cambio tecnológicos sus resultados indican que la elasticidad precio economía de la gasolina alrededor de .20.

Johansson y Schipper (1997) examinaros aspectos en consumo de gasolina en relación con la disminución de viajes y el incremento de la eficiencia de la gasolina en

12 países de la OCDE durante el periodo 1973 a 1992, entre ellos: EU, RU, JAPON, AUSTRALIA, ALEMANIA, FRANCIA, ITALIA, HOLANDA, SUECIA, DINAMARKA, NORUEGA, y FINLANDIA. Los dato fueros desagregados en tal forma que permitieran estimar parámetros para el inventario de vehículos, intensidad media de gasolina, y la distancia media manejada anual. Usando una variedad técnicas de estimación y modelos, los autores usaron sus resultados para obtener estimadores a largo plazo y demanda de viajes. Los resultados confirmaron la importancia de que un aumento en le eficiencia disminuye la demanda. El valor de la elasticidad fue de -.7.

### Estudios con Datos no estacionarios y técnica de cointegracion

Si la variable dependiente y la independiente son variables con tendencia y movimiento, se dice que los datos de las series de tiempo son no estacionarios, y si existe una relación entre ellos entonces se dice que hay cointegracion. Entonces la media y la varianza de las series de tiempo no son constantes en el tiempo y el valor del proceso en cualquier punto depende del periodo del tiempo por sí solo. La técnica de cointegración es diseñada para distinguir la relación a largo plazo, la manera en la cual dos variables cambian conjuntamente.

Bentzen (1994) estima elasticidades a corto y largo plazo de demanda de gasolina para Dinamarca usando una serie de datos anuales cubriendo un periodo de 1948 a 1991. El modelo estimado explica el consumo de gasolina per capita por el precio de gasolina, el stock de vehículos, y el incremento en la eficiencia representada por el cambio en el tiempo. El autor encuentre una relación estable entre las variables en su modelo y sigue estimando un modelo con corrección de error para distinguir los efectos de corto y largo plazo. La elasticidad estimada del precio de corto plazo es de -.32 y de largo plazo es de -.41. La elasticidad de corto plazo estimada por Bentzen es similar a los valores reportados en otros estudios. La de largo plazo es un poco más pequeña.

Samimi (1995) usa la técnica de cointegracion para examinar las características de corto y largo plazo de demande de energía en el sector de transporte en Australia. Utilizo datos cuatrimestrales del sector de 1980 a 1993. El modelo estimado tiene una estructura endógena con rezago. La variable dependiente es la demanda de energía en el sector transporte, la cual incluye gasolina y diesel. Las variables independientes son los precios, el rezago de demanda, y la producción de transporte. Los estimados de cointegracion estiman una elasticidad del precio de -.02 en el corto plazo y de -.12 en el largo. El nota que la elasticidad del precio para Australia es mucho menor que la encontrada en estudios anteriores. El explica que se debe a los diferentes periodos de tiempo y especificaciones econometritas, y que esto implica diferentes estimadores.

Eltony y Al-Mutairi (1995) estiman la demanda de gasolina en Kuwait pera el periodo de 1970 a 1989 usando un modelo de cointegracion y corrección de error. El modelo que estiman, el cual es idéntico al de Bentzen (1994), explica el consumo per capita de Kuwait por el precio de gasolina y el ingreso real. Los resultados de cointegracion muestran una elasticidad a corto plazo del precio de -.37 y a largo plazo de-.46. de nuevo el valor está afuera del rango típico reportado en la literatura.

La demanda de gasolina en la India es examinada por Ramanathan (1999) usando una metodología de cointegracion para analizar el comportamiento a corto y largo plazo, el modelo estimado en el documento explica el consumo per capita de gasolina a nivel nacional como función del PIB per capita y el precio de la gasolina. Datos de series de tiempo son usados para la estimación cubriendo un periodo de 1972 a 1994. los resultados del autor para la india es una elasticidad de corto plazo del precio de -.21. y de largo plazo de -.32, el modelo de cointegracion indica que el ajuste del consumo de gasolina se da a largo plazo con una tasa de 28% del ajuste ocurriendo a corto en el primer año. El deriva un efecto inelástico en el precio. Y concluye que aumentando el precio de la gasolina como instrumento de política no parece tener influencia alguna en la demanda de gasolina en India.

Los estudios de cointegracion de datos de series de tiempo estiman una elasticidades que son substancialmente más bajas que las reportadas en otros estudios, investigadores que adoptan esta particular técnica frecuentemente explican que esto se debe a la aplicación de un tratamiento más apropiado de la naturaleza no estacionaria de los datos.

Este es un solo un resumen de los estudios encontrados acerca de la demanda y consumo de gasolina en las diferentes regiones a nivel mundial. Estos utilizando diferentes metodologías, en su mayoría encontrando elasticidades parecidas entre ellos. Sin embargo, la metodología que trataremos de utilizar en este estudio es utilizando una técnica econometrita con un modelo ARIMA con función de transferencia (Box y Jenkings, 1976). Ya que esta técnica ha demostrado ser de gran utilidad y mostrado buenos resultados en el ajuste a través del modelamiento de los datos. Esta técnica no es muy fácil encontrarla en estudios de consumo de gasolina, y mucho menos estudios aplicados a nivel ciudad. La anterior demostrado ser de gran utilidad para estudios regionales econométricos.

### Estudios relacionados utilizando la misma metodología

Mientras que el ingreso per capita municipal es difícil de obtener, los datos mensuales de consumo de gasolina, y precio local y precio de bien sustituto fue posible obtenerlo. Dado la gran utilidad en ejercicios de corto plazo de planeación, es sorprendente que las técnicas de modelación univariables y multivariables ARIMA no han sido muy ampliamente aplicadas en este segmento. Estudios de series de tiempo para el consumo de otros bienes publicos y los patrones han sido exitosamente aplicados la metodología ARIMA.

Esta técnica fue utilizada por Fullerton y Nava (2003) modelando el consumo de agua para la ciudad de chihuahua, México. Utilizaron datos mensuales en un periodo de 1988 a 2000.utilizan variables como el precio real, la producción industrial la lluvia y la temperatura. Usando los componentes estacionarios modelan y aplican también la técnica de correlación. Arenque obtienen resultados mixtos, algunos de sus estimadores fallan en significancia. La simulación fuera de muestra parece tener una buena actuación y de ajuste.

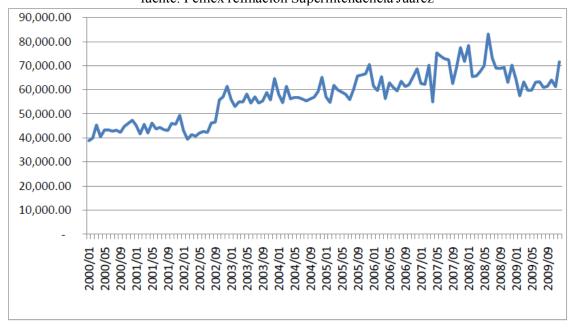
Esta Técnica también es utilizada por Dikaios Tserkezos (1991). El emplea modelos de función de transferencia para explorar la dinámica de las relaciones entre el consumo de electricidad, el índice de producción industrial, la temperatura, y el precio de la electricidad. Usando datos mensuales y cuatrimestrales para Grecia con 180 observaciones de 1975 a 1989. Encuentra que la actuación del pronóstico fuera de muestra con datos mensures es buena y aceptable. y demuestra que es fácil derivar un apropiado modelo de función de transferencia usando este método FTL (función de transferencia lineal).aunque haya estacionalidad en las series de datos. El concluye que el método FTL es muy flexible y conveniente en la identificación en modelos de transferencia con insumos múltiples. Por otra parte Lon-Mu Liu y Maw-Wen Lin (1991) utilizando exactamente la misma metodología y Técnica de FTL, analizaron el consumo de electricidad para Taiwán. Utilizando las mismas variables, encontraron que el modelo tenia buenos resultados el tratar de pronosticar dentro y fuera de muestra.

Fullerton (2000) empleo funciones de transferencia ARIMA, al examinar la respuesta en traslados internacionales ante cambios en la tasa de cambio de la moneda en ciudad Juárez, México. Utilizo datos en n periodo de 1979 a 1988. Las ecuaciones ARIMA que construyo resultaron ser exitosas para todas las series. La mayoría d e los parámetros fueros significantes, aunque no realizo un pronóstico fuera de muestra para evaluar el modelo.

Esta parte solo muestra la revisión de los vastos estudios relacionados con la demanda de gasolina. Algunos de ellos utilizando diferentes metodologías y periodos de tiempo y diferentes regiones. La mayoría de ellos a nivel país. Así como también estudios regionales sobre demanda de otros bienes, los cuales utilizan la metodología, que resulta ser de gran utilidad para ellos, por lo cual la seleccionamos para nuestro estudio posterior.

### III. DATOS Y METODOLOGIA

Los datos de consumo de gasolina en la región de Cd Juárez fueron obtenidos en la superintendencia de Pemex en la región, los cuales incluyen ventas mensuales de gasolina Magna en el periodo de Enero 2000-Diciembre 2009, los cuales incluyen ventas agregadas de las todas las estaciones de la ciudad en medida miles de M3. La siguiente grafica 1 muestra la evolución de el volumen de ventas es este periodo.



Grafica 1 Volumen de ventas Juárez 2000-2009, fuente: Pemex refinación Superintendencia Juárez

Los datos sobre los precios de la gasolina Magna en la frontera fueron obtenidos de PEMEX( Superintendecia en Ciudad Juarez), ya que se encuentran disponibles en la base de datos del INEGI, pero no segregados por ciudad, solo por frontera norte, estos series mensuales estan representadas en Pesos por litro durante el periodo 2000-2009. La serie de precios de gasolina de El Paso Texas fue posible encontrarla en la base de datos del Departamento de Energia de Estados Unidos, disponible en internet. La serie muestra los precios en Dolares por Gallon. Los precios necesitaron ser convertidos a la misma unidad de medida, por motivos de comparacion, lo cual se convirtio el gallon en unidades de litro, por consiguiente los precios necesitaron ser convertidos de la misma manera, el precio por litro en dolares de El Paso Tx, se convirtio a Pesos por litro, utilizando la serie de tipo de cambio obtenida de la base de datos del Banco de Mexico, lo cual permite equiparar los precios en la misma unidad de medida, en pesos por litro, Variable tranformada a Prel(Precio Relativo).

Otra variable de interes para el estudio, y que suponemos que es de gran influencia para el modelo es el nivel de empleo en la Zona de Ciudad Juarez. Esta serie se obtuvo de la base de el Inegi, la cual es el volumen de asegurados por el IMSS( instituto Mexicano del Seguro Social). Esta serie fue posible andirla al modelo, ya que se encuentra la serie desagregada mensualmente.

La variable de cruces fronterizos también es analizada e introducida al estudio. Esta serie fue obtenida atraves del instituto de inmigración de estados unidos, la cual muestra el total de cruces vehiculares mensuales, agregando los tres puentes internacionales, el puente de las Américas, Santa Fe y puente Intl. Zaragoza. Variable cual se espera tenga algún impacto sobre el volumen de ventas local.

Por último, una variable es desarrollada, el Deflactor del precio de la gasolina en Juárez utilizando el índice de precios nacional, la cual también es incluida al estudio del modelo, viendo si este tendría algún efecto negativo sobre la demanda de este bien, ya que el aumento de este índice provocaría un nivel más bajo de poder adquisitivo, disminuyendo asi en consumo y los traslados vehiculares al exterior.

Una variable que sería de gran importancia de incluir es el índice de altas y bajas del padrón vehicular pero no se encuentran series disponibles ni datos oficiales mensuales ya sea en dependencias municipales ni estatales.

#### Metodologia

En este trabajo no estamos itereresados exclusivamnete a generar un modelode consumo de demanda agregada, sino mas bien esta enfocado a analizar los cambio de la demnada de gasolina ante cambios en el diferencial de precio de este bien, asi que contruyendo un modelo representativo, podemos estimar el impacto de los cambios de precios en la demanda.

Para modelar la demanda de gasolina en Ciudad Juarez, utilizamos una funcion de transferecia lineal ARIMA(FTL), los componentes estacionarios de los datos, definidos como primeras diferencias que no cambian

durante el tiempo, son modelados utilizando esta tecnica. Así como tambien estimaciones de correlaciones cruzadas para estimar y definir los rezagos que potencialmente caracterizan las relaciones entre el consumo de gasolina como variable dependiente y las variables independientes. Para investigar las relaciones dinamicas potenciales entre los componentes estacionarios del consumo de gasolina como variable dependiente V y las variables independientes arbitrarias X con rezago k, funciones de correlaciones cruzadas (FCC) son estimadas en la siguente manera ecuacion 1:

$$\hat{r}_{XV}(k) = \frac{\sum_{t=1} (x_t - \overline{x})(V_{t-k} - \overline{V})}{\hat{\sigma}_x \hat{\sigma}_v \quad \text{,para k=0,1,2,...y t =1,2,...,T.}}$$

Las FCC son calculadas entre los componentes estacionarios de la variable dependiente y las variables independientes, se revisa y diagnostica en severas rondas antes de llegar ala estimación más representativa para incluir en el modelo final.

Una vez identificadas las estructuras de rezago de transferencia inicial entre la variable dependiente y variables independientes, una ecuación de transferencia ARIMA es estimada. Se estiman los parámetros, y un diagnóstico es llevado acabo para examinar que rezagos de la variable serán incluidos en la ecuación. Bajo la aproximación de FTL, cualquier movimiento sistemático restante de la variable es modelado usando una combinación de parámetros autoregresivos y de promedios móviles (Liu and Hanssens,1982; Trivez and Mur,1999). Severas revisiones y diagnósticos y re- estimaciones son generalmente requeridos antes de seleccionar la especificación de el modelo final de transferencia (Box and Jenkins,1976; Wei,1990).

La Estimación de la función de demanda requiere de una especificación de una forma funcional. La forma de largo plazo utilizada en varios estudios de demanda de energía es seleccionada, proporcionando estimadores constantes de las elasticidades. La ecuación (2) estimada será de la siguiente forma:

$$Ecuación (2)$$
 
$$V_{t} = \theta_{0} + \sum_{i=1}^{p} \phi_{i} V_{t-i} + \sum_{j=1}^{q} \theta_{j} e_{t-j} + \sum_{a=1}^{A} a_{a} \operatorname{Pr} el_{t-a} + \sum_{b=1}^{B} b_{b} T cross_{t-b} + \sum_{c=1}^{C} c_{c} Empl_{t-c} + \sum_{d=1}^{d} d_{d} D p j_{t-d} + \mathcal{E}_{t}, (2)$$

Donde

Vt = demanda total de gasolina Pemex Magna en Ciudad Juárez i durante el mes t,

PRELt = precio relativo de la gasolina Pemex Magna en la zona fronteriza

Juárez – El Paso durante el mes t,

Emplt = Volumen de empleados Registrados en ciudad Juárez (IMSS) durante el mes t, Dpjt = Deflactor de el precio de la gasolina en Juárez, utilizando el Índice de Precios, durante el mes t,

Tcrosst = Total de cruces mensuales de vehículos automotores por los 3 puentes internacionales, durante el mes t

 $\varepsilon$  t = error que toma en cuenta otras fuentes de variación de la demanda total de gasolina Pemex Magna en la zona fronteriza *Juarez-ElPaso*.

El precio relativo de la gasolina Pemex Magna incluye el precio del bien demandado y el precio de otros bienes sustitutos en la economía (es claro que al aumentar el precio relativo del bien, la demanda del mismo aumenta y viceversa), por lo tanto se calculó utilizando el siguiente cociente:

$$PREL_T = \frac{PJuarez_t}{PelPaso_t * Tc_t}, Ecuacion(3)$$

donde:

PJuarez t = precio de la gasolina Pemex Magna en la zona fronteriza Juarez i durante el mes <math>t,

<sup>1</sup> Ecuación Representativa de un modelo función de transferencia lineal ARIMA, utilizada por Fullerton,(2003)"short term Water Dynamics in Chihuahua City,Mexico.Wáter Resources Research".

PelPasot = precio de la gasolina *unleaded* regular en la correspondiente zona fronteriza El Paso i durante el mes t.

TCt = tipo de cambio promedio peso/dólar durante el mes t.

La suma de los parámetros de la variable de Precio Relativo se asumen sean positivos, ya que ante un aumento de esta significaría que el precio de el Paso Tx. es mayor que en Ciudad Juárez, por lo cual aumentaría el consumo de gasolina en esta región. Ante un aumento de la variable empleo, el consumo también tendería a aumentar, por lo cual la suma de los parámetros de empleo se asumen sean positivos. Para los cruces fronterizos se espera que los parámetros tengan una relación negativa, ya que ente un aumento de estos, mostraría una mayor tendencia de consumo en el otro lado de la frontera, lo cual reduciría en cierta medida la demanda de gasolina local. Por ultimo, para el índice de precios, la relación que se asume es negativa, debido a que los costos de bienes y servicios subirían, haciendo que se disminuya la demanda de este bien, ante la disminución del poder adquisitivo. Los signos algebraicos para los parámetros autoregresivos y de promedio móvil son ambiguos, los cuales son utilizados para eliminar las correlaciones.

Para calcular las elasticidades de los valores, utilizamos ecuación (4) matemática de elasticidad siguiente:

$$\sum \hat{b_i} * \frac{\overline{X}}{\overline{Q}}$$
 Ecuacion(4)

Donde:  $b_i$  = es la suma de los coeficientes estimados en modelo econométrico para una variable independiente

X = la media muestral de la variable independiente (prel, empleo, dpj) Q = la media muestral de la variable dependiente (ventas Juárez)

El concepto de elasticidad puede ser empleado siempre que haya una relación causa efecto. Se suele expresar como una variación de 1% de x. De esta forma la elasticidad de la variable independiente es la relación proporcional de la cantidad de demanda (Y, demanda de Gasolina) ante una variación proporcional de X, (precio relativo, empleo, dpj)

### IV RESULTADOS EMPIRICOS

Los resultados de la estimación para ecuación de FTL aparecen en la tabla 2. La estructura de los rezagos para el modelo es poco simple. Para la variable del precio relativo se incluyeron rezagos de 1 y 2 meses. Para el empleo se estimaron coeficientes con rezagos de 1 y 2 meses. Rezagos de 1,2 y 3 meses de la la variable de nivel de índice de precios se estimaron, coeficientes que resultaron negativos como se esperaba y significativos. Los signos de los parámetros estimados resultan ser como se esperaban, el precio relativo influye de manera positiva, así como el empleo, el deflactor del precio demuestra una relación negativa.

Lo inesperado fue que la variable de cruces fronterizos no resultó ser significativa ni de gran influencia para el modelo, en las diferentes ecuaciones que se estimaron, por lo cual no se incluyó dentro del modelo. Los resultados del estadístico t muestran significancia de los parámetros en la mayoría de las variables incluidas en el modelo, la R cuadrada de .54 muestra que el modelo de FTL estimado es aceptable para modelar las variaciones de la variable dependiente en el periodo de muestra en cuestión. Aunque se utilizaron primeras diferencias de las variables en el análisis de regresión, ambos coeficientes de determinación y R cuadrada no resultaron ser tan bajas. la durbin Watson de 1.96 refleja que la autocorrelación entre las variables resulta ser baja.

Variable	Coeffic	cient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
С		245.2494	111.6334	2.196918	0.0306
DPREL		14950.42	4272.058	3.499582	0.0007
DPREL(-1)	-15803.98		4807.414	-3.287418	0.0014
DPREL(-2)		17139.28	4514.76	3.796277	0.0003
DEMPL(-1)		0.125663	0.047226	2.660905	0.0092
DEMPL(-2)		0.126752	0.047314	2.678958	0.0088

Tabla 2 Consumo de Gasolina en Ciudad Juarez Modelo FTL ARIMA

-41396.22		42750.31	-0.968326	0.3354
-45635.27		42149.39	-1.082703	0.2818
	13253.62	41610.44	0.318517	0.7508
-82610.37		40744.22	-2.027536	0.0455
-0.185356		0.147981	-1.252563	0.2136
-0.313519		0.105058	-2.984237	0.0037
-0.406727		0.145245	-2.800284	0.0062
-0.218107		0.106112	-2.055453	0.0427
	0.54136	Mean dependent var	<u>.</u>	134.5932
	0.47584	S.D. dependent var		5259.523
	3807.836	Akaike info criterion	n	19.45108
	1.32E+09	Schwarz criterion		19.80494
	-1007.181	F-statistic		8.262522
	1.961096	Prob(F-statistic)		0
	-45635.27 -82610.37 -0.185356 -0.313519 -0.406727	-45635.27  -82610.37  -0.185356  -0.313519  -0.406727  -0.218107  0.54136  0.47584  3807.836  1.32E+09  -1007.181	-45635.27 42149.39 13253.62 41610.44 -82610.37 40744.22 -0.185356 0.147981 -0.313519 0.105058 -0.406727 0.145245 -0.218107 0.54136 Mean dependent var 0.47584 S.D. dependent var 3807.836 Akaike info criterion 1.32E+09 Schwarz criterion -1007.181 F-statistic	-45635.27

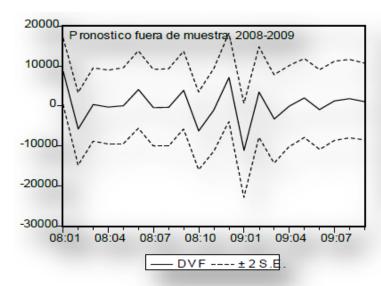
Sample(adjusted): 2001:01 2009:09 Convergence achieved after 15 iterations

Después de que estimamos un modelo de regresión, realizamos un pronóstico para evaluar la confiabilidad del modelo. Para aplicar esta técnica, primero estimamos el modelo para un periodo dentro de la muestra de 2000:01 a 2007:12, y posteriormente hacemos el simulación fuera de muestra de 2008:01 a 2009:12 para ver su comportamiento respecto a los valores reales y que tanto se ajusta los residuales, así como las estadísticas RMSE.

En la tabla 3 los resultados muestran que la proporción de el sesgo U<sup>m</sup> no indica un error sistemático, debido al valor bajo de .016. la proporción de varianza U<sup>s</sup> indica que la capacidad del modelo para replicar el grado de variabilidad es buena, también por el valor bajo de.096. <sup>2</sup>Por ultimo, la proporción de covarianza U<sup>c</sup> que mide el error que no es sistemático, es decir, que representa el error restante después de que se han explicado las desviaciones también refleja bueno para el modelo, de .88.

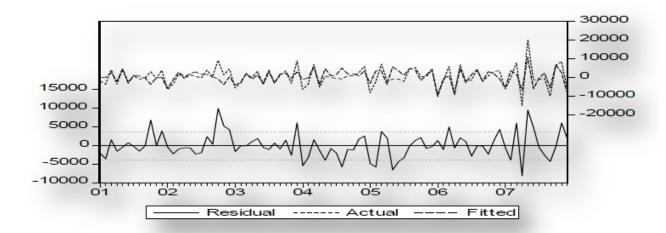
La grafica 2, nos muestra los residuales de los datos reales, así como los residuales pronosticados en el modelo. Estos muestran un buen ajuste, lo cual no lleva a pensar que el modelo hace un pronóstico aceptable dentro del periodo de muestra. En la grafica 3 se hace una comparación de de los datos reales contra los pronosticados fuera de muestra, aunque el ajuste no es perfecto, la tendencia en los 24 periodos estimados es ajustada, lo que nos sirve para pronosticar tendencias futuras de la variable dependiente.

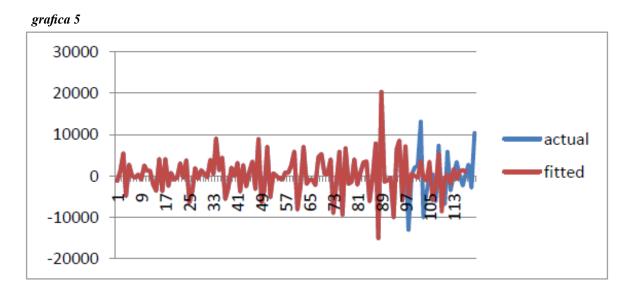
Tabla 3



Forecast: DVF A ctual: DV Sample: 2008:01 2009:09 Include observations: 21 Root Mean Squared Error 5387.741 Mean Absolute Error 4401.833 Mean Abs. Percent Error 1024.409 Theil Inequality Coefficient U 0.523221 Bias Proportion Um 0.016757 Variance Proportion Us 0.096121 Covariance Proportion Uc 0.887122

grafica 2





#### Calculo de las elasticidades

Los resultados del calculo de las elasticidades de la demanda respecto alas variables independientes (precio relativo, empleo y deflactor de el precio en Juárez) son las siguientes,

Elasticidades

PREL-Demanda	0.26
EMPL-Demanda	1.55
DPJ-Demanda	-0.57

Este valor encontrado de la elasticidad de Prel-demanda de gasolina para Juárez de 0.26, es parecido al encontrado en varios estudios de consumo de gasolina anteriores para otras regiones, por ejemplo, Blum (1998) y Foos(1986) reportaron para Alemania una elasticidad de .25 y .28 respectivamente en sus análisis, Sterner (1990) reporto para un conjunto de los países miembros de la OCDE un valor de .2 y .3 en un modelo dinámico de corto plazo. Haro, Ibarrola (1999) reportaron un promedio de elasticidades de .31 para todos los estados del norte de México. Conforme al un estudio mas reciente de Ibarrola, Sotres (2007) donde reportan elasticidades de entre .56-1.37, para la frontera de chihuahua, la obtenida en ese estudio de .26 resulta ser mas inelástica, esto debido a los datos utilizados en este trabajo 2000-2009, donde la homologación de el precio esta presente en gran parte de el periodo, y el precio relativo tiende a no tener grandes cambios.

El valor de la elasticidad empleo-demanda de 1.55 resulta ser de comportamiento muy elástico respecto al valor del precio, muestra que la variable empleo tiene un mayor efecto en el consumo de gasolina en Juárez. Y esto se puede comprobar en el periodo 2008-2009, donde el empleo cayó significativamente un 15%, afectando la demanda de gasolina en una disminución del 11% en el mismo periodo. Se puede comprobar estos datos en la tabla 4, la cual nos muestra el promedio anual de Ventas de gasolina y volumen de empleo.

Tabla 4. Promedio de consumo anual de Gasolina y volumen de empleo.

Año	Consumo Anual de Gasolina (Miles de Litros m3)	Promedio Empleo anual región Juárez (IMSS)
Allo	(Miles de Litros III.5)	region ruarez (IMSS)
2000	43,113.00	398,115.00
2001	44,708.00	369,669.00
2002	46,541.00	339,726.00
2003	56,492.00	328,481.00
2004	57,771.00	334,938.00
2005	61,311.00	351,731.00
2006	62,272.00	373,397.00
2007	68,775.00	379,682.00
2008	70,316.00	355,872.00
2009	62,523.00	300,890.00

#### **CONCLUSIONES**

En este trabajo hemos estimado una ecuación de demanda de gasolina para la región de Juárez, con el objetivo de tratar de encontrar las variables que significativamente pueden afectar su dinámica en el corto plazo, tal como el precio relativo, el empleo, los cruces fronterizos. Desde una perspectiva donde el individuo tiene la oportunidad de consumir un bien sustituto cruzando la frontera hacia el Paso Tx. La construcción de un modelo econométrico función de transferencia lineal ARIMA, nos arroja buenos resultados, por una parte que es posible modelar mediante esta técnica la dinámica de consumo, también que se puede pronosticar eficientemente el comportamiento de esta. Aunque seria de gran utilidad contar con la serie de registro de vehículos local, la cual enriquecería el modelo.

Las relaciones de las variables resultaron ser como se esperaban, los coeficientes del empleo y el precio relativo con signo positivo, y el precio de Juárez deflactado con relación negativa. Un aumento en el empleo y el precio relativo reflejan un aumento en la demanda en Juárez, y aumento de índice de precios reflejan una disminución del consumo de gasolina local.

La variable de cruces fronterizos se esperaba que fuera de gran impacto, y demostraría que afectaba directamente la demanda de gasolina en Juárez ante cambios en el precio relativo, lo cual el modelo no demostró, reportando su baja significancia en su valor bajo de estadística ten los coeficientes estimados, la cual no fue introducida ala ecuación econométrica final. La explicación de su baja significancia dentro del modelo puede sustentarse en la suposición de que los consumidores son indiferentes a su elección en cuanto a la ventaja de comprar gasolina en Juárez, ya que el precio es el mismo. El principal atractor que influye en la demanda de combustible en Juárez es el precio. Si el consumidor percibe un precio de la gasolina mas barato en El Paso, la comprará allá. Por esta razón se deduce la poca significancia de la variable de cruces fronterizos dentro del modelo.

La elasticidad del precio demanda, resultó ser más baja que la reportada en otros estudios similares para la región. Esto se debe al mecanismo de homologación del precio en las dos ciudades, donde no hay variaciones en el precio relativo. El parámetro, al reportarse como inelástico, indica que los consumidores juarenses no cambiaron su patrón de consumo.

Por el contrario el empleo resulto ser de mayor importancia afectando directamente ala demanda de gasolina fuertemente, efecto que se reporta atreves de el valor de su elasticidad de 1.55.

Los datos demuestran que el volumen de ventas ah evolucionado drásticamente del periodo 2002 al 2003, incrementándose un 20%. Se puede ver que la homologación del precio fue de gran ayuda para la captación de la demanda local.

La elasticidad precio demanda de .26 encontrada la cual es mas baja comparada con la reportada por Ibarra y Sotres (2007) de .56-1.37 y la reportada por Haro, Ibarrola(1999) de .43 para ciudad Juárez, esto nos refleja puntos importantes, primero se debe a que el periodo utilizado en estos estudios es de 1997-2003 y 1995-1999 respectivamente, periodo donde no se implementa el mecanismo de homologación. En nuestro estudio el periodo abarca de 2000-2009, donde la homologación ya esta en funcionamiento. Este es motivo por el cual la elasticidad resulta ser mas baja, ya que el comportamiento del consumidor tiende a ser indiferente al precio de la gasolina, y no tiene incentivo a trasladarse al paso.

Analizando los datos de ventas que se reportaron en Septiembre-Noviembre de 2005, ante incremento en la relación precio relativo, debido al "Huracán Katrina", el cual azoto las costas petroleras de estados unidos, afectando en la alza de los precios de la gasolina en todo el país, en el paso se reportaron precios por encima de Juárez, cerca de 30% mayores, esto reflejo en un aumento en las ventas en Juárez en este mismo periodo, demostrando que ante la homologación, todavía existen consumidores que prefieren comprar el bien en el paso, ante la percepción de calidad, lo cual hace cuestionarnos la posibilidad de mejorar el mecanismo de homologación para evitar la fuga de derrama económica, el objetivo principal de la homologación.

Futuras investigaciones son necesarias para proponer un mecanismo suplementario al de homologación del precio.

En que porcentaje el precio debería de estar mas bajo con respecto al el paso para que el consumidor este dispuesto a cambiar totalmente su preferencia? Que tanto porcentaje es capaz el gobierno federal de subsidiar en el precio en la Frontera Mexicana?, estas investigaciones serian necesarias para proponer proyectos para incentivar la economía local, la cual esta actualmente golpeada por la crisis económica, la inseguridad, y el desempleo.

### **BIBLIOGRAFIA**

Aydemir, Z., 2002, "Household gasoline demand in the U.S.: an estimation of multiple-discrete/continuos choice model, available in internet.

Banfi, S., Filippini, M. and Hunt, L., (2003). "Fuel Tourism in Border Regions," Center of Energy Policy and Economics of Swiss Federal Institutes of Technology, working paper # 23.

Baltagi, B and J. Griffin (1983), "Gasoline demand in the OECD; an application of pooling and testing procedures", European Economic Review, 22, 117-37.

Bentzen, J. (1994), "An empirical analysis of gasoline demand in Denmark using cointegration techniques", Energy economics, 16, 139-43.

Blum, U., Foos and M. Guadry (1988), "Aggregate time series gasoline demand models: review of the literature and new evidence for west germany", *Transportation Research A*, 22A,, 75-88. Dahl, C. (1986), "Gasoline demand surveys', *The Energy Journal*, 7, 67-82.

Dahl, C. (1995), "Demand for transportation fuels: a survey of demand elasticities and their componets", *The journal of energy literature*, 1, 3-27.

Dahl, C. and T. Sterner (1991a), "Analysing gasoline demand elasticities :a survey", Energy Economics, 13, 203-210.

Drollas, L. (1984), "The demand for gasoline: futher evidence", Energy Economics, 6, 71-82.

Eskeland, G. and Feyzioglu, T. (1997), "Is demand for polluting goods manageable? An econometric study of car ownership and use for Mexico", Journal of development Economics, 6, 71-82.

Eltony, M. (1993), "transport gasoline demand in Canada", Journal of Transport Economics and Policy, 27, 193-208.

Eltony, M. and Al- Mutairi (1995), "Demand for gasoline in Kuwait: an empirical analysis using cointegration techniques", Energy Economics, 17, 248-263.

Espey, M. (1996b), "wathing the fuel gauge: an international model os automobil fuel economy", Energy Economics, 18, 93-106.

Foos, G. (1986), "Die determinanten der verkehrnachfrage", Karlsruher Beitrague zur Wirtschaftsplitik and Wirschaftsforschung, 12, Loper Verlag: Karluche.

Fullerton, T.M., Jr., and Nava, C., 2003, "short-term water dynamics in Chihuahua city, mexico, *Water Resources Research*, 39, pages WES 1.1-1.6, article 1258.

Goodwin, P. (1992), "A review of new demand elasticities with special reference to short and long run effects of price changes", *Journal of Transport Economics and Policy*, 26, 155-163.

Haro, R.A., Ibarrola, J.L., (1999) "Calculo de la Elasticidad Precio Demanda de la Gasolina en la Zona Fronteriza del Norte de México," *Gaceta de Economía*, año 6,# 11, 238-264.

Houthakker, H., P. Verleger and D. Sheehan (1974), "Dynamic demand analysis for gasoline and residential electricity", *American Journal of Agricultural Economics*, 56, 412-18.

Ibarra, Sotres (2007)"La demanda de Gasolina en Mexico: El efecto en la frontera Norte" Revista Frontera Norte, Vol 20, num 39.

Johansson, O. and L. Shipper (1997), "Measuring the long run fuel demand of cars: separate estimations of vehicle stock, mean fuel intensity, and mean annual driving distance". *Journal of Transport Economics and Policy*, 31, 277-292.

Liu, Lon-mu and Lin, Maw-wen, 1991, "Forecasting residential consumption of natural gas using monthly and quarterly series", *International Journal of Forecasting* 7,3-16. Nicoi, C., 2000, "Elasticities of Demand for Gasoline in Canada and United States", *Department of economics, university of Virginia*, discussion paper 84.

Nicoi, C., 2000, "Elasticities of Demand for Gasoline in Canada and United States", *Department of economics, university of Virginia*, discussion paper 84. Pindick, Rubinfeld, "Econometria, Modelos y Pronosticos", cuarta edición.

Ramanathan, R. (1999), "Short and long run elasticities os gasoline demand in India: an empirical analysis using cointegration techniques", *Energy Economics*, 21, 321-330.

Rouwendal, J. (1996), "An econimc analysisi of fuel per kilometer by private cars", *Journal of Transport Economics and Policy*, 30, 3-14.

Samimi, R. (1995), "Road transport energy demand in Australia: a cointegrated approach", *Energy Economics*, 17, 329-339.

Sterner, T. (1990), "The pricing of and demand for gasoline", Swedish Transport Research board: Stockholm.

Sweeney, J. (1978), "The demand for gasoline in United States: a vintage capital model", in workshops on energy supply and demand (International Energy Agency, Paris, 240-247.

Tserkezos, Dikaios 1992," forecasting residential electricity consumption in Greece using monthly and quarterly data, "Energy Economics 14, 226-232.

Tanichita, M. (2005), "Change price and income elasticity of gasoline demand in Japanese cities, 1980's-1990's" *Journal of* the Eastern Asia Society for Transportation Studies, vol. 6, 3250-3263.

# Un modelo microeconómico de la empresa

Gustavo Vargas Rogelio Huerta

#### Introducción

La característica más sobresaliente, de la realidad económica contemporánea es la existencia e influencia de los grandes oligopolios nacionales e internacionales; en esta época de globalización la dirección y control de la economía se sostiene en el funcionamiento de los oligopolios, mejor conocidos como corporaciones multinacionales o compañías transnacionales.

Estas grandes empresas poseen tal poder que influyen y llegan a determinar, los patrones de consumo, gustos y preferencias del consumidor, el uso de tecnologías, las formas organización, las variaciones de los precios de los bienes y servicios que producen etc., más aún, llegan a influir en la política económica, comercial, financiera y hasta militar de las naciones. Este comportamiento de las grandes corporaciones, que casi nadie podría negar, contrasta con la microeconomía tradicional, en cuyos fundamentos esta un conjunto de conceptos que surgen de la idea de la competencia perfecta, en la cual las pequeñas empresas y los consumidores son igualmente importantes, y ambos influyen en la determinación de los precios, así como en el funcionamiento de todo el sistema.

En este contexto, el presente ensayo busca ofrecer una explicación general del funcionamiento de la empresa, considerando que la economía no es de competencia perfecta sino una en la cual los oligopolios y su expansión son el rasgo sobresaliente y el proceso distintivo de la misma. Este trabajo lo hemos dividido en cinco modelos: 1. La demanda que enfrenta la empresa, 2. La oferta o producción, 3. Los precios, salarios y costos, 4. La distribución del ingreso, y 5. El crecimiento y la concentración.

### 1. Modelo de demanda de bienes de la empresa.

La demanda que nos interesa estudiar aquí, es la que enfrenta la empresa. Para cualquier empresa lo importante no es la demanda de los consumidores en general o de un consumidor en particular, sino la demanda de los consumidores por los bienes o servicios que esa empresa produce. Para simplificar vamos a analizar la demanda que enfrenta una empresa por un bien que ella produce.

En una primera aproximación, la cantidad demandada de la empresa i es función de cuatro variables: del precio del bien; del ingreso disponible de cada consumidor; del crédito al consumo y de la estrategia de competencia de la empresa (publicidad y mercadotecnia).

$$Q_{i}^{d} = f(P_{i}, Y_{d}, C_{r}, EC)$$
 (1.1)

Donde: Qid, es la cantidad demandada del bien i,

P<sub>i</sub>, es el precio del bien i,

 $Y_{d}^{P}$ , es el ingreso disponible de los consumidores,  $C_{p}$ , es el crédito al consumo y

EC, es el gasto en la estrategia de competencia

$$\delta O^d / \delta Y > 0$$
.  $\delta O^d / \delta P > 0$ .  $\delta O^d / \delta C > 0$ .  $\delta O^d / \delta EC > 0$ 

 $\delta Q_i^{d}/\delta Y_d \stackrel{>}{>} 0; \quad \delta Q_i^{d}/\delta P_i > 0; \quad \delta Q_i^{d}/\delta C_r > 0; \quad \delta Q_i^{d}/\delta EC > 0$  El precio del bien i se forma de acuerdo a lo establecido más adelante en el apartado 3, en donde se estipula que el precio se constituye a partir de los costos medios y agregando un margen de ganancia. Sin embargo, una vez que la empresa procede de esa manera, para que el precio permanezca fijo es necesario que tome en cuenta los precios de los bienes sustitutos. Así, el precio ponderado de los bienes sustitutos es parte de la determinación del precio del bien en cuestión. La ponderación de los otros precios se hace de acuerdo a su peso en la participación en el mercado.

$$P_{i} = m C_{me} + nP_{bs}$$
 (1.2)

Donde: P, es el precio del bien i,

u, es el costo medio o directo,

 $P_{bs}$ , es el precio medio ponderado de todas las empresas que producen bienes semejantes.

m y n, son dos coeficientes con signo positivo, pero n debe ser inferior a la unidad.

"Los coeficientes m y n que caracterizan la política seguida por la empresa en cuanto a fijación de su precio reflejan lo que puede llamarse el grado de monopolio en que la empresa se sitúa." (Kalecki, 1977:59).

El ingreso disponible de los consumidores Y<sub>d</sub> es el flujo de dinero que los consumidores reciben periódicamente. La disposición de este ingreso para gasto en bienes y servicios finales está en función de la

periodicidad con que recibe este ingreso y de las expectativas que se tengan de seguir recibiendo ese ingreso en el futuro. Si se considera el futuro, al ingreso disponible se le llama permanente.

Cuando al gasto de los consumidores se le divide en gasto efectivo en bienes y servicios, más ahorro, más pago de los créditos obtenidos en periodos anteriores o pago de la deuda, el ingreso total se iguala al ingreso total.

 $Y_{d} = GT \tag{1.3}$ 

Y el gasto total de los consumidores puede ser expresado de la siguiente manera:

 $GT = (\sum_{i}^{j} P_{i} * Q_{j}) + S + PC_{rt-x}$  (1.4)

Donde,

S, es el ahorro y

PC<sub>rt-x</sub>, es el pago de la deuda contraída en periodos anteriores.

Uno de los elementos claves del funcionamiento de una economía mercantil desarrollada es el crédito. El crédito en general es utilizado para dinamizar la economía y conseguir vender los bienes y servicios para poder reiniciar o impulsar el ciclo productivo de crecimiento. Así el crédito a los gobiernos sirve para generar demanda efectiva; el crédito a las empresas estimula la actividad inversora y la actividad productiva; el crédito a los consumidores amplía la capacidad de realización del producto en el presente.

Por tanto, el crédito al consumidor está en función de las estrategias competitivas de las empresas, de la flexibilidad o rigidez de la política crediticia del Banco Central y de la tasa de interés del mercado correspondiente.

$$C_{r} = f(EC^{E}, PC_{r}, TI_{c}) \delta C_{r} / \delta EC > 0; \ \delta C_{r} / \delta PC_{r} > 0; \ \delta C_{r} / TI_{c} < 0$$
(1.5)

Donde.

EC<sup>E</sup>, es la estrategia de crédito de la empresa vendedora

PC, es la política crediticia del gobierno a través del Banco Central y

TI, es la tasa de interés del mercado de que se trate.

2. Modelo de oferta

Una empresa con una planta productiva instalada puede producir al 100% de su capacidad usando plenamente los recursos productivos con que cuenta. Pero también puede usar parcialmente estos recursos productivos y tener una capacidad productiva ociosa. En ambos casos su oferta productiva depende del uso que se le dé a los recursos productivos instalados. Cuando los recursos productivos con que cuenta una empresa no se usan plenamente la oferta efectiva es menor a la oferta potencial. Se puede representar esta relación de la siguiente manera:

$$\dot{\mathbf{Q}}_{i} = \mathbf{f} \left( \mathbf{RP} \right) \tag{2.1}$$

Donde, Q es la oferta de producción de la mercancía i y

RP son los recursos productivos.

La relación dinámica que se puede observar entre estas variables está determinada por la creciente producción que se obtiene conforme se va aumentando el empleo de los recursos productivos disponibles. En la medida en que crece el uso de los recursos productivos crece más el producto obtenido:

$$(\delta Q_1/\delta RP) > 0 \tag{2.2}$$

Los recursos productivos de una empresa están compuestos por activos físicos (tierra, mano de obra y maquinaria y equipo), activos financieros (capital de trabajo, caja chica, etc), materias primas y materias auxiliares y activos intangibles (experiencia, conocimiento, capacidad organizativa, etc) y de los recursos productivos sociales a su disposición (energéticos, infraestructura, etc).

El crecimiento del producto depende del crecimiento de la cantidad de los factores de la producción y de la calidad de cada uno de ellos. Así, por ejemplo, el crecimiento del producto total se acelerará cuando la cantidad de mano de obra se incremente, pero también cuando la calificación de la misma crezca.

Se acostumbra a representar una función de producción de la siguiente manera:

$$Q_i = f$$
 (Tierra, Trabajo y Capital) (2.3)

Que implica que el producto total depende de las cantidades y calidades de los tres factores primarios de la producción. Estos factores primarios son seleccionados porque son los únicos que van a recibir una remuneración. Tenemos que la tierra y los edificios reciben como pago por su uso una renta. Esta renta la recibe el que es dueño de la tierra y los edificios y si no se tiene que pagar una renta debe de imputarse para contabilizarla como parte del costo del producto. La mano de obra recibe como pago sueldos o salarios. Se acostumbra a utilizar la palabra sueldos para representar el pago a los trabajadores administrativos, incluyendo el gerente; los salarios se usan para representar el pago a los obreros que se encuentran directamente en el proceso de producción, incluyendo al personal calificado como los ingenieros y técnicos. Por último, el

capital es identificado como la maquinaria y el equipo que interviene en el proceso de producción, transporte y almacenamiento de las mercancías. Quienes reciben por su uso un beneficio son sus dueños. Este beneficio es conocido también como ganancia.

Una vez que se ha hecho la inversión en una planta productiva, el tamaño de la planta está dado y la empresa va adecuando su producción a las variaciones de la demanda. Las expectativas de toda empresa son que conforme vaya pasando el tiempo las cantidades producidas y vendidas vayan creciendo; por esta razón se instala la planta con un cierto porcentaje de capacidad excedente a la demanda "normal". Esta capacidad productiva excedente instalada se tiene preparada para cuando la demanda se expanda o se contraiga. Con una capacidad productiva instalada que puede ser utilizada desde el tamaño mínimo de producción hasta el 100%, las empresas administran su nivel de producto de acuerdo a cómo varía la demanda.

En el corto plazo marshalliano las empresas tienen un capital físico instalado, por lo que la producción efectiva depende del número de trabajadores contratados por unidad de tiempo. La cantidad total de producto que se obtiene efectivamente está en función del trabajo empleado:

$$Q_{i}^{oe} = f(T) \tag{2,4}$$

 $Q_i^{\text{oc}} = f(T)$ Donde  $Q_i^{\text{oc}}$  es la cantidad total de producción o de oferta efectiva y

T es la cantidad de mano de obra empleada por unidad de tiempo.

La primera derivada de esta ecuación (2.4), nos representa la cantidad de producto que se agrega al total al incrementar en una unidad la mano de obra empleada y se conoce como producto marginal:

$$\delta Q_i^{\text{oe}}/\delta T$$
 (2.5)

Dada la especificación de la función de oferta (2.4), el producto medio Q/T, es igual al producto marginal.

En el corto plazo los factores fijos tienen un costo total dado y conforme se va ampliando la producción el costo medio de estos factores fijos se va disminuyendo. Esto trae como consecuencia que el costo medio total de una empresa conforme la producción va aumentando, sea decreciente.

La producción efectiva total es igual a la productividad media del trabajo por el número de trabajadores. Dado un nivel de capacidad productivo instalado (K), el cual supone un nivel de productividad media, la contratación  $Q_{i}^{oe} = PM_{o}NT$ del número de trabajadores determina la cantidad de producto total: (2.6)

Donde: Q<sub>1</sub><sup>oe</sup> es el producto total efectivo,

PM es el producto medio o producto por trabajador v

NT es el número de trabajadores.

La demanda del número de trabajadores que se va a emplear es una demanda derivada y depende de las ventas esperadas de la empresa. Si las expectativas de la empresa son optimistas y piensa que sus ventas van a crecer, al unísono con este va a crecer la contratación de mano de obra. La demanda esperada se va a cubrir con la producción esperada y con los inventarios acumulados que se tengan del periodo anterior. De hecho el manejo de inventarios es un indicador de las expectativas de la empresa. Si los inventarios efectivos son menores a los inventarios planeados, las expectativas de la empresa son optimistas, pero si los inventarios efectivos son mayores a los planeados, las expectativas que la empresa se hace sobre el mercado, son pesimistas.

$$NT^d = f (Ventas^e + \Delta Inventarios_{1})$$
 (2.7)

Donde: NT es el número de trabajadores contratados,

Ventas<sup>e</sup> es el nivel de ventas esperado y

 $\Delta$  Inventarios<sub>t-1</sub> es la variación de inventarios del periodo anterior.

Por tanto la utilización de la capacidad instalada se divide en dos partes: la capacidad ocupada y la desocupada u ociosa. La tasa de ocupación de las instalaciones de la empresa depende de la demanda efectiva y las expectativas de la misma.

En el largo plazo, las empresas, a través de nuevas inversiones pueden ampliar el tamaño de planta. Esto significa que todos los recursos productivos serán variables, no habrá ninguno fijo. El crecimiento del tamaño de la empresa puede obtenerse por el crecimiento de todos los factores de producción o por el crecimiento de los factores que involucran los acervos de activos fijos y los acervos de activos financieros. En ambos casos se tiene una tendencia a reducir los costo medios totales; por ello es que la empresa busca crecer, para tener rendimientos crecientes o costos decrecientes. La relación  $\Delta$  de la demanda efectiva  $\to \Delta$  de las ventas  $\to \Delta$  de la utilización de la capacidad instalada esta directamente involucrada con les decisiones de inversión de la empresa. Estas decisiones son las que la hacen crecer. No es el costo de la mano de obra sino la escasez de demanda efectiva la que determina el la inversión privada y el crecimiento de las empresas.

### 3. Modelo de precios, costos y salarios

En general, las empresas tienen cierto poder para fijar los precios, en el caso de los oligopolios esto es claro. La forma y los criterios para fijar el precio pueden ser multiples, pero existen ciertos criterios que son fundamentales: el primero de ellos es tomar como base y referencia los costos medios y a continuación se agrega un margen de ganancia (ver ecuación 3.8). Así en el corto plazo, el mark-up, y no los precios en si mismos, pueden ser considerados como prefijados por la firma, de la forma siguiete:

$$P = (1+Tg) CM$$
 (3.1)

Para la empresa los costos medios (CM) son igual a la suma de los costos variables medios (CV\_,), más los costos fijos medios (CF<sub>m</sub>).

$$CM = CV_m + CF_m$$
 (3.2)

 $CM = CV_m + CF_m$  (3.2) Por su parte los costos variables medios  $(CV_m)$  son igual a los costos variables (CV) sobre la cantidad producida (q). Los costos variables son todos aquellos costos que cambian cuando el volumen de producción aumenta o disminuye, como son el gasto en materias primas, electricidad, entre otros, y el pago en sueldos y salarios de los obreros en el proceso de producción.

La forma que toman los costos variables totales es la de una relación positiva con la cantidad producida, en tanto que la gráfica de los costos variables medios es, en general, de forma horizontal. Por ejemplo, dada la técnica de producción de un bien cualquiera, digamos una prenda de vestir es la misma ya sea que se produzca una o mil unidades. Suponemos que no existen economías de escala. En este caso entonces los costos variables medios se reducirían con el volumen de producción. Su gráfico sería una línea con pendiente negativa o escalonada.

$$CV_{m} = CV/q, (3.3)$$

Los costos fijos medios serán igual a los costos fijos sobre la cantidad producida. Dada una inversión, la tecnología que está implícita en los medios de producción, maquinaria, equipo e instalaciones, los costos fijos medios se reducen conforme la cantidad producida aumenta lo que da lugar a que la curva de dichos costos presente una pendiente decreciente.

$$CF_{m} = CF/q, (3.4)$$

La forma que tienen los costos medios CM es la de una curva suave decreciente, y está determinada principalmente por la forma que tienen los costos fijos medios, ya que los costos variables medios los estamos considerando horizontales. En el caso de economías de escala en los costos variables la curva de costos medios tendría una pendiente negativa más pronunciada.

Profundicemos un poco más sobre los costos variables, que se conocen también como costos directos: estos son función de los salarios nominales (SyS<sub>n</sub>) y de los precios de las materias primas (P<sub>mn</sub>).

$$CV = f(SyS_n, P_{mn})$$
 (3.5)

 $CV = f(SyS_n, P_{mp})$  (3.5) Los sueldos y salarios que se pagan a los trabajadores de cuello blanco y azul dependen en términos generales del poder de las agrupaciones sindicales (P<sub>sind</sub>), del costo de la vida medido a través de costo de la canasta básica, y cuya evolución se expresa en el IPC. También tiene importancia en la fijación de los salarios la especialización del trabajo y la productividad del mismo trabajo (PrT).

$$SyS_n = f(P_{sind}, IPC, PrT)$$
 (3.6)

Los precios de las materias primas son función del nivel de concentración y monopolio de las empresas que producen dichos materiales, lo cual corresponde a la tasa de ganancia del sector productor de materias primas (Tg<sub>mp</sub>). En el caso de aquellos materiales que son importados, también tiene importancia los costos que supone el nivel del tipo de cambio.

$$P_{mn} = f(Tg_{mn}, TC_n) \tag{3.7}$$

 $P_{mp} = f(Tg_{mp}, TC_n)$  (3.7) De esta forma, los costos medios de la empresa son datos de la economía, sin embargo, la misma corporación si puede influir en ellos a través de su poder de negociación relativo con sus proveedores.

La tasa de ganancia o el margen de ganancia depende del poder del oligopolio. Este poder de fijación es muy complejo y relativo a una gran cantidad de variables cuya importancia puede cambiar de acuerdo a las circunstancias de la empresa y la industria. Como una aproximación destacan la elasticidad de sustitición e, el factor de amenaza de entrada de otros competidores  $\gamma_{i}$ , la posibilidad de intervención y regulación del gobierno a través de sus instituciones $\theta_{i}$ , la tasa de incremento en la idustria en su conjunto  $g_{i}$ , y la tasa de incremento producto-capital relativo otras industrias b. (Eichner, 1976) Por lo que la tasa de ganancia (y el margen de ganancia) que fija una empresa dependen de la percepción que la empresa tenga de este conjunto de factores.

$$Tg = f(e, \theta, \gamma, g_i, b_i, M_a^f)$$
 (3.8)

El total de ganancias es igual a los ingresos por la tasa de ganancia.

$$\pi = (p*q) Tg \tag{3.9}$$

Dada la tasa de ganancia, las variaciones de las ganancias retenidas (aquellas de que dispone la empresa para invertir, son lo que le queda después de pagar todos sus costos y dividendos a los propietarios) dependen de la dinámica del mercado y en particular del incremento en las ventas de la empresa (q) y de las posibilidades de la empresa para aumentar los precios.

El flujo de ganancias retenidas en los ciclos de operación de la empresa se convierten en un fondo financiero (monetario y de activos financieros) para los proyectos de expansión de la empresa a los cuales denominamos como oferta interna de fondos de inversión  $O_{\rm fi}$ . La demanda de fondos de inversión  $D_{\rm fi}$ , en contraparte corresponde al monto de recursos que la empresa requiere para realizar sus proyectos de expansión. La diferencia entre estos dos conceptos da lugar a la demanda externa de fondos de inversión que la empresa debe cubrir acudiendo a créditos privados, bancarios o gubernamentales.

En general la empresa busca financiar sus planes de inversión a través de su propios recursos antes de acudir al sector bancario por lo que una forma de generar esos recursos internos es incrementar sus precios elevando la tasa y el margen de ganancia hasta donde su poder de mercado se lo permita. Esto significa que las variaciones del margen de ganancia son función de sus propios planes de inversión que se expresan en la demanda de fondos de inversión  $D_6$ .

Por tanto la variación de la masa de ganancias depende de los cambios en la dinámica del mercado, de la demanda de fondos de inversión y de la creación interna u oferta de fondos de inversión.

$$\Delta \pi = f(q, D_f, O_f) \tag{3.10}$$

Por tanto, en la política de fijación y de variación de los precios, las empresas oligopólicas también consideran sus proyectos de inversión.

### 4. Modelo de distribución del ingreso

Entendida la distribución del ingreso de un sistema económico como la parte del producto que le toca a cada uno de los agentes participantes en el proceso de producción, su explicación debe partir de lo que ocurre dentro de la empresa en el proceso de producción.

El producto vendido por la empresa trae aparejado un ingreso monetario por ventas.

IT = P\*Q

Donde, IT = Ingresos totales

P = Precio unitario

O = Cantidad total de bienes vendidos

Estos ingresos totales se utilizan para recuperar los costos de la producción y a demás para cubrir el valor agregado en el proceso productivo.

IT = CT + VA

Donde, IT = Ingreso total

CT = Costo total

VA = Valor agregado

El ingreso que cubre el valor agregado se usa para hacer el pago de sueldos y salarios, más el pago de ganancias, más el pago de rentas e intereses, más al pago de impuestos.

 $VA = S_VS + \pi + R + i + PTrib$ 

Donde, VA = Valor agregado

SyS = Sueldos y salarios

 $\Pi$  = Ganancias

R = Rentas

i = intereses

PTrib = Pago de impuestos.

El pago de sueldos y salarios se calcula estimando un sueldo y/o un salario promedio multiplicado por el número de trabajadores empleado en la producción.

$$SyS = SyS \text{ me * } T$$

Donde T es el número de trabajadores empleados.

La suma de las rentas, los intereses y las ganancias de todas las empresas conforman lo que se denomina excedente de explotación y son los ingresos que reciben los propietarios de los activos. Así, las rentas son los ingresos de los propietarios de los terrenos y los inmuebles; los intereses, son los ingresos de los propietarios de los activos monetarios y las ganancias, son los ingresos de los propietarios de los medios de producción.

El pago de los impuestos se calcula mediante la multiplicación de los ingresos totales debido a las ventas por la tasa de impuesto existente.

 $PTrib = I\hat{T} * t$ 

Donde la t es la tasa de impuesto existente.

La ganancias o beneficios de las empresas tienen diferentes destinos. Entre los más importantes están: ganancias distribuidas a propietarios y accionistas; ganancias distribuidas en forma de salarios para los gerentes y administradores de la empresa y ganancias destinadas para fondos de inversión para la ampliación y el crecimiento de la empresa.

Como se vio, las leyes de la distribución del ingreso están determinadas por las leyes de la producción. Los agentes participantes en la producción reciben a cambio un ingreso que proviene del valor agregado en el proceso de producción. El producto se vende en el mercado y una vez cerrado el círculo de compra-venta, la empresa dispone de un dinero que se denomina ingreso total por ventas y este dinero se distribuye entre los agentes productivos según con lo que hayan participado en la producción.

Como hemos dicho, una parte de las ganancias se distribuyen entre los accionistas y otra parte se retiene en la empresa para utilizar como recurso de inversión. La división de la ganancia entre estas dos partes, está determinada por la junta de administradores de la empresa. Esta distribución está determinada por los planes de expansión de la empresa. Por ejemplo, si la mentalidad de los administradores y de los empresarios es de tipo "imperialista", según Penrose, entonces buscarán disponer de más recursos para la expansión de la empresa y retendrán más ganancias.

Una estrategia empresarial de expansión, priorizará la acumulación de fondos de inversión, lo cual entraña que el tamaño de la empresa se incrementará. Esto da lugar a una mayor participación de la empresa en el mercado y a un poder de mercado mayor por parte de las corporaciones.

# 5. Modelo de crecimiento, concentración y poder de la empresa

Si algo caracteriza a la sociedad, a la economía y en particular a la empresa es que se encuentra en un proceso continuo de cambio, evolución y transformación. No es posible observar situaciones que se parezcan a un estado de reposo, estabilidad o equilibrio. Por el contrario, la naturaleza de las empresas, y del sistema las conduce a procesos de crecimiento y crisis, el riesgo y la incertidumbre están siempre presentes.

Es esta dinámica de las empresas –vivas, reales- que crecen, acumulan, concentran y se convierten en poderosos oligopolios nacionales e internacionales, la que estamos tratando de analizar. Estas corporaciones son tan importantes que se han convertido en el corazón del sistema capitalista, por lo que su estudio y su relación con las demás empresas, debería ocupar el centro de estudio de la teoría microeconómica.

La empresa, así como el valor de la misma está dada por los recursos productivos con los que cuenta, los cuales son igual a los recursos productivos del periodo heredados más los nuevos que se incorporan a través de la inversión.

La inversión total puede dividirse en tres clases: *la inversión tangible* que consiste en la acumulación de capital físico, monetario y financiero de la empresa, *la inversión intangible* que corresponde al conocimiento tácito o empírico entre otros, y *la inversión pública* que toma forma en el sistema educativo, el conocimiento social, la capacidad de innovación así como todos aquellos recursos que son útiles para la empresa pero que no le implicaron un gasto directo.

La empresa crece como resultado de la inversión (tangible, intangible y pública). Esta, la empresa (E) en sí misma es resultado de un proceso histórico que resulta de lo que fue ayer (E<sub>t-1</sub>) más los nuevos recursos productivos que incorporan la inversión privada (I) y la inversión pública. Dado que la inversión bruta privada se compone de la inversión neta y de la inversión de reposición de los recursos productivos que llegan al final de su vida económicamente útil, el crecimiento de la empresa privada en términos de valor de la empresa VE la podemos expresar como que el valor actual de la empresa, que es igual al valor de la empresa en el periodo anterior VE t-1, más el valor de la inversión neta (I).

$$VE = VE_{t-1} + I \tag{5.1}$$

En términos de los recursos productivos (RP) de que dispone una empresa, estos son resultado de los recursos productivos heredados más los nuevos incorporados a través de la inversión pública y privada.

$$RP = f(RP_{+1} + I)$$
 (5.1')

Dado que el valor de la riqueza que produce una empresa es función de la disponibilidad y calidad de ese conjunto de recursos (de la empresa privada) y de la sociedad, (véase ecuaciones 2.1 y 2.2) entonces en el desempeño de un grupo de empresas e industrias el ambiente social, cultural, institucional y el proyecto de nación liderado por el Estado son, al menos en parte, responsables de la marcha de las mismas corporaciones. Si bien esto es cierto, a continuación continuaremos nuestro estudio enfocándonos en la inversión privada.

Existen dos condiciones básicas para que tenga lugar la inversión, la primera es que exista una oportunidad suficientemente rentable, y la segunda consiste en la disponibilidad de los recursos financieros para llevarla a cabo. Si alguna de ellas no existe la inversión no tendrá lugar. Estos son dos de los más importantes determinantes de la toma de decisiones de realizar o no una inversión. Así el primer paso es analizar los factores que influyen o determinan la decisión de invertir.

La inversión no es un hecho económico que resulte de una decisión automática o imprudente de las empresas o los individuos. Aún en el caso de estos últimos la inversión es resultado de un periodo previo de gestación que tiene que ver con la evaluación del o de los diferentes proyectos de inversión.

Ya que la empresa tomó la decisión de invertir entonces procede a la adquisición de instalaciones, maquinaria, equipo y en general el personal especializado, todo lo cual requiere de un periodo de tiempo para su puesta en marcha. Por tanto, la decisión de inversión de hoy solo se materializará como un recurso productivamente utilizable un periodo posterior, como lo mostramos a continuación:

$$I_{+1} = f(DI) \tag{5.2}$$

La inversión es una de las más difíciles y complejas decisiones que debe tomar una empresa, sus resultados pueden dar lugar a un crecimiento con ciertas ventajas relativas con relación a sus rivales o provocar una crisis de la misma que termine en la quiera. Esta decisión, en general es función del rendimiento o ganancias que se espera obtener de un proyecto determinado por lo que las expectativas son un componente fundamental para la inversión.

La empresa forma sus expectativas a partir de variables endógenas al sistema como son: el precio, las ventas, las ganancias, la oferta y la demanda de fondos para la inversión, la utilización de la capacidad instalada, de factores institucionales, tales como: la política crediticia, de tipo de cambio, el estado de la investigación y el desarrollo, y la información en general de que disponga.

A partir de la información disponible las empresas elaboran estrategias competitivas que buscan construir ciertas ventajas que espera explotar. Estas últimas obedecen al estado de competencia entre las firmas, el papel de los directivos, administrativos y gerentes de la firma y la política del crecimiento del Estado.¹ E. Penrose ha subrayado la visión y el papel del empresario para ver las oportunidades de negocio, dice: que el empresario emprendedor tiene la capacidad de ver "oportunidades productivas" las cuales abren nuevas posibilidades de inversión.

De forma compacta podemos decir que la decisión de inversión depende de las expectativas de ganancias de proyecto ( $\pi$ °), de la disponibilidad de fondos para la inversión (FI), de las políticas y disponibilidad de créditos para la inversión (CI), del tipo de cambio (TC) que en una economía abierta como la mexicana parece ser importante, del estado de la ciencia y la tecnología en particular de los procesos de investigación y desarrollo gestionados en la misma empresa ( I&D), y por las estrategias de competencia de la gerencia de la empresa EC.

$$Di=f(\pi^{e}, FI, CI_{dp}, EC^{E,ET})$$
(5.3)

Las expectativas de las ganancias esperadas  $\pi^e$  se forman entre otros factores por la información con la que cuenta la empresa sobre sus ingresos, las ganancias corrientes  $\pi$ , la tasa de ganancia Tg, la evaluación del riesgo Rgo. Si bien la empresa puede contratar a los mejores expertos de inversión, y calcular de la forma más sofisticada del riesgo de cada inversión la evolución de la economía, las industrias y las empresas se desenvuelven en un contexto donde siempre existe lo que los economistas llamamos incertidumbre fundamental. Este ambiente propio de los negocios dio lugar a explicar la decisión de inversión en última instancia como resultado de lo que Keynes denominó el "espíritu animal" de los empresarios.

$$\pi^{e} = f(\pi, Tg, Rgo.) \tag{5.4}$$

Los fondos para la inversión se forman por los fondos internos de inversión FII más los fondos externos de inversión:

$$FI = FII + FExI$$

Los fondos internos de inversión son función de las ventas, del flujo de efectivo y finalmente las ganancias retenidas de la empresa, en síntesis la Ofi es la acumulación de ganancias disponibles para la inversión, y los recursos por la colocación de acciones en el mercado, FIAcc (estos últimos son función entre otras variables del valor de la empresa y de las expectativas de su desempeño).

$$FII = f(Ofi, FIAcc)$$
 (5.5)

Los fondos externos de inversión FExI son función de los créditos bancarios Cr<sub>b</sub>, y de la tasa de interés ti<sub>p</sub> que debe pagar la empresa. La tasa y el monto de endeudamiento de la empresa dependen a su vez del valor y tamaño de la misma empresa, por lo que las grandes corporaciones cuentan con mayor acceso a fondos externos.

<sup>1</sup> Véase Chadler, Kalecki, Courvisanos, Penrose, Porter, Dunning y Archer entre otros.

$$FE_{\nu}I = f(Cr_{b}, ti_{p}) \tag{5.6}$$

La capacidad instalada de reserva u ociosa (CO) también influye en la decisión de ampliar la capacidad productiva a través de la inversión. Aquella se expresa como una tasa igual a la capacidad técnica de producción (CTP) sobre la tasa de operación (TO) de la empresa por la capacidad técnica de producción, todo menos uno.

$$CO = (CTP/(TO*CTP))-1$$
 (5.7)

Aun cuando las grandes corporaciones gozan de un gran poder de mercado, la tasa de ocupación (desocupación) es una variable endógena al sistema. El reto de la empresa es reducir su tasa de desocupación con lo cual aumenta la oferta de fondos internos de inversión creando las condiciones para la toma de decisiones de inversión. Si esta se realiza, la empresa entra en un proceso dinámico de crecimiento, acumulación de capital y poder de mercado.

En una economía en crecimiento, en general la mayoría de las empresas también lo hacen, pero las empresas líderes reportan tasas de expansión mayores a las de sus similares en la industria lo cual se expresa en una reducción más acelerada de su capacidad ociosa, un mayor flujo interno de efectivo y mayores ganancias retenidas. Estas podrán ser más pronto utilizadas para realizar los proyectos de inversión que planeen los estrategas de la empresa.

En este escenario existe una relación de causalidad de la ecuación 5.5 a la 5.4, y de esta a la 5.3 y a la 5.2. Esto da lugar a un desempeño positivo de la empresa lo cual crea las condiciones endógenas a la misma para tomar decisiones positivas de invertir. Finalmente, al realizarse la inversión por la ecuación 5.1 el valor de la empresa aumenta y con esto se crea un proceso de crecimiento y acumulación de capital en la empresa. Si este proceso se expresa en una tasa superior a las de sus rivales tendrá lugar un proceso de concentración.

El papel de la gerencia es importante pues una estrategia adecuada de crecimiento da lugar a un crecimiento de la empresa y a un cambio de su estructura (Chandler) lo que la hace a la empresa más eficiente y competitiva. Al mismo tiempo esto también acelera el proceso de acumulación y concentración de capital en manos de la corporación.

La acumulación de capital da lugar por una parte a que las empresas se conviertan en grandes corporaciones oligopólicas, y por otra, a que los accionistas y/o propietarios de las empresas se conviertan en una fuerza social poderosa que transforma y modela el ambiente económico, social, cultural, político e institucional de acuerdo a sus intereses.

Como dice Penrose: Las empresas no solo modifican las condiciones ambientales necesarias para el éxito sino que lo más importante saben que pueden modificarlas. En efecto, los oligopolios en su proceso de crecimiento y acumulación no solo modifican el comportamiento y elección de los individuos (consumo) (ecuación 1.1) sino también sus instituciones y hasta al mismo Estado.

#### **Conclusiones:**

Hemos presentado un modelo microeconómico de comportamiento de la empresa capitalista. Su poder oligopólico el permite en gran parte modelar la cantidad de los bienes y servicios y las características de los mismos para incidir en lo que compran los consumidores. En el campo de la producción, le empresa determina la tecnología y por tanto la productividad del trabajo, y dependiendo de la demanda efectiva, la cantidad de trabajadores empleados. Su poder le permite determinar los precios e influir en los costos de producción. Su forma de competencia principal es a través de la diferenciación del producto. De igual manera define la estructura de la distribución del ingreso destacando cierta autonomía para utilizar parte de las ganancias para crecer. Los beneficios se convierten en fuente de financiamiento para un proceso de expansión que parece no tener límites.

A pesar del tamaño de las grandes corporaciones su poder no es ilimitado y la relación con su entorno no es determinista. La economía está sujeta a un proceso histórico; los consumidores tienen raíces culturales y antropológicas y reciben la influencia de la publicidad; la tecnología utilizada en la producción está limitada por los avances en la ciencia y la tecnología; las ventas están en función de la demanda efectiva y las políticas crediticias; los sueldos y salarios se determinan por el costo de la vida y el poder de los sindicatos; los movimientos especulativos a nivel internacional así como los cambios climatológicos influyen en la economía, etc. El mismo estado de la competencia, las instituciones y la política regulatoria, y hasta el medio ambiente ponen límites y matizan el poder de las grandes corporaciones.

En dicho contexto se hace necesario el desarrollo de organizaciones e instituciones sociales, que regulen o limiten los efectos negativos del funcionamiento y operación de las grandes empresas oligopólicas y estimulen sus efectos positivos.

## Bibliografía

Arestis, P., S. Dunn, and M Sawyer, "Post Keynesian Economics and its Critics" *Journal of Post Keynesian Economics* 21 (4): 1999, pp. 527-549.

Arestis, P., The Post-Keynesian Approach to Economics, An Alternative Analysis of Economic Theory and Policy.

Davidson, P. "The principle of Effective Demand: Another View", Journal of Post Keynesian Economics 23 (3): 2001, pp. 391-409

Eichner, Alfred, The Megacorp and Oligopoly, Micro Foudations of Macro Dynamics, London, New York Merbourne, Cambridge University Press 1976.

Garrido, C. (2006) "Empresas, economía nacional y sistema financiero en México" María De los Ángeles Pozas, (Coor.), *Estructura y Dinámica de la Gran Empresa en México: Cinco Estudios sobre la Realidad Reciente*, México. El Colegio de México, (2006).

Huerta, R,. "Las fuerzas del mercado: un enfoque heterodoxo." en Aportes, México, BUAP, Enero-abril de 2008, No. 37.

Huerta, R., "El juego de la oferta y la demanda", en *Microeconomía Heterodoxa, lecturas del primer seminario de microeconomía heterodoxa*, México, UNAM-FE, Castel, 2006.

---- Reseña del libro Inversión extranjera directa en México: desempeño y potencial, en Economía Informa, México, Facultad de Economía, Marzo-junio de 2010, No. 363.

Kalecki, M., Ensayos Escogidos sobre Dinámica de la Economía Capitalista, México, FCE, 1977.

Keynes, J., Teoría General de la Ocupación, el Interés y el Dinero, México, FCE, 2003

Lavoie, M., Foundations of Post-Keynesian Economics Analysis, USA, Edward Elgar Publishing Company, 1992.

Lavoie, M., La Economía Postkeynesiana, un antídoto del pensamiento único, España, Icaria, 2006.

Nell, E., Demanda Efectiva, Precios y Salarios, México, Trillas, 1983.

Robinson, J., Ensayos sobre análisis económico, México, FCE, 1973.

Robinson, J., Ensayos de economía poskeynesiana, México, FCE, 1987.

Smith, A., *Investigación sobre la Naturaleza y las Causas de la Riqueza de las Naciones*, Barcelona, Planeta De Agostini, 1997.

Trigg, A., "Quantity and price systems: toward a framework for coherence between Post-Keynesian and Srafiann economics", *Future Directions for Heterodox Economics*, USA, University of Michigan, 2008, pp. 127-141.

Vargas, G., *Introducción a la Teoría Económica, Un Enfoque Latinoamericano*, 2<sup>da</sup> Éd. Pearson/Prentice Hall, México, 2006.

-----., Teorías de la Empresa y la Competitividad, Castdel, Mexico, 2006.

Banco de México, Instrumentación de la política monetaria a través de un objetivo operacional de tasa de interés (Anexo 3 del *informe sobre inflación*, Julio-Septiembre de 2007)



#### Convocatoria al XXI COLMEME

Universidad Autónoma de Nayarit





Unidad Académica de Economía

Maestría en Desarrollo Económico Local

Comité Coordinador del XXI Coloquio Mexicano de Economía Matemática y Econometría

#### CONVOCAN

A investigadores, profesores y estudiantes de Instituciones de Educación Superior de México y del extranjero, a presentar ponencias en el XXI Coloquio Mexicano de Economía Matemática y Econometría (COLMEME), que tendrá verificativo del 26 al 30 de septiembre del 2011, en la Unidad Académica de Economía, de la Universidad Autónoma de Nayarit, sito en la Ciudad de la Cultura "Amado Nervo", en Tepic, Nayarit, México.

#### OBJETIVO

Promover y difundir la investigación y la docencia de la economía matemática, la estadística, la econometría, la economía local, sectorial, empresarial, el crecimiento y desarrollo económico, así como la aportación de disciplinas afines, fomentando el intercambio de conocimientos y experiencias entre economistas y matemáticos.

Se dictaran conferencias magistrales, talleres, paneles temáticos, mesas estudiantiles, presentación de libros.

#### Las ponencias deberán abordar la temática de:

- ✓ Microeconomía
- ✓ Macroeconomía
- ✓ Matemáticas, Estadística Econometría
- Enseñanza-aprendizaje de métodos matemáticos en economía
- √ Finanzas públicas y privadas

- √ Cómputo y temas afines
- ✓ Economía política
- √ Teoría de Juegos
- ✓ Crecimiento, desarrollo económico, regional, sectorial y empresarial
- ✓ Economía ecológica

#### BASES:

#### Características de las ponencias

Los trabajos deberán cumplir con las siguientes características:

- a) Utilizar métodos de la economía matemática, la estadística o la econometría.
- b) El texto en Word, letra Times New Roman de 12 puntos a 1.5 líneas, incluyendo cuadros, gráficas, dibujos, sin corte de palabras y la numeración correspondiente.
- c) Tener una extensión de 5 a 20 cuartillas, con 80 caracteres por renglón.
- d) Las referencias bibliográficas se incluirán al final del texto, ordenadas de la siguiente manera: i) Apellidos y nombre(s) del autor, ii) título del artículo (entrecomillado) y nombre de la revista o libro donde apareció (en cursivas) o título del libro (en cursivas); iii) quién edita; iv) ciudad; v) año de edición del libro o volumen, número y fecha de la revista; vi) número de páginas o páginas de referencia.
- e) Los cuadros y gráficas se deben explicar por sí mismos (sin tener que recurrir al texto para su comprensión), no incluir abreviaturas, indicar las unidades y contener todas las notas al pie y las fuentes completas.
- f) Se debe proporcionar, al menos la primera vez que se citen, la equivalencia completa de las siglas empleadas en el texto, la bibliografía y los cuadros y gráficas.
- g) Se admitirán trabajos en otros idiomas con su correspondiente traducción al español.
- h) Para su publicación impresa o en disco compacto, con ISBN o ISSN los autores otorgarán carta de cesión de derechos al Comité organizador.
- i) El Comité Organizador del COLMEME designará a los dictaminadores de los trabajos que se reciban para su publicación. No se devuelven los originales.

### Cuota de inscripción

- 1. Los ponentes en el Coloquio pagarán una cuota de inscripción de \$100.00 (Quinientos pesos M/N) que deberán depositar a nombre de la Universidad Autónoma de Nayarit, a la cuenta 2748957 de BANAMEX, sucursal 7000 La Cruz, de Tepic, Nayarit
- 2. Para inscribirlos deberán enviar el trabajo que presentaran, anexando la ficha de depósito bancario escaneada al correo electrónico <a href="mailto:xxicolmemeuan@hotmail.com">xxicolmemeuan@hotmail.com</a>con los datos siguientes:
- Nombre a quien se factura. Dirección Fiscal. RFC. Nombre del participante.
- La UAN emitirá la factura al entregar la original de la ficha de depósito bancaria.
- 3. Los trabajos en extenso deberán contener la siguiente información: Nombre, nacionalidad del autor y correo electrónico, con una breve semblanza curricular. Título del trabajo.

Un resumen de su contenido, en no más de 200 palabras, en español o en inglés, en el caso de que el ponente no sea hispano parlante.

4. La recepción de trabajos queda abierta a partir de la publicación de esta convocatoria, hasta el 15 de agosto de 2011. Los dictámenes de aceptación se entregarán a más tardar el día 30 de agosto de 2011.

- 5. El registro a talleres podrá realizarse desde la publicación de la lista de los mismos y hasta el día 26 de septiembre de 2011.
- 6. El registro de asistencia se realizará del 26 al 30 de septiembre de 2011.

### NOTA: LOS ESTUDIANTES NO PAGARAN INSCRIPCIÓN A LOS TALLERES.

Comité Coordinador del XXI Co	oloquio Mexicano de Economía Mate	mática y Econometría	
	Eduardo Meza Ramos, Coord	dinador General.	
DE VINCULACIÓN Miguel Gutiérrez Gómez mgutierrezg@jpn.mx	DE TALLERES Alberto Reyes de la Rosa	MESAS TEMÁTICAS  Daniel Octavio Silva Medina	DE MESAS ESPECIALES Francisco Sánchez Sánchez sanfco@cimat.mx
	fematematicas@yahoo.com.mx	danosm@economia.unam.mx	
COORDINADORES DE ZONAS (		GEOGRÁFICAS	
	DE MÉXICO	_	
Sergio Hernández Castañeda		OCCIDENTE	NOROESTE
hercastaeda@yahoo.com.mx		Felipe de Jesús Álvarez	Juan Manuel Ocegueda Hernández
Alma Jiménez Sánchez	Isaías Martínez García isamtz@economia.unam.mx	Lozano	jmocegueda@uabc.edu.mx
neko_aj@yahoo.com.mx	Esther Figueroa	falvarezlozano@yahoo.com.mx	Rogelio Varela Llamas
Alfonso Anaya Díaz	Hernándezesfigue 3@yahoo.com.mx		rvll_uclm@hotmail.com
aanaya@servidor.unam.mx	Ernesto Bravo Benítez	imendoza6205@gmail.com Irma Jarquín Ávila	Octavio Bojórquez Camachocadmoneg@uas.uasnet.mx
Genaro Sánchez Barajas	ebravobentez@yahoo.com.mx	irmajaravi@hotmail.com	SURESTE
genarosa@unam.mx	Loreto Cruz Hernández lcruzh@itesm.mx	José Odón García Garcíajogg3069@yahoo.com.mx.	Sergio Monroy Aguilar smonroy@correo.uqroo.mx
Javier Galán Figueroa	Francisco Pérez Soto perezsotof@hotmail.com	BAJIO	EUROPA
javier.galanf@gmail.com		Refugio Vallejo Gutiérrez	Jean-Luc Demosant
Miguel Gutiérrez Gómez	Guillermo Martínez Atilano	refugio.vallejo@ugto.org	jldemonsant@gmail.com
economía_ipn@yahoo.com.mx		NORESTE Julio Cesar Arteaga jarteaga@faeco.uanl.mx	NORTEAMÉRICA
Daniel Octavio Silva Medina	Jorge Ruiz Moreno	SUR	Genaro Sánchez Barajasgenarosa@unam.mx
danosm@economia.unam.mx	iruiz@correo.xoc.uam.mx	Juan Ruiz Ramírez	FRONTERA MEXICO-ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA
Alfonso Gómez Navarro	Salvador Ferrer Ramírez		
alfonsog@servidor.unam.mx	sferrer@correo.xoc.uam.mx	Gabriela E. Hernández Rodríguez	
Michel Rojas Romero		gabyerendira@yahoo.com.mx	Alejandro Brugués Rodríguez
mirojasmx@yahoo.com.mx			abrugues@colef.mx























































Memoria del XXI Coloquio Mexicano de Economía Matemática y Econometría, se editó como memoria electrónica el 25 de septiembre de 2012, para su publicación de Internet.

Tepic, Nayarit. México.























































Universidad Autónoma de Nayarit UNIDAD ACADÉMICA DE ECONOMÍA Maestría en Desarrollo Económico Local

> Tepic, Nayarit, 26-30 de septiembre de 2011