

MEMORIA DEL

XXI Coloquio Mexicano de Economía Matemática y Econometría

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



**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 estrategias 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 Martín 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 Montaña 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 Loria 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 Aristides 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 econometría con las NTIC; Javier Martínez Morales y Amílcar Orlián 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, María 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. Licitaya 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
<i>Sergio Hernández Castañeda</i>	
Capítulo I	17
Ciclos económicos en modelos basados en agentes.....	19
<i>Michel Rojas Romero</i>	
Estructura de propiedad y desempeño: evidencia para México.....	37
<i>María de Lourdes Rodríguez Espinosa</i> <i>Edgar David Gaytán Alfaro</i> <i>Ramón A. Castillo Ponce</i>	
Un análisis basado entre los vínculos de las fluctuaciones económicas nacionales y regionales en México 1997-2010.	52
<i>Mario Alberto Mendoza Sánchez</i>	
Las exportaciones mexicanas de manufacturas. Análisis de cointegración.....	61
<i>Carlos Gómez Chiñas</i>	
Dos crisis en la economía Mexicana: 1995 y 2009.....	68
<i>Díaz Castillo Silvia Ariadna</i>	
Capítulo II	79
El cambio climático y la pobreza en el Distrito Federal.....	81
<i>Armando Sánchez Vargas</i> <i>Ana Liz Herrera Merino</i> <i>Débora Martínez Ventura</i>	
Estimación de una demanda potencial de microcréditos en Baja California.....	97
<i>Adanelly Avila Arce</i> <i>Martin Arturo Ramírez Urquidy</i>	
Análisis estadístico del gasto público en el estado de Sonora durante el periodo 1980 – 2008.....	112
<i>M.C. Erika Olivas Valdez</i> <i>M.A. Luis Enrique Ibarra Morales</i>	
Un modelo estocástico para la predicción de precipitación en un área geográfica.....	119
<i>Francisco Pérez Soto</i> <i>Esther Figueroa Hernández</i> <i>Raquel Salazar Moreno</i> <i>Rebeca Alejandra Pérez Figueroa</i>	
La utilización de la dinámica estocástica en la construcción de modelos macroeconómicos convencionales.....	127
<i>JOSÉ LUIS HERNÁNDEZ MOTA</i>	
Los determinantes de la pobreza en México, 2006 (Un enfoque micro-econométrico).....	140
<i>M. E. JUAN JOSÉ MENDOZA ALVARADO</i>	

Aplicaciones de la distribución weibull en ingeniería de confiabilidad	148
<i>Raquel Salazar Moreno</i>	
<i>Abraham Rojano Aguilar</i>	
<i>Esther Figueroa Hernández</i>	
<i>Francisco Pérez Soto</i>	

Capítulo III **163**

“Decisiones de Consumo e Inversión en una Economía con Preferencias Heterogéneas”	165
<i>Alumno: Alfredo Omar Palafox Roca</i>	
<i>Director de tesis: Francisco Venegas Martínez</i>	
El papel de la inversión extranjera directa en el turismo	176
<i>Aline Concepción Estrada González</i>	
Relevancia estadística de la infraestructura en los parques industriales, una prueba por componentes principales	184
<i>David Iglesias Piña</i>	
Turismo internacional, apertura comercial y crecimiento económico en México 1980-2005	196
<i>Felipe Hernández Guerrero</i>	
<i>Víctor M. González Bernal</i>	
<i>Francisco J. Robles Zepeda</i>	
Inversión extranjera directa y encadenamientos de las empresas domésticas en la industria automotriz mexicana.	209
<i>Nube Rodríguez Cruz</i>	
<i>Omar Neme Castillo</i>	

TOMO II
Capítulo IV **225**

Impacto del tipo de cambio real multilateral de México (2002-2010)	226
<i>MCE. Enoch Montaña Raygoza</i>	
La Regulación Bancaria de Basilea. Una nota sobre sus alcances y límites	239
<i>Andrés González Nucamendi</i>	
<i>Ricardo Solís Rosales</i>	
Probando la neutralidad monetaria en México	251
<i>David de Jesús González Milán</i>	
<i>Adanelly Avila Arce</i>	
En búsqueda de una regla cambiaria	262
<i>Eduardo Loría y Emmanuel Salas</i>	
Capacidad y esfuerzo fiscal en las entidades federativas en México: medición y determinantes	273
<i>Roberto Ramírez Rodríguez</i>	
<i>Alfredo Erquizio Espinal</i>	
Decisiones de inversión bursátil en periodos de alta volatilidad. Un análisis de sensibilidad mediante el enfoque “Risk Metrics”	288
<i>Rodolfo Santiago Morgado</i>	
<i>Eduardo Adolfo Pérez Gómez</i>	
<i>Aristides Antonio Guillén Aguilar</i>	
Pronóstico con Modelos ARIMA para los casos del Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) y la Acción de América Móvil (AM)	302
<i>Rosa María Domínguez Gijón</i>	
<i>Adriana Zambrano Reyes</i>	
Caracterización de la Incertidumbre en la Inflación: una Aplicación a México	317
<i>Dra. Tania Nadiezhda Plascencia Cuevas</i>	

Capítulo V	329
Enseñanza de la econometría con las NTIC	331
<i>Dr. Genaro Sánchez Barajas</i>	
Factores que motivan la deserción escolar en la zona sur del estado de Chihuahua, un análisis descriptivo y probabilístico	358
<i>Javier Martínez Morales</i>	
<i>Amilcar Orlian Fernández Domínguez</i>	
Práctica Docente y Aprendizaje de la Matemática en Economía: La Percepción del Alumno.....	368
<i>José Ramón Olivo Estrada</i>	
<i>Armando Benítez Hernández</i>	
<i>Erika López Estrada</i>	
Educación superior y desempeño económico en Mexico, Brasil, Chile y Corea del Sur	377
<i>Ma. Antonia Miramontes Arteaga</i>	
<i>Juan Manuel Ocegueda Hernández</i>	
<i>Patricia Moctezuma Hernández</i>	
Nuevas perspectivas para abordar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Economía	386
<i>María Guadalupe Vizcarra Andrade</i>	
El Problema de incorporar la matemática al análisis económico	390
<i>M. en C. Raymundo Flores Chávez</i>	
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
<i>Alfonso Gómez Navarro</i>	
Capítulo VI	407
Fundamentos macroeconómicos de las remesas mexicanas	409
<i>Ernesto Bravo Benítez</i>	
Análisis del capital humano desde la perspectiva de género. Estudio de caso: Chacala, municipio de Compostela, Nayarit.....	422
<i>Selene Nadezhda Becerra Pérez</i>	
<i>Dra. Lourdes Pacheco Ladrón de Guevara</i>	
Breve ensayo sobre la precarización	431
del empleo, desempleo y migración internacional en México 1995-2010.....	431
<i>Eduardo Rodríguez Juárez</i>	
<i>Elías Gaona Rivera</i>	
Participación femenina en el mercado laboral y el uso del tiempo en México: Un análisis de Pseudo Panel Dinámico	441
<i>Armando Sánchez Vargas</i>	
<i>Diego Ali Roman Cedillo</i>	
<i>Maria de Jesús Vargas Villa</i>	
<i>Guillermo Arenas</i>	
Una aplicación de la Distribución Rango-Orden con datos de la población y el empleo de México.	453
<i>Jorge Zaragoza Badillo</i>	
<i>Ricardo Mansilla Corona</i>	
La hipótesis del ingreso relativo y el efecto trinquete: un análisis econométrico	460
<i>Dr. José D. Liquitaya Briceño</i>	
Densidad de empleo en Hermosillo, 1999-2004: un enfoque de econometría espacial para parámetros locales*/.....	475

Liz Ileana Rodríguez Gámez

Modelo Econométrico Empleo en México.....485

Mónica González Morales

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 Mendoza*504

TOMO III

Capítulo VII

521

Poder de mercado. Nota teórica y referencias de su medición convencional y con precios relativos. Una
revisión.....523

Alfonso Anaya Díaz

El capital humano y el salario en el nivel de empleo en las empresas manufactureras del Municipio de Tepic
531

Isidoro Salvador Rodríguez Vargas

Eduardo Meza Ramos

Edel Soto Ceja

An empirical analysis of the nonlinear relationship between environmental regulation and manufacturing
productivity547

Armando Sánchez Vargas

Ricardo Mansilla Sánchez

Alonso Aguilar Ibarra

Diego Ali Roman Cedillo

Effects of Stock Market Development on Economic Growth in Southeast Asia and Latin America556

Miguel A. Tinoco Zermeño

Víctor H. Torres Preciado

Bismarck Javier Arevilca Vásquez

Modelo alternativo para caracterizar la producción
del sector eléctrico en México.....564

Alexander Galicia Palacios

Miguel Flores Ortega

Salarios relativos en el sector manufacturero de México: un análisis de sus determinantes a través de datos
de panel.....572

Angélica Lidia Saucedo Parra

Rogelio Varela Llamas

LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE TUNA
EN EL ESTADO DE MÉXICO587

Figuroa Hernández Esther

Francisco Pérez Soto

Salazar Moreno Raquel

Ramírez Abarca Orsohe

Espinosa Torres Luis Enrique

Aplicación del análisis de cointegración para el crecimiento de CEMEX.....594

Gustavo Vargas Sánchez

Albino Luna Ortega

Eficiencia técnica en la industria manufacturera en México601

Humberto Ríos Bolívar

TRANSMISIÓN DE PRECIOS DEL JITOMATE SALADETTE EN EL MERCADO DE GUADALAJARA, JALISCO	620
<i>Imelda Rosana Cih- Dzul</i>	
<i>José Luis Jaramillo-Villanueva</i>	
<i>Mario Alberto Tornero-Campante</i>	
<i>Rita Schwentesius-Rindermann</i>	
<i>Miguel Angel Martínez Damián</i>	
APLICACIÓN DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS AL SECTOR AGROPECUARIO DE MÉXICO	631
<i>Oswaldo U. Becerril Torres</i>	
<i>Gabriela Rodríguez Licea</i>	
<i>Javier Jesús Ramírez Hernández</i>	
Las recesiones de 1995, 2001 y 2009 en las entidades federativas de México	641
<i>Alfredo Erquizio Espinal</i>	
<i>Roberto Ramírez Rodríguez</i>	
DINAMICA DEL CONSUMO DE GASOLINA EN LA FRONTERA JUAREZ-EL PASO	657
<i>Gabriel Muñoz Sapien</i>	
Un modelo microeconómico de la empresa	670
<i>Gustavo Vargas</i>	
<i>Rogelio Huerta</i>	

Objetivos del Coloquio Mexicano de Economía Matemática y Econometría

Sergio Hernández Castañeda,
Departamento de Matemáticas,
Facultad de Ciencias, UNAM

Estimadas Personalidades que nos acompañan,
Estimados amigos y amigos:

Con motivo de la inauguración del XXI COLOQUIO MEXICANO DE ECONOMÍA MATEMÁTICA Y ECONOMETRÍA, tomando, quizá, en cuenta, no que tenga yo algunos méritos especiales, sino el hecho de que soy uno de los miembros de la Comisión Organizadora del Coloquio que lleva más tiempo asistiendo a estos eventos, se me ha pedido que diga unas palabras acerca de la historia de estos coloquios, acerca de cuáles han sido los propósitos que los han guiado y de cuáles han sido los logros que han obtenido.

Trataré, entonces, de asumir, brevemente, ese encargo. Espero no aburrirlos demasiado.

En primer lugar, para hacer justicia histórica, es necesario decir que hubo un Coloquio Número Cero de Economía Matemática. Este se celebró en la UAM-Iztapalapa, en 1981 y, según recuerdo, uno de los organizadores principales fue el Profesor Jorge Ludlow. Por tanto, él debe ser considerado uno de los pioneros de nuestra causa.

Unos pocos años después, por allá de 1987, un grupo de profesores e investigadores principalmente del CIDE, encabezados por Pedro Uribe y por Francisco Sánchez Sánchez, fundaron en la ciudad de Guanajuato la materialización de un interesante proyecto que se llamó Centro de Investigación en Economía Matemática (CIEM), se trataba de un organismo autónomo, pero patrocinado en gran medida, según creo, por el Gobierno Federal.

Fue este organismo, el CIEM, quien convocó, en la misma ciudad de Guanajuato, en 1988 y en 1989, a los llamados Primero y Segundo Coloquios Nacionales de Economía Matemática. Es verdad que hubo entre 20 y 30 asistentes en cada uno de estos eventos, pero todos los que allí estábamos vimos esperanzados lo que fue el origen de una interesante tribuna que, como se constató después, reclamaban muchos investigadores y docentes de todo país, interesados en las aplicaciones de los métodos matemáticos a la economía y a las otras ciencias sociales. En particular, puedo decir con orgullo que nuestro grupo, El Grupo de Trabajo en Economía Matemática y Teoría de Juegos de la Facultad de Ciencias de la UNAM, en pleno, asistió con gran entusiasmo y aprendió mucho en estos eventos, como ya lo había hecho en el realizado en 1981.

Sin embargo, como todos lo sabemos muy bien, tenemos la desgracia, en nuestro país, de que muchos buenos proyectos tienen solamente una vida sexenal y de que existe, entre nuestro dirigentes, una proclividad muy dañina a dar, cada seis años, bandazos que a nada conducen en nuestras políticas científicas, educativas y de otros tipos. En estas condiciones y aunque no conozco de cerca los detalles, estoy convencido de que allí está la clave de lo que le pasó al CIEM. Un mal día, autoridades federales carentes de visión dejaron de apoyarlo, el centro dejó de estar dentro del presupuesto y tuvo que ser liquidado, llegando al extremo de tener que vender sus computadoras y sus muebles para poder pagar los sueldos atrasados de sus investigadores y de sus empleados. Con ello, ante los ojos de toda la comunidad académica interesada, se suspendieron los coloquios de Economía Matemática que habían sido vistos con tantas esperanzas.

Fue poco a poco, en la medida de que los interesados nos fuimos haciendo conscientes del enorme valor que tenía la tribuna que habíamos perdido, que, puedo decir que, a iniciativa de nuestro grupo de trabajo, nos reunimos, a fines de 1992, con Pedro Uribe, Francisco Sánchez y los antiguos amigos del CIEM, con representantes de la Sociedad Matemática Mexicana, con los amigos de la Facultad de Economía de la UNAM y con representantes de otras instituciones como el CIMAT de Guanajuato, la Universidad de Guadalajara, la Universidad de las Américas de Puebla, la UACPIIP de la UNAM, el COLMEX y el ITAM. Todo los anteriores integraron la Comisión Organizadora del que se llamó III Coloquio Nacional de Economía Matemática y Econometría. A instancias de Francisco Sánchez, el CIMAT de Guanajuato nos prestó generosamente sus instalaciones y el evento se celebró, con alrededor de 75 ponencias, en julio de 1993, después de dos años de interrupción.

Espero no interpretar mal el modo de pensar de por aquel entonces de los representantes de instituciones como la Facultad de Ciencias de la UNAM, de la Sociedad Matemática Mexicana, de la Facultad de Economía, de la UACPIIP y de otras si digo que, a todas ellas, les preocupaba, en particular, la búsqueda de impulsar el desarrollo

de la Economía Matemática y de la Econometría en las universidades públicas de todo nuestro país. Muchos de nosotros pensábamos que, si bien en muchos aspectos, la enseñanza de la economía en nuestras universidades públicas no tenía nada que pedir a nadie, había un relativo retraso en estas instituciones en cuanto se refiere a la enseñanza de las matemáticas y a sus aplicaciones a la economía y, con ello, nos parecía que era importante tratar de superar esa situación a la brevedad posible.

Al mismo tiempo y aunque, desde luego, me declaro yo como el único responsable de lo que aquí digo, espero interpretar adecuadamente el sentir de la Comisión Organizadora de aquel entonces si sintetizo los objetivos generales del coloquio del siguiente modo:

Ofrecer una tribuna en la cual tengan oportunidad de presentar sus trabajos todos aquellos que cultiven, tanto en nuestro país como en otros países hermanos, de algún modo, los métodos matemáticos en el análisis económico y los métodos econométricos. Con ello, ofrecer a los ponentes una audiencia cada vez mejor informada en la temática que cultivamos, una audiencia que sepa valorar críticamente las ideas que se le presenten y dispuesta a colaborar para que aquéllas se enriquezcan mediante una retroalimentación cada vez más certera y dinámica, en un ambiente académico de mutuo respeto.

Pugnar por integrar, en nuestro país, el más amplio núcleo receptivo, formado por todos nosotros y ávido de asimilar críticamente los progresos logrados en todo el mundo en torno a la Economía Matemática y a la Econometría. Un núcleo capaz de acumular sistemáticamente los mayores conocimientos sobre nuestra temática y que, también, sepa transmitirlos a todo el medio social que nos rodea.

Esforzarnos por conformar el más llamativo punto de encuentro en el cual se reúnan, de una parte, todos los investigadores, profesores y estudiantes de economía y de otras áreas afines, interesados en el uso de los métodos matemáticos y, de la otra, todos los investigadores, profesores y estudiantes de matemáticas y de otras carreras relacionadas, interesados en las aplicaciones de las matemáticas a la economía y a las otras ciencias sociales. Un crisol de trabajo interdisciplinario que conduzca, por un lado, a la mejor y más adecuada formación en matemáticas de nuestros economistas y de otros científicos relacionados y que, por el otro, sepa producir nuevas generaciones de matemáticos plenamente conscientes de las potencialidades de su ciencia para comprender mejor a las sociedades humanas y capaces de colaborar de una forma cada vez más fructífera con los científicos sociales.

A todas luces, el III Coloquio constituyó un brillante renacer de las ideas que he intentado sintetizar arriba y fue el punto de partida para una sucesión ininterrumpida de importantes eventos que se celebraron, a partir de él, año con año.

Al año siguiente, en 1994, cuando nuestra sede era la Universidad de Guadalajara, haciéndonos eco de una iniciativa de Pedro Uribe, decidimos que nuestra reunión cumpliría mejor sus objetivos si cambiara su nombre a IV Coloquio Mexicano de Economía Matemática y Econometría y, desde ese momento en adelante, llamamos a nuestro evento anual “Coloquio Mexicano” en lugar de “Coloquio Nacional”.

Vinieron entonces el V Coloquio en la Facultad de Ciencias de la UNAM, el VI en la Universidad de las Américas de Puebla, el VII en la Facultad de Economía de la UNAM y el VIII nuevamente en la Universidad de Guadalajara.

Fue pocos meses después de celebrado nuestro evento en Guadalajara, en cuya organización estuvo, desde luego, en primer plano, cuando le diagnosticaron una grave enfermedad a nuestro querido amigo, Pedro Uribe, a causa de la cual tuvimos la desgracia de perderlo poco después. Como un modesto, pero merecidísimo homenaje a la trayectoria de alguien que había hecho tanto por nuestra causa, fue celebrado en honor de Pedro Uribe el IX Coloquio, en la Universidad Autónoma de Yucatán.

A esta alturas, ¿Qué lecciones podíamos extraer de la ya relativamente rica experiencia de los nueve primeros coloquios celebrados?

Creo que, en primer lugar, había quedado demostrado de un modo contundente que, en nuestro país, existían plenas condiciones objetivas para celebrar un evento como el que concebíamos y, en general, para cumplir las tareas que nos trazábamos.

Cada año, alrededor de dos centenares de académicos pertenecientes a instituciones de docencia y de investigación que cubrían todo nuestro país, preparaban, cada vez más sistemáticamente, sus trabajos, con el fin de presentarlos y someterlos a la valoración crítica de los participantes en nuestro evento. Año con año, asistíamos a discusiones cada vez más profundas entre académicos que cultivaban la Economía Matemática y la Econometría, entre académicos que cultivaban, en general, la economía y otras ciencias sociales e interesados, además, en el uso de los métodos matemáticos en su trabajo y, finalmente, entre académicos que se dedicaban en especial a las matemáticas, pero preocupados también por las aplicaciones de éstas a las ciencias sociales. A veces, tal vez, las discusiones resultaban más acaloradas de lo que hubiéramos deseado, pero todo esto era parte de

la búsqueda de conformar un lenguaje común entre miembros de diferentes disciplinas que intentaban colaborar entre ellos. Aunque, tenemos que decirlo, no en la cantidad que nos hubiera gustado, se enriquecían también nuestras discusiones con un número creciente de asistentes que venían de los diversos países latinoamericanos, de Estados Unidos, de Canadá, de la Península Ibérica y de otros países europeos.

Por otra parte, tanto en el seno de la Comisión Organizadora como entre el conjunto de los asistentes asiduos al coloquio, se había venido planteando, desde el principio, una serie de interrogantes y de opiniones acerca de cuáles eran las perspectivas y cómo debería ser el desarrollo ulterior de nuestro evento.

Había muchos entre nosotros que nos inspirábamos, sobre todo, en los modelos que nos proporcionan los principales eventos académicos internacionales que se celebran en todo el mundo, acerca de los temas que nos interesaban.

Otros preferíamos poner el énfasis en la necesidad de partir, principalmente, de las condiciones específicas existentes en nuestro país, en cuanto a cuál es el verdadero nivel de desarrollo de la Economía Matemática y de la Econometría, con el fin de construir un evento a la medida de nuestro medio.

Muchos soñábamos con un coloquio que contara con la mayor participación posible de investigadores, docentes, profesionistas y estudiantes de todo el país, en la búsqueda de que nuestro medio, en su conjunto, se enriqueciera lo más posible con una amplia cultura en toda la temática que nos interesaba.

Pero, al mismo tiempo, otros subrayábamos la necesidad de que nuestro coloquio contara con intervenciones de la más alta calidad y pugnábamos por que se tomaran las medidas para lograr ese tipo de objetivos.

Aunque, desde mi punto de vista, es plenamente posible considerar fructíferamente las opiniones anteriormente esbozadas, de tal forma que, de ningún modo, se contrapongan unas a otras, creo que muchos de los desacuerdos que han surgido, tanto entre los miembros de la Comisión Organizadora, como entre los asistentes asiduos al coloquio, han tomado la forma de enfrentamientos entre aquellos pareceres.

El IX Coloquio ya mencionado, se celebró en la Universidad de Yucatán al mismo tiempo que la UNAM se veía afectada por la dura y prolongada huelga de 1999. En ese momento de relativa inestabilidad de la Comisión Organizadora, vino a recaer principalmente sobre la Universidad Cristóbal Colón de Veracruz y sobre los compañeros de la Facultad de Economía de la UNAM la organización del X Coloquio.

Recobrada ya la plena estabilidad de la Comisión Organizadora, se celebró el XI Coloquio en la mencionada Facultad de Economía, el XII en la UAM, el XIII en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, el XIV en la Escuela Superior de Economía del IPN, el XV en la Universidad Autónoma de Baja California, el XVI en la Universidad Veracruzana, el XVII en la Universidad de Quintana Roo, el XVIII, nuevamente, en la Facultad de Economía de la UNAM, el XIX, también por segunda vez en la Escuela Superior de Economía del IPN, el XX en la Universidad de Guanajuato para que, finalmente, hoy celebremos en esta acogedora y generosa Universidad Autónoma de Nayarit el XXI Coloquio.

Desde el III Coloquio a la fecha, han sido muchos los representantes de instituciones docentes y de investigación, no incluidas en las que originalmente hicieron renacer nuestros eventos y que se han venido incorporando a nuestra Comisión Organizadora. Importantes, tanto por la solidez con la cual han participado con nosotros como por el empuje con el cual han apoyado nuestro proyecto, han sido, desde luego, la Universidad de Nayarit, pero, también es obligatorio mencionar al Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM, a los diversos planteles de la UAM, a la Escuela Superior de Economía del IPN, a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, a la Universidad Autónoma del Estado de México, a la Autónoma de Chapingo, a la Autónoma de Guanajuato, a la Universidad Veracruzana, a la de Quintana Roo, a la de Yucatán, a la Cristóbal Colón de Veracruz y a la de las Américas. Finalmente, es necesario decir que, también, muchas instituciones se han desincorporado de nuestra Comisión Organizadora a causa, tal vez, de que por nuestras numerosas fallas organizativas no hemos sabido agruparlas debidamente.

Con recursos relativamente modestos, con los cuales calculo que no habría podido realizarse ningún evento de su envergadura, nuestro coloquio ha podido efectuarse autónoma y sostenidamente con éxito durante veinte ocasiones, garantizando siempre, en los marcos de la actividad académica, la más plena libertad de expresión para todos los que en él han intervenido.

Como ya lo he dicho, es innegable que nuestro coloquio ha logrado agrupar sistemáticamente a centenares de economistas de todo el país y a numerosos estudiantes, interesados, todos, en las aplicaciones de los métodos matemáticos a la problemática económica y que se preparan durante todo el año para presentar sus ponencias en nuestro evento. Ellos, en su conjunto, son quienes verdaderamente conforman el coloquio y su agrupamiento constituye el principal fruto del esfuerzo de todos los que hemos trabajado por nuestro proyecto. Todos somos conscientes de la necesidad de velar por el más adecuado desarrollo de ese agrupamiento.

Es, sin embargo, también importante que tengamos presente que, tal vez por errores que hemos cometido, se han desincorporado de trabajar con nosotros varios especialistas en Economía Matemática y en Econometría que originalmente compartieron nuestro proyecto. Es fundamental que estén a nuestro lado para que todos juntos sepamos enriquecer nuestro evento.

No podemos olvidar tampoco lo fundamental que es para nosotros el desarrollo, cada vez más pujante, del trabajo interdisciplinario entre nuestros economistas y los matemáticos de todo el país interesados en las aplicaciones de su ciencia a la problemática económica. Es necesario que avancemos hacia conformar un lenguaje común entre unos y otros y que cada una de las partes entienda bien que la vara con la que se puede medir su propia actividad no es la misma con la que hay que medir la actividad ajena.

Por último, es preciso reconocer que es totalmente insuficiente lo poco que hemos logrado sensibilizar a la gran mayoría de nuestros economistas del gran valor que puede tener el uso de los métodos matemáticos, tanto desde el punto de vista econométrico, como desde el punto de vista de contar con un poderoso instrumento para el análisis económico. Todos estamos de acuerdo en el hecho de que, de ningún modo, puede reducirse la metodología de la ciencia económica a los métodos matemáticos, pero es de una gran importancia, también, que todos seamos conscientes de que los prejuicios que nos han conducido a muchos a renunciar en la práctica al uso de los métodos matemáticos en la economía constituyen un lujo que no nos podemos permitir si queremos en verdad comprender y transformar a la sociedad en la cual vivimos.

Estimadas autoridades que nos acompañan, estimados colegas y amigos. Hoy, iniciamos, en esta bella y hospitalaria ciudad de Tepic, los trabajos del XXI COLOQUIO MEXICANO DE ECONOMÍA MATEMÁTICA Y ECONOMETRÍA. Hagamos votos por que ello de lugar a avances significativos para superar nuestros rezagos y para lograr los objetivos que nos hemos propuesto.

Tepic, Nayarit, 26 de septiembre de 2011

Capítulo I

Ciclos económicos en modelos basados en agentes

Michel Rojas Romero

Resumen

En este trabajo se describen algunos modelos basados en agentes (ABM) que se han propuesto para explicar la irregularidad observada en ciclos económicos¹. En estos modelos, la economía se concibe como un sistema adaptable complejo donde fenómenos macroeconómicos como los ciclos son generados por la interacción entre agentes heterogéneos que interactúan a través de mecanismos como, contagio de percepciones sobre el futuro de la economía, fragilidad financiera de acreedores por pérdida de capital, cuellos de botella por quiebras de proveedores, deterioro financiero de las empresas debido al incumplimiento de clientes y proveedores. Así, en los ABM los ciclos surgen a partir del comportamiento microeconómicos de agentes individuales que interactúan en una cierta topología y cuya naturaleza es diversa en función de sus preferencias, información, creencias o tamaño.

Introducción

Precios y cantidades de productos individuales fluctúan con irregular periodo y amplitud, índices agregados muestran fluctuaciones irregulares, el crecimiento de la economía sigue una tendencia con tasas de cambio fluctuantes. El corolario de hechos como estos es que hay poca evidencia o ninguna de que los datos económicos convergen a estados estacionarios (donde se repite una situación dada indefinidamente), crecimiento estable (todos los aspectos del sistema cambian en la misma proporción, como por ejemplo, el crecimiento balanceado donde todas las variables crecen a la misma tasa geométrica) o ciclos periódicos (distintas situaciones se repiten en intervalos fijos de tiempo) (Day, 1998). Por ejemplo, los datos de la serie de tiempo de las tasas reales de crecimiento de la economía de EU durante el siglo XX, muestran, en la figura 1, que la duración y profundidad de las recesiones (crecimiento negativo) ha sido muy distinto (grandes fluctuaciones antes de los años 1960 destacando las recesiones de los años 1930 y 1946). Por su parte, Ormerod y Mounfield (2001) dan evidencia empírica de que las recesiones se pueden describir por distribuciones Pareto.

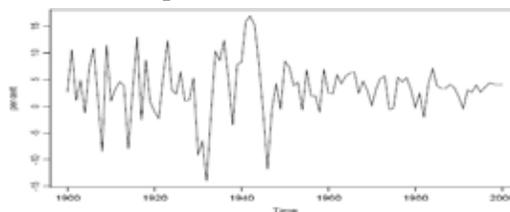


Figura 1.1. Crecimiento anual real del Producto Doméstico Bruto de EU

Fuente: Ormerod (2001) Figura 1.

Datos de series de tiempo de variables económicas de países capitalistas desarrollados, dan evidencia empírica adicional acerca de asimetrías entre empresas respecto a empleo, inversión, producción y productividad a través del tiempo y el espacio (Bartelsman y Doms (2000)), tamaño de empresas (medido por ventas, capital o empleados) distribuido Pareto [Axtell, 2001], su crecimiento distribuido Laplace (Stanley, et. al. 1996) y tamaño de empresas que se modifica durante las distintas fases de un ciclo Delli Gatti et. al. (2008).

La figura 1.2 muestra el resultado de la simulación de la producción promedio de dos economías idénticas donde coexisten 1000 empresas con el mismo tamaño promedio y cuya producción es proporcional a su tamaño; la única diferencia entre estas economías es el tipo de distribución del tamaño de las empresas. Asumiendo que el tamaño de la empresa sigue una distribución Pareto, surgen ciclos aun cuando no existan perturbaciones aleatorias (línea negra) y estas perturbaciones no desaparecen debido a que dicha distribución no tiene varianza; asumiendo distribución lognormal, las perturbaciones positivas se compensan con las negativas cuando el número de empresas es suficientemente grande y las perturbaciones tienden a desaparecer en ausencia de perturbaciones adicionales.

1. Esta descripción sigue los lineamientos expuestos por Gonzalo Castañeda (2010).

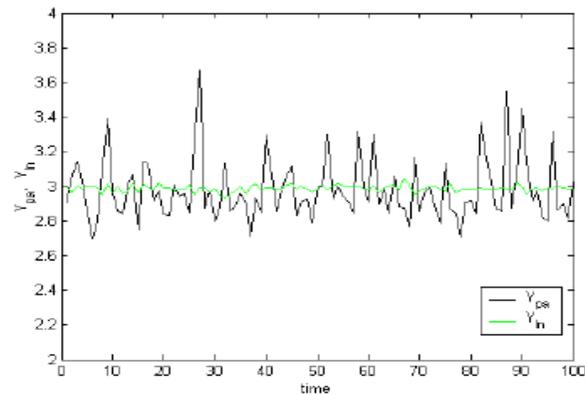


Figura 1.2 Simulación de la producción promedio

Y_{pa} = producción promedio con una distribución Pareto

Y_{ln} = producción promedio con una distribución log normal.

Fuente: Delli Gatti (2008).

Para explicar, particularmente, la evidencia empírica de irregularidad de los ciclos, se han propuesto modelos de desequilibrio con fluctuaciones endógenas. Estos modelos tienen su origen en los trabajos de Kaldor y Goodwin de mediados del siglo XX donde los ciclos económicos son generados endógenamente por interrelaciones no lineales de variables agregadas. En Day (1994), los modelos de desequilibrio son de naturaleza caótica. Esto implica que las variables deterministas son impredecibles y que los ciclos son aperiódicos. Modelos de desequilibrio como éstos, consideran estructuras agregadas careciendo, como consecuencia, de fundamentos microeconómicos. Debido a esto, modelos de desequilibrio como éstos no explican el efecto que tiene la actividad industrial, (tamaño, crecimiento y asimetrías de una empresa) en la irregularidad de los ciclos. Los *modelos basados en agentes* (ABM) logran reproducir evidencia empírica como la señalada al permitir el análisis del efecto que tienen factores microeconómicos como la actividad industrial sobre la irregularidad de los ciclos. Los ABM son modelos con agentes productivos heterogéneos que interactúan a través de mecanismos como contagio de las percepciones sobre el futuro de la economía, fragilidad financiera de acreedores por la pérdida de capital, cuellos de botella por la quiebras de proveedores, deterioro financiero de las empresas por el incumplimiento de clientes y proveedores. Modelos ABM que incorporan mecanismos como estos se han propuesto para explicar la irregularidad observada de ciclos mediante simulaciones con datos artificiales. Estos modelos se describen en las próximas secciones. Un ABM con agentes de racionalidad limitada que deciden inductivamente se presenta en la primera sección. Imperfecciones informativas provocan riesgo de quiebra. Debido a esto, los cambios en los estados financieros de empresas y bancos generan ciclos económicos y una actividad industrial consistente con la evidencia empírica. Esto se expone en la segunda sección. En la tercera sección se presente un ABM con fragilidad financiera que incorpora factores tecnológicos. Este ABM vincula financiamiento en I&D con innovación tecnológica y permite explicar por qué la distribución del tamaño de empresa se desplaza a lo largo del ciclo. El ABM de la cuarta sección incorpora tecnología relacionada con los costos de adoptar nueva tecnología y el aprendizaje de su uso. El ABM de la quinta sección incorpora una topología de interacción entre empresas a través de una red de transacciones cliente-proveedor. En esta red surgen cuellos de botella debidos a perturbaciones aleatorias que producen quiebras en cascada. El ABM descrito en la sexta sección es también de una red cliente-proveedor donde el crédito comercial contribuye a la fragilidad financiera del sistema y a la propagación de quiebras cuando se produce un cuello de botella; esta propagación surge aún sin existir un impacto en las tasas de interés por el deterioro del capital neto.

ABM de ciclos con agentes de racionalidad limitada

Ormerod (2001) desarrolla un ABM de ciclos económicos con agentes de racionalidad limitada donde cada empresa decide, con base en una regla particular de conducta, sobre el crecimiento de su producción y sus decisiones se interrelacionan con las acciones y creencias de las otras empresas. En el ABM las decisiones y creencias de las empresas se basan en procesos inductivos porque sus decisiones y creencias están determinadas por los patrones de conducta observados en las acciones de las demás empresas.

La decisión de crecimiento de cada empresa es:

$$x_i(t) = (1 - \alpha)x_i(t-1) + \alpha[Y(t-1) + \varepsilon_i(t)] \quad (1.1)$$

$x_i(t)$ = tasa de crecimiento del producto del i -ésimo agente en el periodo t , α = parámetro del peso que tiene la inercia, Y = perspectiva o sentimiento generalizado sobre el futuro de la economía (conocido por los agentes un periodo antes) y $\varepsilon_i(t) \sim N(0)$ que refleja la heterogeneidad de los agentes y el hecho de que en un entorno incierto cada agente tiene interpretaciones personales sobre la percepción de la población.

Las creencias del i -ésimo agente se forman mediante:

$$y_i(t) = (1 - \beta)y_i(t-1) - \beta[X(t-1) + \eta_i(t)] \quad (1.2)$$

$y_i(t)$ es el sentimiento del i -ésimo agente acerca de la perspectiva de la economía, β un parámetro del peso que tiene la inercia, X el crecimiento agregado del producto y $\eta_i(t) \sim N(0)$ que refleja la heterogeneidad de los agentes y el hecho de que cada agente tiene apreciaciones personales sobre el estado de la economía.

Sumando $x_i(t)$ y $y_i(t)$ y reacomodando términos, se obtiene una ecuación en diferencias de segundo orden para el crecimiento del producto agregado:

$$\Delta^2 X(t) + (\alpha + \beta)\Delta X(t) + 2\alpha\beta X(t) = \alpha\bar{\Delta\varepsilon}(t) + \alpha\beta[\bar{\varepsilon}(t) + \bar{\eta}(t)] \quad (1.3)$$

donde Δ es el operador diferencia y las variables aleatorias $\bar{\varepsilon}(t)$ y $\bar{\eta}(t)$ son sumas ponderadas de sus componentes. La ecuación tiene una dinámica pendular de modo que, en ausencia de perturbaciones adicionales, el crecimiento tiene oscilaciones que tienden a desaparecer. Es decir, cuando el número de empresas es grande, el impacto de las perturbaciones aleatorias se anula porque la varianza de estas variables aleatorias agregadas tiende a disminuir a medida que el número de empresas crece. Implica esto que el ABM debe asumir que la actividad económica se concentra en pocas empresas. En este caso, los cambios recurrentes en las creencias personales y el sentir de la población sobre el desempeño de la economía originan un patrón cíclico sostenido.

La tabla 1.1 compara dos distribuciones del crecimiento anual del Producto Doméstico Bruto (PDB) de EU: la del crecimiento anual medido con datos reales con la generada utilizando datos artificiales producidos por el modelo. Los datos artificiales se estiman con el promedio de 500 corridas de (1.3) usando los valores paramétricos $\alpha = 1$, $\beta = 0.5$ y $N = 100$. Notar que los datos reales y simulados son muy próximos para la media del crecimiento anual y para el crecimiento en el primer y tercer cuartil de las series.

	Mínimo	Primer cuartil	Media	Tercer cuartil	Máximo
Dato real	-13.98	1.00	3.33	5.51	16.88
Dato simulado	-6.70	1.09	3.33	5.53	13.39

Tabla 1.1. Distribución del crecimiento anual del PDB

Por otro lado, para el tamaño de la empresa, el valor de la distribución Pareto estimado con datos reales de la economía de EU es estadísticamente distinto del valor de la distribución estimado con datos artificiales. Sin embargo, para una muestra de 17 economías occidentales no se rechaza la hipótesis de que los valores de ambas distribuciones son estadísticamente iguales, reproduciendo el ABM también la distribución Pareto observada para el tamaño de la empresa. También el ABM genera una serie de tiempo de crecimiento anual con un patrón de autocorrelación cualitativamente similar al de datos reales.

Aún cuando el ABM reproduce ciclos irregulares y la distribución Pareto del tamaño de la empresa, es limitado porque supone que los ciclos resultan de cambios *exógenos* recurrentes en las interpretaciones personales acerca de las variables agregadas rezagadas. Se podría mejorar el modelo para explicar la irregularidad de los ciclos si se incorporan agentes heterogéneos y sus interacciones de donde surgen endógenamente. Es decir, convendría incorporar perturbaciones aleatorias que originen fluctuaciones económicas de distintos tamaños, independientemente del número de empresas. De esta manera, grandes recesiones no estarán asociadas, necesariamente, a grandes perturbaciones, sino más bien a efectos de contagio que se originan a través de diferentes mecanismos de interacción.

Ciclos en una economía con fragilidad financiera

Delli Gatti et. al (2005, 2008) desarrolla un ABM que genera ciclos a partir del comportamiento de empresas heterogéneas sujetas a restricciones financieras. El ABM contiene, en un periodo de tiempo determinado, N_t empresas heterogéneas cada una produciendo un bien homogéneo (Y_{it}) con una tecnología lineal de producción, $Y_{it} = \phi K_{it}$, donde ϕ es una constante de productividad y K_{it} un acervo de capital de que dispone cada empresa. Existen imperfecciones que limitan el arbitraje y no existe una empresa con poder de mercado; debido a esto, el precio de venta de cada empresa es $P_{it} = u_{it} P_t$, donde P_t es el precio promedio del mercado y $u_{it} \sim U[0,2]$ que describe los precios relativos (perturbaciones) de la demanda del i -ésimo productor.

Existe racionamiento total en el mercado accionario, de modo que las empresas financian su acervo de capital físico mediante su propio capital (A_{it}) y préstamos bancarios (L_{it}): $K_{it} = A_{it} + L_{it}$. De esta manera, si se asume que la tasa de interés de la i -ésima empresa (r_{it}) es igual al costo de oportunidad de su capital neto y que los costos variables son proporcionales al costo financiero, entonces, su función de beneficios es:

$$\pi_{it} = u_{it} Y_{it} - g r_{it} K_{it} = (u_{it} \phi - g r_{it}) K_{it} \quad (1.3)$$

con $g > 1$.

Bajo estas condiciones, una empresa va a la bancarrota y sale del sistema cuando su capital neto, que cambia en función de las ganancias o pérdidas registradas en el periodo ($A_{it} = A_{it-1} + p_{it}$) es negativo ($A_{it} < 0$). Debido a información imperfecta y racionamiento de capital accionario, las empresas no pueden anular su riesgo de quiebra en los proyectos de inversión. Asumiendo una función cuadrática de costos de quiebra (cY_{it}^2), la función de beneficios esperados de la i -ésima empresa resulta:

$$\Gamma_{it} = (\phi - g r_{it}) K_{it} = \frac{\phi c}{2(g r_{it} K_{it}^2 - A_{it-1} K_{it})} \quad (1.4)$$

donde la probabilidad de quiebra, implícita en esta expresión, es igual a umbral máximo que deben alcanzar los precios relativos para que el capital neto se vuelva negativo.

De las condiciones de primer orden de 1.4 se obtienen la demanda óptima de acervo de capital (K_{it}^d) y la demanda de créditos (L_{it}^d), considerando que para financiar el gasto en inversión ($I_{it} = K_{it}^d - K_{it-1}$) el empresario usa las ganancias retenidas en el periodo anterior y nuevos créditos cuando son requeridos, es decir, $I_{it} = p_{it-1} + \Delta L_{it}$. Resulta, además, que el acervo de capital físico mantiene una relación decreciente no lineal con la tasa de interés y una relación lineal positiva con el grado de solidez financiera (capital neto) de la empresa.

El sector bancario, por su parte, asigna créditos con base a la captación de depósitos (D_t) y un criterio de regulación según el cual la relación de préstamos totales (L_t^s) a capital (E_{t-1}) debe ser constante; es decir, $L_t^s = E_t + D_t$ con $L_t^s = E_{t-1}/v$, ($0 < v < 1$). Es esta manera, una banca más sólida tiene la capacidad de ofrecer un mayor volumen de créditos independientemente de la tasa de interés. A las empresas se les otorga crédito en función de su tamaño y disponibilidad de efectivo. Entonces, la oferta de créditos individuales se establece según la regla:

$$L_{it}^s = \lambda L_t^s \frac{K_{it-1}}{K_{t-1}} + (1 - \lambda) L_t^s \frac{A_{it-1}}{A_{t-1}} \quad (1.5)$$

$0 < \lambda < 1$, K_{t-1} es el acervo de capital físico de todas las empresas y A_{t-1} el capital neto agregado.

En una siguiente etapa, el ABM incorpora transacciones bilaterales en la que oferta y demanda de créditos individuales se equilibran para definir las tasas de interés asignadas a cada empresa (r_{it}). Asumiendo que la banca es oligopólica, el ABM incorpora un mark up ($1/[1-w]$) entre la tasa de interés que se paga por depósitos y la tasa promedio a la que se asignan créditos (r_t). De esta manera, asumiendo que el capital de los bancos tiene un rendimiento igual a la tasa promedio de los préstamos, el beneficio de la banca se determina por:

$$\pi_t^B = \sum_{i \in N_t} [r_{it} L_{it}^s - r_t [(1-w) D_{t-1} + E_{t-1}]] \quad (1.6)$$

Cuando una empresa se declara insolvente y no salda sus deudas, $B_{it} = L_{it} - K_{it} = -A_{it} > 0$, la base de capital del sistema bancario se fragiliza. Así, la ecuación de movimiento del capital bancario se asocia con la rentabilidad de este sector y cartera morosa del conjunto de empresas quebradas (W_t):

$$E_t = \pi_t^B + E_{t-1} - \sum_{i \in \Omega_{t-1}} B_{t-1} \quad (1.7)$$

Según 1.7, simples perturbaciones pueden generar una cascada de quiebras y, por lo tanto, un problema sistémico. Esto sucede cuando la cartera que no se puede cobrar, reduce fuertemente el capital de la banca y provoca una contracción en la oferta de crédito y un consecuente aumento en las tasas de interés. Este aumento, a su vez, fragiliza la situación de empresas que sería sana de no haberse fragilizado el estado financieros de la banca.

Por último el ABM incorpora una demografía para las empresas. Los ciclos están asociados no sólo a los movimientos de la oferta de la empresa establecida, sino también al número de empresas participantes en las distintas etapas del ciclo. Mientras que la salida de empresas es función de su bancarrota provocada por su incapacidad de saldar sus obligaciones financieras, la entrada de empresas es una función de un proceso aleatorio donde nuevos competidores entran dadas las oportunidades de ganancias anticipadas. Por esto, el número de empresas entrantes también es función de la tasa de interés de los préstamos bancarios, es decir:

$$N_t^{entrada} = \bar{N} \Pr(entrada) = \frac{\bar{N}}{1 + \exp[d(r_{t-1} - e)]} \quad (1.8)$$

donde N , d , e son parámetros de valor constante. Además, el tamaño de las empresas entrantes se distribuye uniforme con media especificada con la moda del tamaño del capital físico de las empresas establecidas, mientras que el capital neto de estas empresas se define con la moda de la relación $a_{it} = A_{it}/K_{it}$.

Así, el ABM descrito se compone de N empresas, que producen un bien homogéneo, y un sector financiero oligopólico, regulado y agregado. En cada periodo de tiempo, las empresas financian sus proyectos de inversión en el mercado de crédito porque no existe el mercado accionario debido a imperfecciones de información. Es un modelo de oferta que sólo analiza la dinámica de los productores, ya que los consumidores consumen todos los bienes producidos y no hay acumulación de inventarios. Por su parte, la demografía de las empresas determina, en buena medida, el tamaño de la economía. La quiebra y salida de las empresas del mercado competitivo se da cuando sus ganancias y capital neto no son ya suficientes para saldar sus pasivos financieros y la entrada de empresas es un proceso aleatorio donde la rentabilidad y, por lo tanto, las tasas de interés influyen en la difusión de nuevas empresas. Además, la interacción entre empresas es doble: directamente mediante el mecanismo de precios e indirectamente a través de las condiciones financieras del sistema bancario, el cual funge como “intermediario”. Esta intermediación provoca que el comportamiento de unas empresas influya en el de otras generando efectos en cascada. De esta manera, perturbaciones aleatorias reales se difunden a lo largo del sistema e independientemente del espacio topológico donde están las empresas.

Simulaciones

La Figura 1.3 presenta el resultado de una corrida típica de 1000 iteraciones (eliminando los primeros 150 periodos) para los datos de series de tiempo logaritmo del producto agregado (a) y tasa de crecimiento del producto agregado (b). En (a) resalta el hecho de que perturbaciones aleatorias simples pueden generar fluctuaciones en la producción agregada y ocasionales depresiones bruscas (alrededor del periodo 860). Estas depresiones surgen de la no linealidad del modelo y de la probabilidad que ocurra una cascada de quiebras de empresas grandes. En (b), se puede ver que, a lo largo del tiempo, la volatilidad en las tasa de crecimiento del producto no es uniforme sino en forma de “racimos”. Es decir, periodos de estabilidad e inestabilidad relativas se presentan en racimos a lo largo del ciclo.

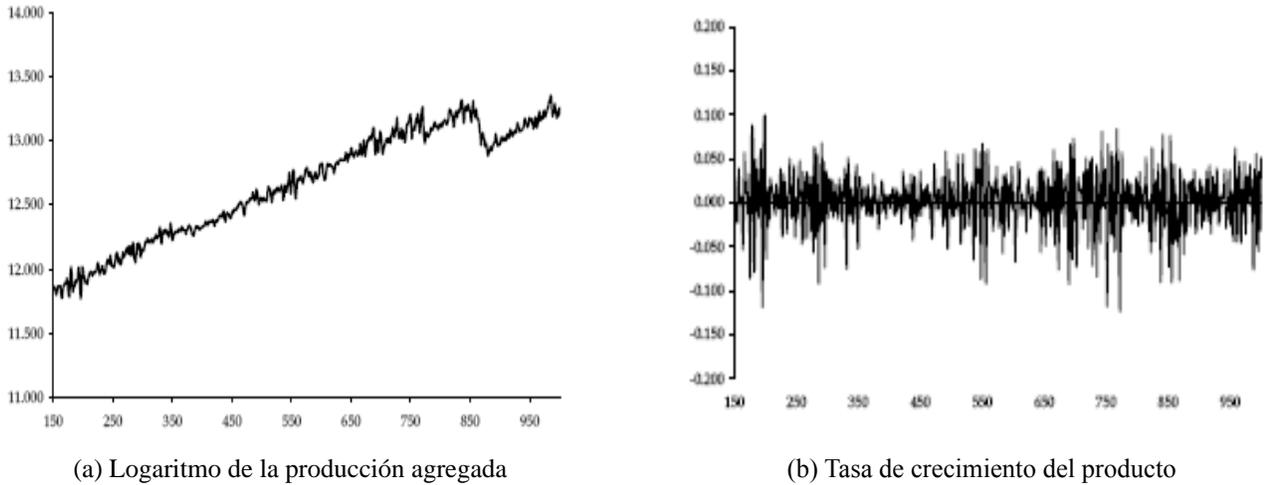


Figura 1.3. Ciclos en una economía artificial con fragilidad financiera
Fuente: Delli Gatti et al (2008).

Por otro lado, el ABM no genera un equilibrio de largo plazo porque las perturbaciones (IID) de demanda se propagan a través de la interacción entre empresas y banca originando un estado crítico o, en el lenguaje de la teoría de la complejidad, un patrón emergente o regularidad estadística. Tres de estas regularidades para el último periodo de la simulación se muestran en la figura 1.4 (a-c). La figura en (a) corresponde a la distribución del tamaño de las empresas que resulta asimétrica y Pareto con un parámetro $\alpha = 1.15$ de valor parecido al hallado en evidencia empírica [Gaffeo, et al. 2003]. Además, como lo sugiere evidencia económica empírica, el parámetro α de la distribución cambia a lo largo del ciclo: en periodos recesivos, el tamaño de las empresas tiende a disminuir, de modo que el parámetro de la distribución Pareto es menor; en épocas de crecimiento el tamaño de las empresas tiende a aumentar, de modo que el parámetro de la distribución Pareto es mayor. Esto se debe a que, en periodos expansivos, las empresas grandes crecen aún más y relativamente pocas empresas quiebran; mientras que en periodos recesivos las empresas grandes entran también a la cascada de quiebras.

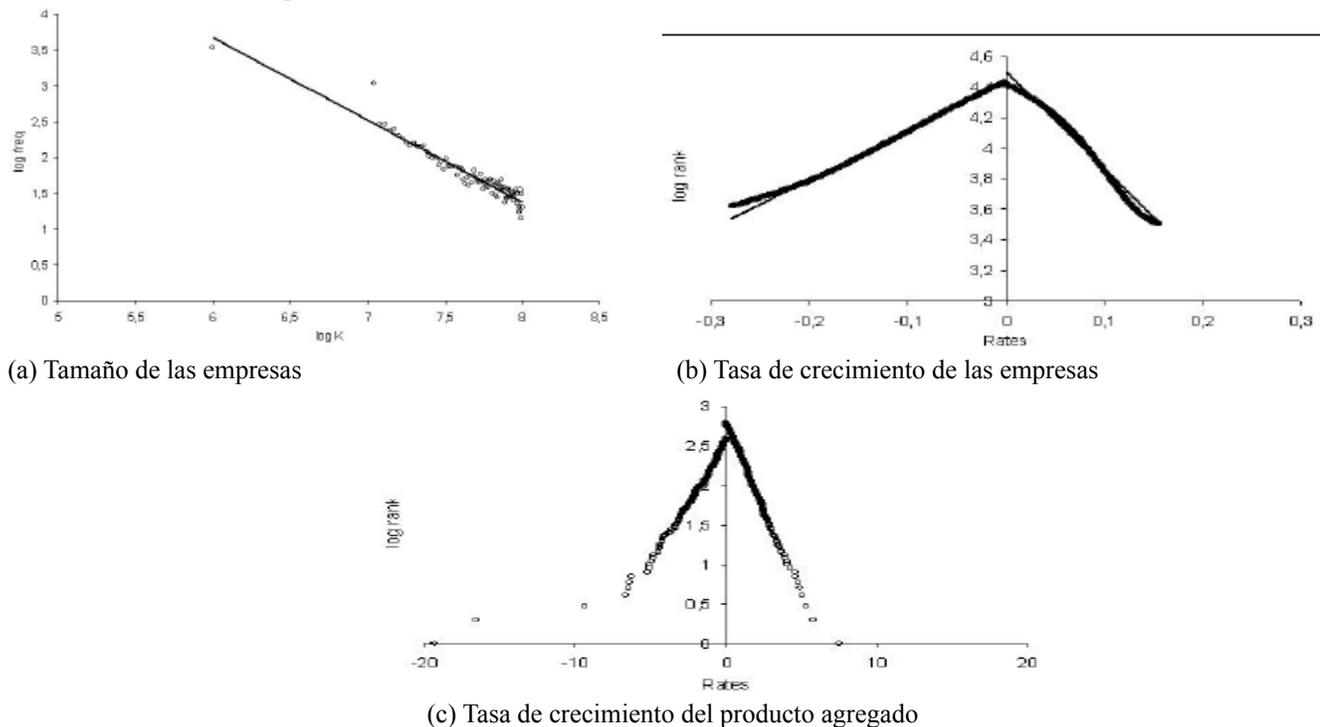


Figura 1.4 Distribuciones obtenidas usando datos artificiales
Fuente: Delli Gatti, et. al. (2008).

También con datos artificiales de series de tiempo se grafican la tasa de crecimiento de empresas (b) y la tasa de crecimiento del producto agregado (c). Se observa que la distribución en estos casos es Laplace, similar a la encontrada en datos económicos reales [Stanley et al (1998), Bottazzi y Secchi (2003)].

En el ABM no existen mercados a futuro por lo que las empresas recurren a crédito y otras formas de financiamiento para hacer sus gastos entre el tiempo en el que realizan la inversión y se paga la venta del producto. El apalancamiento provoca un riesgo en las empresas, debido a esto, el capital neto de los bancos y otros acreedores puede ser afectado fuertemente cuando un número grande de empresas no salda sus pasivos financieros. Al reducirse la relación capital-activos del sistema bancario, éste reacciona reduciendo la oferta de fondos prestables y esto, a su vez, provoca un aumento de las tasas de interés de los créditos. Se tiene entonces un acelerador financiero porque tasas de interés más altas deterioran aún más la posición financiera de las empresas. Eso produce quiebras en cascada generando recesiones semejantes a las observadas en ciclos económicos reales.

Innovación tecnológica y fragilidad financiera

El ABM de Delli Gatti, Gallegati y Russo (2004) descrito en esta sección, toma en cuenta factores tecnológicos y los mismos factores financieros del ABM de la sección anterior². En cuanto a tecnología, el ABM considera los cambios en productividad que resultan de incorporar innovaciones tecnológicas ahorradoras de trabajo. Este ABM permite explicar evidencia empírica que señala que la distribución del tamaño de las empresas cambia a lo largo de las distintas fases del ciclo económico.

Tecnología

Este ABM asume también un bien homogéneo y costos de transacción que hacen que cada productor observe un precio relativo distinto aún en condiciones de competencia en el mercado. Imperfecciones informativas provocan racionamiento completo de financiamiento accionario y un mercado de crédito donde el sector bancario da crédito a las empresas tomando como base el colateral y una regla de regulación. Cambios en productividad modifican la razón capital-trabajo, $l_{it} = K_{it}/T_{it}$ y la función de producción es de tipo Leontief por lo tanto, los requerimientos de capital ($Y_{it} = \phi K_{it}$) y de mano de obra (T_{it}) se determinan a partir de la tecnología predominante en el tiempo t (l_{it}). La oferta de trabajo es ilimitada y el salario que paga cada empresa es función de su tamaño y un componente adaptativo:

$$w_{it} = \rho (\delta K_{it}^{\epsilon}) + (1 - \rho)w_{it-1} \quad (1.9)$$

con parámetros $0 < \rho < 1$, $0 < \delta < 1$ y $0 < \epsilon < 1$.

Respecto al componente tecnológico, una fracción de los beneficios (π_{it-1}) se retiene para financiar gasto en I&D el cual proporcionará innovaciones durante los siguientes periodos, por lo cual:

$$ID_{it} = \begin{cases} \sigma \pi_{it-1} & \text{si } \pi_{it-1} > 0 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (1.10)$$

$0 < \sigma < 1$.

Hecho el gasto en I&D, las innovaciones durante los siguientes periodos siguen un proceso *Poisson* con esperanza $\mu_{it} = ID_{it-1}/K_{it-1}$. Esto implica que el nivel de tecnología generada por la propia empresa, z'_{it} , se expresa:

$$z'_{it} = \begin{cases} z_{it}^p & \text{si } \pi_{it-1} > 0 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (1.11)$$

z_{it}^p es el número de innovaciones generadas en el periodo t en la i -ésima empresa.

Por otro lado, por imitación las empresas pueden tomar tecnologías generadas por otras empresas, aunque con un algún rezago temporal. Por lo tanto, la tecnología imitada en el periodo t es proporcional al nivel tecnológico promedio existente en $t-1$,

$$z''_{it} = \nu z^*_{t-1}, \quad 0 < \nu < 1$$

Así, el nivel tecnológico de cada empresa en un periodo está dado por

$$z_{it} = z_{it-1} + z'_{it} + z''_{it}$$

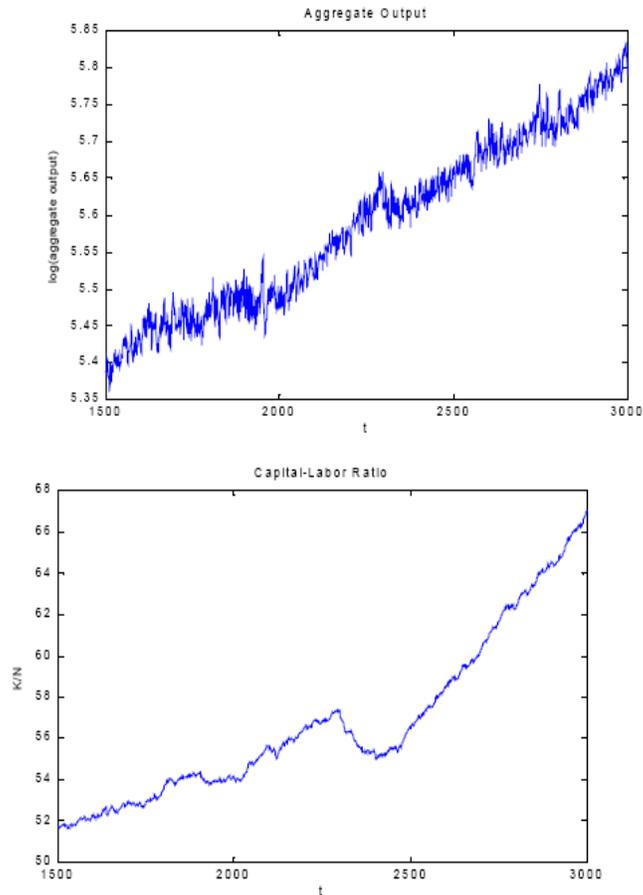
donde z_{it-1} es la tecnología disponible en el periodo previo, z'_{it} las innovaciones propias y z''_{it} la tecnología imitada. Estas innovaciones provocan que durante los siguientes periodos la productividad de cada empresa vaya cambiando según:

$$l_{it} = \gamma z_{it-1}, \quad 0 \leq \gamma \leq 1$$

Este ABM incorpora también los elementos de fragilidad financiera señalados en la sección anterior.

Simulaciones

Con el ABM se hacen corridas para 1000 empresas y cuando una de ellas quiebra y sale del sistema es reemplazada por otra bajo idénticas condiciones iniciales; con esto el número de empresas es constante. La figura 1.5 muestra que la combinación de factores tecnológicos y financieros produce ciclos y un crecimiento sostenido (a) y una evolución de la razón agregada capital-trabajo que crece y disminuye durante el tiempo con una tendencia creciente (b).



(a) Producción agregada (en logaritmos)

(b) Razón capital-trabajo

Figura 1.5. Evolución de variables agregadas

Fuente: Delli Gatti, Gallegati y Russo (2004).

Este ABM también reproduce la distribución Pareto del tamaño de las empresas y la distribución *Laplace* de su crecimiento. Reproduce y permite explicar, además, los desplazamientos en la distribución del tamaño de las empresas que se observan durante el ciclo. Las empresas acumulan capital porque usan tecnología ahorradora de trabajo debido a esto, al crecer las empresas crece el salario. En el pico de la fase expansiva, el incremento de salarios vulnera los incrementos en productividad y al disminuir la rentabilidad disminuye el capital de las empresas y con ello los salarios reales, provocando un nuevo descenso en el ciclo económico. La evolución simultánea de salarios y productividad ayuda a los desplazamientos de la distribución Pareto, hacia afuera en periodos expansivos y hacia adentro en periodos recesivos. Esto se debe a que una disminución de la razón salarios/productividad, provoca mayores innovaciones tecnológicas y con ello un crecimiento generalizado del tamaño de las empresas y viceversa y un aumento de la razón salarios/productividad, provoca menores innovaciones tecnológicas y con ello una disminución generalizado del tamaño de las empresas.

Variantes de capital, aprendizaje y costos de adopción

El ABM de Napoletano et al (2005) también incorpora interacción entre factores tecnológicos y financieros. Las empresas enfrentan riesgos de quiebra por usar crédito pero aquellas con productividad mayor al promedio tienen costos menores y mayores flujos de efectivo que usan para enfrentar dichos riesgos. Se enfatiza en los costos de la adopción de nueva tecnología y no en los costos de I&D. Las innovaciones tecnológicas generan nuevas formas de capital y su incorporación al proceso productivo genera costos, además el máximo aprovechamiento de la productividad potencial de los avances tecnológicos no se logra instantáneamente sino que se requiere de un proceso de aprendizaje.

El modelo y la sucesión de eventos

El ABM asume un mercado sin limitaciones de demanda donde los precios relativos del bien homogéneo (u_{it}) son distintos entre empresas debido a los costos de transacción. Por imperfecciones informativas, el sistema bancario asigna préstamos a una tasa de interés (r_{it}) determinada en función de su propio estado financiero y de la razón capital neto a capital físico de la empresa. La función de producción es tipo Leontief, $Y_{it} = \min \{K_{it}, \alpha_{it} T_{it}\}$, y la función de beneficios incluye el costo esperado de quiebra. Dado que la oferta de mano de obra es infinita, el nivel de producción es determinado por el capital físico disponible, la demanda de trabajo se deduce a partir del coeficiente tecnológico, $T_{it} = K_{it}/\alpha_{it}$, y la tasa de salario es proporcional a la productividad promedio de la economía, $w_t = \phi a_t^*$ con $\phi > 0$.

Una empresa quiebra y sale cuando sus pérdidas durante el periodo son mayores a su capital neto. Al salir una empresa, otra entra manteniéndose constante su número. Las nuevas empresas son clones de las existentes respecto a sus capitales neto y físico, producción y apalancamiento mientras que la tecnología es definida aleatoriamente entre las dos más productivas. Lo nuevo en este ABM es que la ecuación de beneficios netos contiene un término de costos variables asociados al capital, que depende de la adopción o no por parte de la empresa del capital con mejoras tecnológicas. Esto significa que los beneficios netos (p_{it}) antes de costos de quiebra son:

$$\pi_{it} = (u_{it} - \frac{w_t}{\alpha_{it}} - r_{it} \mu_{it}) K_{it} \quad (1.12)$$

donde $\mu_{it} = \mu^n$ si hay sustitución de capital y $\mu_{it} = \mu^o$ si no, tal que $\mu^n > \mu^o > 1$.

Las variables endógenas correspondientes a las N empresas son: capital neto, producción, beneficios netos, acervo de capital físico, acervo de deuda y productividad. En cada periodo la empresa toma decisiones sobre su nivel de producción y sustitución o no de su acervo de capital por uno más productivo. En el modelo, la sucesión de eventos es la siguiente:

1. El capital neto de las empresas se actualiza con base en los beneficios netos obtenidos en el periodo anterior.
2. La innovación se genera incorporando a la economía formas más productivas de capital mediante un proceso estocástico exógeno.
3. Entran y salen empresas.
4. Las empresas deciden si adoptan o no la nueva tecnología.
5. Los mercados de crédito y de trabajo inician operaciones y con esto se determinan las tasas de interés y los salarios.
6. Se determina el nivel de producción y con ello la acumulación de capital.
7. Se ejecutan los planes de producción y sustitución.
8. Empieza a operar el mercado de bienes y los precios relativos se definen aleatoriamente.
9. Se determinan los beneficios netos de las empresas y se ejecuta una nueva iteración.

Tecnología

La productividad de las empresas es determinada por la tecnología implícitamente incorporada en la nueva forma de acervo de capital y por la habilidad de las empresas para aprender la tecnología. Las nuevas formas de capital se incorporan a la economía mediante un proceso Poisson. Por lo tanto, el periodo τ , en el que llega una tecnología nueva, es determinado mediante una distribución exponencial con media $1/\lambda$. Los avances tecnológicos incrementan la productividad potencial, θ , a una tasa exógena $\xi > 0$, es decir:

$$\theta(\tau) = \theta_o (1 + \xi)^\tau \quad (1.13)$$

$$\theta_0 > 0$$

Así, la productividad alcanzada por una empresa en un periodo de tiempo determinado, medida por la razón capital-trabajo, $\alpha_{it}(t)$, está dada por:

$$\theta(\tau) = \theta_0 (1 + \xi)^\tau \times (v_i)$$

(v_{it}) es la habilidad desarrollada por la empresa para aprender la tecnología incorporada en la nueva forma de capital. Esta habilidad es una función de actividades de aprendizaje internas y externas a la empresa, $0 < s_{it} + s_{it}^p(\tau) < 1$. El aprendizaje interno se incorpora con curva logística por lo cual la productividad crece en la medida que la empresa empieza a familiarizarse con la nueva forma de capital:

$$\Delta s_{it} = \beta \left(\frac{U}{CCU_{t-1}} \right) s_{it-1} (1 - s_{it-1}) \quad (1.14)$$

Se desplaza hacia arriba a lo largo de la curva de aprendizaje siempre que la producción del último periodo, CU_{t-1} , sea relativamente pequeña en relación con la producción acumulada realizada con la nueva tecnología, CCU_{t-1} .

Respecto al aprendizaje externo, la evidencia empírica señala que la interacción entre empresas genera una difusión del conocimiento, debido a esto, en el ABM el aprendizaje externo es proporcional a la habilidad promedio que se obtiene internamente con la nueva variante de capital $v(\tau)$:

$$s_{it}^p(t) = \omega s_{it}^*(\tau), \text{ con } \omega > 0.$$

Adopción de nuevas formas de capital

Los costos que tiene adoptar la tecnología incorporada en una nueva forma de capital, son iguales a una pérdida inicial en la producción, $s_{it} K_{it}$, $s_{it} < 1$. Estos costos se generan porque el capital obsoleto debe removerse o porque se deben remover trabajadores para poder producir con la nueva tecnología. Por otro lado, si se decide por el nuevo capital éste empieza a funcionar con un periodo de rezago. Debido a esto, como se describe en la sucesión de eventos, la decisión de sustitución se toma antes que la de producción.

La decisión de sustitución es a tiempo discreto, de modo que o bien todo el acervo de capital, K_{it-1} , se sustituye o bien la empresa continúa produciendo con el capital obsoleto. La decisión se toma comparando los beneficios netos correspondientes, cuyos costos de quiebra se concretan cuando los precios relativos están por debajo de algún umbral, $u_{it} < u_{it}^*$. Como la adopción de una nueva tecnología tiene costos y, a su vez, aumenta la productividad, este umbral será distinto si la sustitución se hace o no. Definidos los beneficios netos de sustituir o no el capital, se llega que la nueva forma de capital se adoptará siempre que:

$$\frac{w(t)}{\alpha_{it}} - \frac{w(t)}{\alpha(\tau)} \geq [\sigma + r_{it}(\mu^n - \mu^o)] + \Delta pr^f \cdot cK_{it-1} \quad (1.15)$$

Significa que se sustituye tecnología cuando el ahorro en costos unitarios de trabajo generados por la nueva forma de capital es mayor o igual a los costos unitarios de la sustitución que, según el lado izquierdo de (1.15), incluyen un premio por las variaciones esperadas en el riesgo de quiebra, $\Delta pr^f \cdot cK_{it-1}$.

El nivel de producción, deducido de la maximización de beneficios netos después de costos de quiebra, es una función positiva de la solvencia financiera de la empresa (capital neto) y del margen de ganancia que considera costos de trabajo, financieros y de sustitución. Cuando el nivel de capital deseado (que corresponde a la producción óptima) excede al capital existente hay inversión neta; cuando la producción óptima se alcanza con una capacidad instalada menor a la existente, el capital físico para el siguiente periodo disminuye en sólo una fracción, posiblemente debido al costo de reducir la capacidad instalada.

Simulaciones

Con el ABM se corren 1000 iteraciones. A nivel macroeconómico, se observa que el nivel de producción, inversión y productividad crecen de manera sostenida en el largo plazo. La serie del logaritmo del producto

agregado tiene al menos una raíz unitaria según la prueba ADF. Filtrando la serie de datos para eliminar los componentes de alta y baja frecuencia, se logra aislar los movimientos cíclicos. Estos movimientos se observan en la figura 1.6: son movimientos cíclicos con amplias fluctuaciones y volatilidad en forma de “racimos”, como lo sugiere evidencia empírica. También la función de autocorrelación de la serie artificial de datos de producción es similar a la de datos reales. Las correlaciones cruzadas entre la perturbación tecnológica contemporánea y la producción avanzada en distintos periodos de tiempo, son relativamente pequeñas cuando se usa la serie de ciclos económicos. Esto sugiere que las perturbaciones tecnológicas no tienen un efecto importante sobre los ciclos. Sin embargo, estas mismas correlaciones cruzadas indican que son las condiciones financieras de la economía, reflejadas en el capital neto agregado, las que afectan fuertemente la evolución de los ciclos.

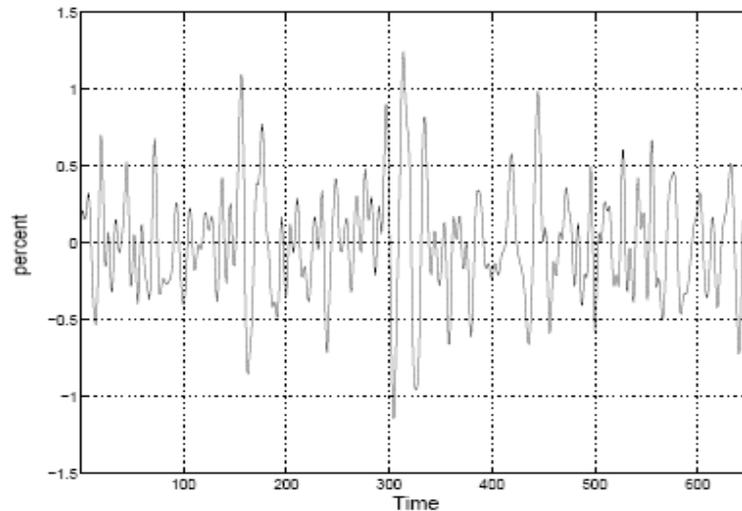


Figura 1.6. Serie filtrada de la producción agregada
(se eliminan componentes de ruido y tendencia)
Fuente: Napoletano et al (2005).

A nivel microeconómico, la figura 1.7 del logaritmo de la desviación estándar de la productividad de las empresas en el tiempo, indica una heterogeneidad creciente de esta productividad. Proviene de la interacción de variables financieras y tecnológicas: mientras empresas financieramente sanas pueden ser más propensas a adoptar nueva tecnología y desarrollar procesos de aprendizaje, empresas con baja productividad incrementan sus posibilidades de quiebra y su salida de la economía.

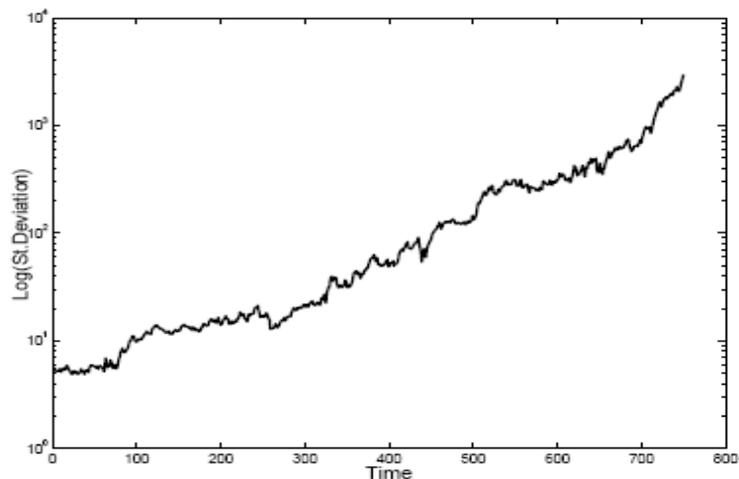


Figura 1.7. Heterogeneidad en la productividad de las empresas

Fuente: Napoletano et al (2005).

Redes de producción y quiebras en cascada

En los ABM anteriores, las empresas interactúan a través de la situación financiera de la banca que se comporta como “intermediario”. En el ABM de Weisbuch y Battiston (2008) descrito en esta sección, las empresas interactúan *directamente* porque pertenecen a una topología específica: están en una red de producción. Cada empresa es un nodo de una red y los vértices representan las relaciones cliente-proveedor. Es una red dirigida porque a lo largo de la cadena productiva las empresas incorporan valor agregado a los insumos. Se trata de analizar si la presencia de cuellos de botella producidos por perturbaciones aleatorias puede producir quiebras en cascada aún cuando las perturbaciones sean localizadas y no estén correlacionadas en el tiempo.

La figura 1.8 muestra una red dirigida donde el productor de bienes primarios (fila superior) interactúa con el vendedor al menudeo (fila inferior) mediante una serie de relaciones cliente-proveedor. A medida que el proceso productivo vertical va del insumo básico al producto final, se dice que el flujo de bienes entre empresas va de *arriba hacia abajo*. A lo largo del eje horizontal se representan los distintos tipos de producto. Todos los nodos tienen conectividad tres lo que implica que cada empresa produce tres bienes: una empresa que está en el nivel $k-1$ produce bienes intermedios para tres empresas distintas en el nivel k . De esta manera, a medida que la producción se mueve hacia abajo se incrementa el valor del índice hasta llegar al vendedor al menudeo (nivel M). Los nodos sombreados muestran al total de proveedores involucrados en el producto final que está en la punta de la pirámide invertida.

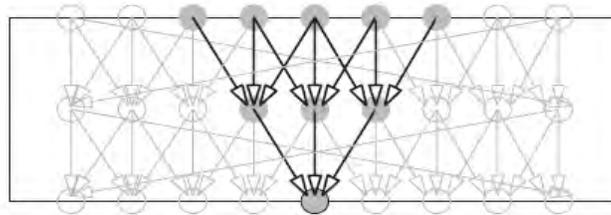


Figura 1.8. Redes de proveedores y gráficas dirigidas

Fuente: Battiston et al (2007).

El ABM asume que el nivel de producción de la i -ésima empresa en el nivel k (Y_{ki}) está restringido por la capacidad instalada (A_{ki}) y por las solicitudes de insumos intermedios de las empresas que se ubican en el nivel $k+1$. Así, si el proceso productivo no sufre perturbaciones aleatorias, la producción es:

$$Y_{Mi} = q \cdot A_{Mi} \quad (1.16)$$

$$Y_k = \min \left(q \cdot A_k, \sum_v \frac{Y_{(k+1)j}}{3} \right) \quad (1.17)$$

q es un coeficiente tecnológico, v es el conjunto de clientes empresariales (j) en el nivel $(k+1)$ que solicitan la producción de bienes intermedios producidos por la i -ésima empresa en el nivel k . Dado que cada j distribuye sus pedidos uniformemente entre sus tres proveedores, cada uno de ellos entrega un tercio del pedido.

Debido a que el proceso productivo enfrenta perturbaciones aleatorias a lo largo de la cadena vertical, la producción que entrega cada empresa puede ser menor a la solicitada. Una perturbación exógena puede provocar que la empresa no finalice su producción estando imposibilitada de entregar los insumos solicitados por empresas que están hacia abajo provocando con esto un cuello de botella. El modelo asume que tales perturbaciones no están correlacionadas ni en el tiempo ni en el espacio. Así, la producción entregada (Y_{ki}^d) por una empresa en el nivel k dependerá de que los proveedores anteriores puedan hacer sus entregas:

$$Y_k^d = \left(\sum_{j \in s} Y_{(k-1)j}^d \frac{Y_k}{\sum_{h \in w} Y_k} \right) \varepsilon(t) \quad (1.18)$$

s es el conjunto de proveedores de i-ésima empresa en el nivel k-1 de la cadena, cuya producción también puede sufrir perturbaciones aleatorias y $\varepsilon(t)$ es una perturbación aleatoria que es igual a cero con probabilidad π y 1 con probabilidad $1-\pi$.

Para establecer cuando una empresa quiebra se define una función de beneficios y la forma en la cual la capacidad instalada cambia con el tiempo. La función de beneficios es:

$$\Pi_{ki} = pY_{ki}^d - cY_{ki}^d - \lambda A_{ki} \tag{1.19}$$

donde p es el precio de venta, c los costos unitarios y λ la tasa de depreciación de la capacidad instalada.

Existe completo racionamiento de capital accionario de modo que la capacidad instalada se financia mediante ganancias retenidas; éstas son iguales a los beneficios obtenidos como lo indica:

$$A_{ki}(t+1) = A_{ki}(t) + \Pi_{ki}(t) \tag{1.20}$$

Ya que el beneficio P_{ki} puede ser positivo o negativo, una empresa quiebra cuando el nivel de su activo fijo es inferior a cierto umbral. En bancarrota, una empresa no puede producir ni recibir pedidos; en este caso, si un cliente empresarial pierde un proveedor, éste es forzado, temporalmente, a disponer de sólo dos proveedores generando un correspondiente cuello de botella. Después de un periodo de tiempo, el nodo vuelve a ser ocupado por una nueva empresa que es el nuevo proveedor.

Simulaciones

La simulación se hace con una red de 1200 nodos durante 500 iteraciones considerando valores paramétricos ($\lambda = 0.2$, $c = 0.8$). En una primera etapa se hace un análisis de sensibilidad usando distintos valores del precio unitario (p), la probabilidad de una perturbación aleatoria adversa (π) y el número de eslabones en el proceso productivo. En cada iteración se reciben las órdenes de todas las empresas y se realiza la producción. El espacio $p-\pi$ se muestra en la figura 1.9 donde este espacio se particiona en un régimen de crecimiento y un régimen de quiebra. La línea (de estabilidad) que separa los dos regímenes es ascendente. Implica que si el sistema se encuentra sobre esta línea y la probabilidad de perturbaciones aleatorias aumenta, entonces las empresas deben incrementar sus precios si no quieren quebrar (asumiendo inelasticidad de la demanda del bien final). Notar también que la región de quiebra aumenta al crecer el número de eslabones intermedios; esto incrementa aún más la necesidad de que las empresas aumenten sus precios.

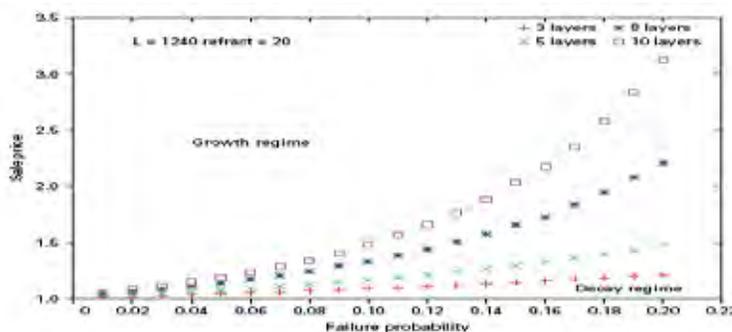


Figura 1.9. Perturbaciones aleatorias y precios de supervivencia

Fuente: Weisbuch y Battiston (2008).

La figura 1.10 describe los patrones emergentes de las variables: riqueza, producción entregada (defaults), producción no realizada (production), empresas activas y producción de grandes empresas (A_{max}). Las simulaciones se hacen para 1200 empresas en cada eslabón de la cadena vertical, 10 eslabones productivos, $\pi = 0.05$, transiciones de uno (a) y cinco (b) periodos entre la quiebra de una empresa y su sustitución por otra y un precio de equilibrio de 1.185. En los primeros 1000 periodos no hay quiebras en cascada (dado el número de empresas activas que hay); no obstante, producción y riqueza empiezan a fluctuar drásticamente al cruzar este umbral de 1000 periodos. En (b), donde el cuello de botella es más prolongado, se puede ver que las quiebras en cascada son evidentes y que no hay correlación entre la cascada de quiebras y el nivel de producción. Significa que las quiebras son de empresas pequeñas y la producción se mantiene porque se concentra en relativamente pocas empresas grandes.

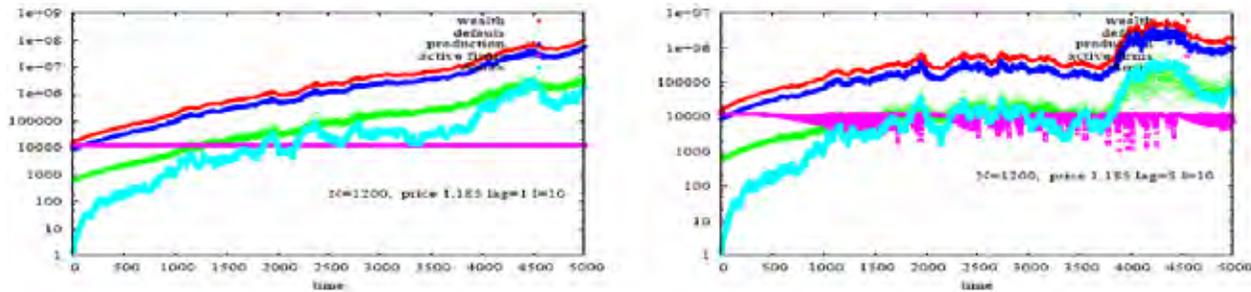


Figura 1.10. Producción y quiebras en cascada

Fuente: Weisbuch y Battiston (2008).

El modelo también genera “racimos” de empresas ricas y pobres, donde procesos productivos y de reinversión se retroalimentan positiva o negativamente dando lugar a regiones con dinámicas muy distintas y genera una distribución Pareto para el tamaño de las empresas como en los anteriores ABM.

Propagación de quiebras mediante cadenas comerciales de crédito

El ABM de Stefano, Delli Gatti et. al. (2007), es también un modelo de redes de producción que retoma la topología productiva del modelo de la sección anterior e incorpora distintas estrategias para repartir los pedidos entre los proveedores y para ajustar los costos indirectos aún cuando no se reciben insumos para producir (por ejemplo, costos de trabajo). Contiene N empresas distribuidas en M niveles de eslabonamiento productivo de tal manera que una empresa que está en el nivel $K+1$ usa insumos producidos en el nivel K cuyas empresas demandan, a su vez, insumos producidos por empresas que están en el nivel $K-1$. La Figura 1.8 de la sección anterior describe una topología de este tipo: la primera fila corresponde a empresas que producen insumos básicos y la última a empresas que venden al consumidor final. De esta manera, mientras las ordenes se mueven de abajo hacia arriba la producción se mueve de arriba hacia abajo. Asumiendo tecnología productiva lineal, los bienes que producen los proveedores que están en el nivel $K-1$, se transforman en bienes que venden las empresas ubicadas en el nivel K según:

$$Y_i^K = \sum_{j \in V_i^S} Q_j^{K,K-1} Y_j^{K-1} \quad (1.27)$$

Y_i^K es la producción de la i -ésima empresa ubicada en el nivel K , S_i el conjunto de sus proveedores ubicados en el nivel $K-1$ y Q_{ij} es un coeficiente de insumo-producto que representa la proporción de la producción total de j que usa la empresa i para producir.

Entre el momento que se reciben las órdenes y se entrega la producción y se paga, transcurre un periodo de tiempo. A tiempo t discreto, se tiene lo siguiente. En t inicial, las empresas que venden al menudeo hacen pedidos a los productores de bienes básicos; después la producción y entrega de mercancías fluye en sentido contrario, de modo que al final del periodo t las mercancías son pagadas por los clientes. Esta sucesión de eventos, implica que el productor de bienes finales decide su producción con base en la capacidad instalada y pedidos de los consumidores, en tanto que los distintos proveedores “hacia arriba” deciden su demanda con base en los pedidos de sus clientes empresariales y los cuellos de botella más importantes son generados por las limitaciones productivas de los proveedores que les anteceden.

El ABM asume que las empresas no acumulan inventarios y que los requerimientos financieros que produce dicho desfase son cubiertos con crédito comercial que es dado por los proveedores. Estos pasivos no se saldan cuando los costos de las empresas exceden a sus ingresos y esto lleva a la quiebra a la empresa. Los costos de transacción de un proceso de quiebra provocan que las empresas dejen de operar durante τ periodos durante los cuales no producen ni reciben pedidos. Así, la quiebra de una empresa implica, además de no cubrir los pedidos de los clientes y proveedores, interrumpir la cadena vertical de producción al menos hasta el periodo $t + \tau + 1$ cuando se reactiva su actividad.

El nivel deseado de producción (Y^d) es función de los pedidos de los clientes y de la capacidad instalada de la empresa porque esta capacidad está asociada al nivel de producción que maximiza beneficios cuando hay costos de quiebra. Es así que si los pedidos del conjunto de clientes superan la venta óptima, la producción está limitada por la capacidad instalada, como es descrito por:

$$Y_i^{d,K}(t) = \min \left\{ \theta A_i^K(t) \sum_{j \in V_i^C} O_j^{K,K+1}(t) Y_j^{d,K+1}(t) \right\} \quad (1.28)$$

A_i^K es el capital neto (o activo fijo) de la i -ésima empresa, V_i^C es el conjunto de clientes de la empresa i , O_{ij} es la proporción de insumos solicitados por la empresa j a la empresa i para cada unidad de producción de la empresa j . Se asume también que el productor de bienes finales enfrenta una demanda perfectamente elástica, de modo que su nivel deseado de producción está definido por su capacidad instalada:

$$Y^{d,M}(t) = \theta A^K(t) \quad (1.29)$$

Por otro lado, aún cuando una empresa tenga pedidos suficientes y pueda generar toda la producción, el proveedor requiere disponer de los insumos intermedios para cubrir estos pedidos. Es por esto que es necesario definir una producción esperada de la empresa (Y^e). Excluyendo a las empresas en el primer nivel, que al no usar insumos intermedios, su producción anticipada es igual a la deseada, la producción anticipada de las demás empresas en los otros niveles es una función de la producción anticipada de sus proveedores, como se describe en:

$$Y_i^{e,1}(t) = Y_i^{d,1}(t) \quad (1.30)$$

$$Y_i^{e,K}(t) = \sum_{j \in V_i^S} Q_j^{K,K-1}(t) Y_j^{e,K-1}(t) \quad (1.31)$$

El ABM también incorpora la posibilidad de fallas eventuales en el proceso productivo por aspectos técnicos, de modo que, con probabilidad q , la empresa puede no generar la producción que le demandan sus clientes. Esta situación es temporal, de modo que si el estado financiero de la empresa no se deteriora extremadamente podrá reiniciar sus actividades en el siguiente periodo:

$$Y_i^K(t) = Y_i^{e,K}(t) S_i(t) \quad (1.32)$$

Y^K es la producción efectiva y $S_i(t) = 0$ con probabilidad q mientras $S_i(t) = 1$ con probabilidad $1-q$.

Una empresa va a la quiebra cuando la razón beneficios π_i^K a capital neto está por debajo de algún umbral negativo ($-\beta$, $1 > \beta > 0$); cuando en algún periodo t los ingresos son inferiores a los costos de venta, la empresa no puede pagar sus pasivos a sus proveedores y llega a la quiebra. Debido a que es probable que algunos clientes no paguen al término del periodo, los beneficios son función de la producción vendida (Y_i^S) de modo que los beneficios reales de la empresa i en el nivel K son:

$$\pi_i^K(t) = u_i(t) Y_i^{S,K}(t) - C_i^K(t) \quad (1.33)$$

u_i es una variable aleatoria distribuida uniforme que representa el precio relativo de la producción generada por la empresa i , C^K son los costos reales de ventas y son iguales a la suma de los costos de adquisición de los insumos adquiridos en la cadena vertical de producción más los costos del uso de recursos (trabajo e instalaciones) al procesar insumos.

Al quebrar un productor, la empresa ya no incurre en los costos que representa la compra de insumos. Pero los costos del trabajo se mantendrán durante el periodo de inactividad del proveedor porque la regulación laboral no permite reducir la nómina despidiendo temporalmente trabajadores. Dos escenarios se plantean: en el primero la empresa no se adapta a las nuevas circunstancias y el costo de utilizar el insumo de proveedores inactivos es igual al valor que tenía en el momento de su quiebra; en el segundo, la empresa se adapta y elimina el costo indirecto de la compra de insumos cuando el proveedor no puede abastecer el producto.

Dado que son posibles beneficios negativos, es probable que con el tiempo el capital neto de una empresa se reduzca y cuya dinámica se expresa como:

$$A_i^K(t+1) = \rho A_i^K(t) + \pi_i^K(t) \quad (1.34)$$

$1 - \rho$ es la tasa de depreciación. Como en los anteriores modelos ABM de redes, en este también las empresas retienen todas las ganancias.

En este ABM al quebrar un proveedor, las empresas no pueden comprar su insumo a otro proveedor; sólo pueden definir a priori una estrategia para distribuir las peticiones entre sus proveedores. Dos estrategias son posibles: (i) distribuir sus peticiones homogéneamente entre todos sus proveedores o bien (ii) distribuir las de manera proporcional a la capacidad de producción de sus proveedores (se favorece al proveedor más grande). Por otro lado, cuando un proveedor no puede satisfacer la demanda de todos sus clientes, se entrega la mercancía con base en la proporción de peticiones de cada cliente respecto a las peticiones totales recibidas; esto significa que los

coeficientes de insumo-producto de la producción anticipada (1.31) son:

$$Q_j^{K,K-1}(t) = \frac{O_j^{K,K+1}(t)Y_j^{K-1}(t)}{\sum_{h \in V_j^c} O_h^{K,K+1}Y_j^{K-1}(t)} \quad (1.35)$$

La figura 1.13 muestra que una empresa que quiebra inicialmente (nodo negro) puede contagiar (nodos grises con círculo) a sus clientes o proveedores o expandirse a lo largo de toda la red. El contagio de quiebras *hacia abajo* (a) ocurre cuando a falta de insumos, las empresas ubicadas en niveles superiores no pueden satisfacer sus demandas y entonces no generan el ingreso necesario para pagar los costos en que incurrir al no adaptarse a las nuevas circunstancias. El contagio de quiebras *hacia arriba* (b) ocurre cuando el productor de bienes finales, que recibe crédito de sus proveedores, al quebrar no puede pagar sus pasivos provocando con ello que los proveedores que le anteceden no salden sus pasivos. El contagio hacia abajo se extiende, inclusive, a dos o tres nodos de distancia a aquellas empresas que no están asociadas directamente con el productor que quiebra inicialmente (c y d, respectivamente). Este escenario ocurre en empresas que no logran reducir sus costos indirectos en los niveles dos y tres y cuya quiebra y falta de pago llega también a afectar a proveedores que si lograron colocar el resto de su producción en empresas financieramente sanas (nodos grises sin círculo).

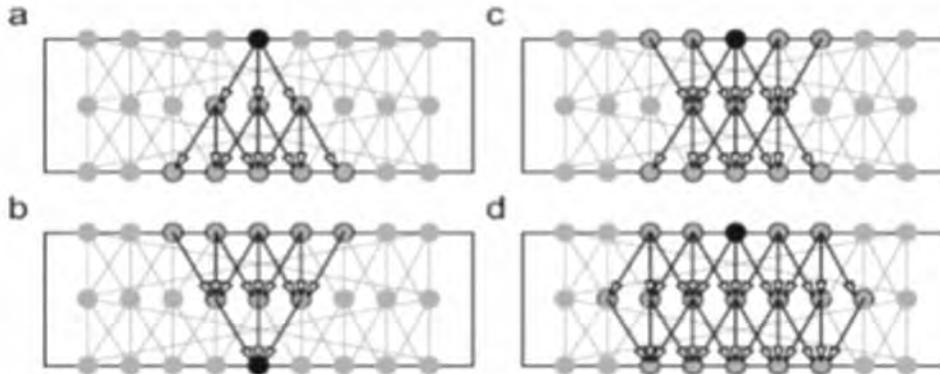


Figura 1.13. Diversidad de avalanchas de quiebras

Fuente Battiston et al (2007).

El ABM de Stefano, Delli Gatti et. al. (2007), es también un modelo de redes de producción que retoma la topología productiva del modelo de la sección anterior e incorpora distintas estrategias para repartir los pedidos entre los proveedores y para ajustar los costos indirectos aún cuando no se reciben insumos para producir (por ejemplo, costos de trabajo). Las quiebras surgen, en primera lugar, debido a una decisión equivocada sobre los precios relativos de las empresas (incrementos no anticipados en sus costos o bajas en sus ingresos), que les impide saldar sus deudas financieras. En segundo lugar, las quiebras se propagan porque los proveedores de las empresas (que no pueden saldar sus deudas financieras) no recuperan el crédito asignado y esto, a su vez, implica que no pueden pagar sus propios pasivos a sus proveedores. Así, el modelo incorpora un factor de propagación de quiebras que no depende del incremento de las tasas de interés que surge en un ambiente donde no se salda deudas financieras.

Simulaciones

Se consideran topologías entre 3 y 5 niveles en los que existen miles de empresas, cada una con tres proveedores y tres clientes. Como en el ABM los agentes tienen racionalidad acotada, el comportamiento del sistema no se analiza utilizando la estrategia óptima para repartir las órdenes entre los distintos proveedores. Simplemente se consideran dos escenarios posibles con diferentes: (i) una estrategia con agentes relativamente ciegos donde las empresas no adaptan sus recursos cuando algún proveedor quiebra y los pedidos se reparten entre sus tres proveedores a pesar de que alguno de ellos se encuentre inactivo y (ii) una estrategia adaptativa donde las empresas ajustan sus recursos cuando uno de los proveedores queda inactivo y reparten los pedidos en función de la capacidad de producción de sus proveedores de tal forma que un proveedor inactivo con un capital neto nulo no recibe pedido alguno.

En la Figura 1.14 se presenta la evolución de la red de producción a lo largo de 65 periodos. En cada

columna se ilustra la red completa para un periodo de tiempo determinado donde la dimensión horizontal tiene los distintos niveles y la dimensión vertical la posición de la empresa en la red. En el extremo izquierdo de la columna se encuentran las empresas productoras de bienes básicos, mientras que en el extremo derecho se ubican las empresas que venden al menudeo. La tonalidad de grises indica los niveles de producción de la empresa en el periodo, siendo el tono blanco el que describe a aquellas empresas que tienen el mayor nivel y el tono gris oscuro el de las de menor nivel, en tanto que el negro indica que la empresa quiebra en dicho periodo o se mantiene inactiva.

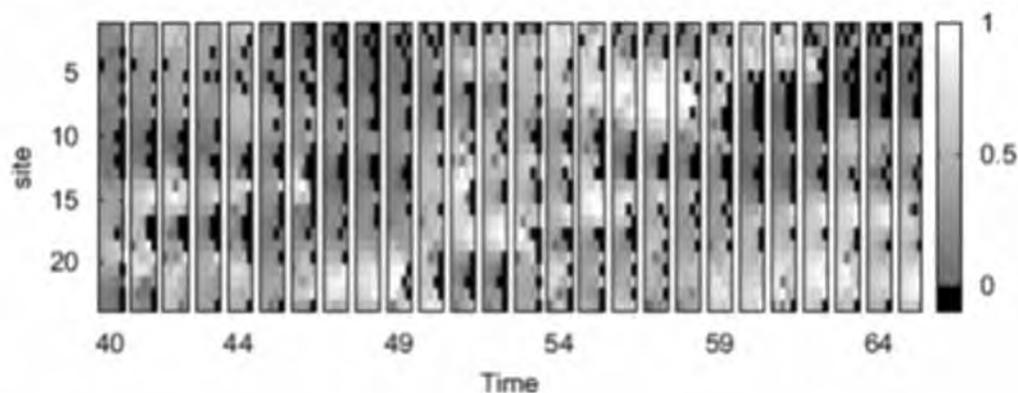


Figura 1.14 Correlación espacio-temporal de producción y quiebras

Fuente: Battiston et al (2007)

En el periodo 40 la empresa en la posición 18 quiebra y al siguiente periodo contagia a sus clientes (empresas en posiciones 17, 18 y 19 de cuarto nivel); en los periodos subsiguientes este proceso se repite en otras empresas surgiendo una cascada de quiebras. Al pasar el tiempo, es probable que se pueda encontrar una superposición de cascadas de quiebras que iniciaron en puntos distintos de la red. Las zonas más blancas y más grises vienen en forma de racimos dentro de cada columna indicando correlación espacial de la producción, y en racimos entre columnas indicando correlación temporal de la producción. En un escenario con empresas adaptativas las cascadas de quiebras tienden a ser más pequeñas y la producción se concentra en un número más reducido de empresas.

La figura 1.15 muestra la trayectoria del crecimiento agregado con la estrategia ciega (i) y la estrategia adaptativa (ii), que producen resultados distintos. La adaptativa, origina una tasa de crecimiento medio (línea segmentada) más alta pero no implica que esta estrategia sea óptima. Además, se observan periodos donde el crecimiento está sostenidamente por debajo de la media y otros por arriba indicando persistencia del crecimiento. Como en los ABM anteriores, el tamaño de las empresas en la red se distribuye Pareto en la cola inferior de la distribución para estrategia adaptativa aunque esta distribución no es evidente para la estrategia ciega. Las tasas de crecimiento del producto agregado no se distribuyen Laplace como en datos reales porque la parte izquierda de la distribución simulada no indica un comportamiento exponencial.

Por último, el ABM se modifica para incorporar el efecto de incrementos endógenos en las tasas de sobre las cascadas de quiebras y las fluctuaciones económicas. Se asume, con este fin, que para enfrentar las quiebras, los proveedores incrementan las tasas de interés que cobran a otros clientes con el fin de compensar sus pérdidas. Este efecto se incorpora mediante un factor financiero que es una función de la producción que pierden las empresas que quiebran en la vecindad y en la red completa. Se encuentra que quiebras localizadas en un área de la red se difunden a otras áreas debido al incremento de los costos financieros y que la amplitud de las fluctuaciones económicas aumenta.

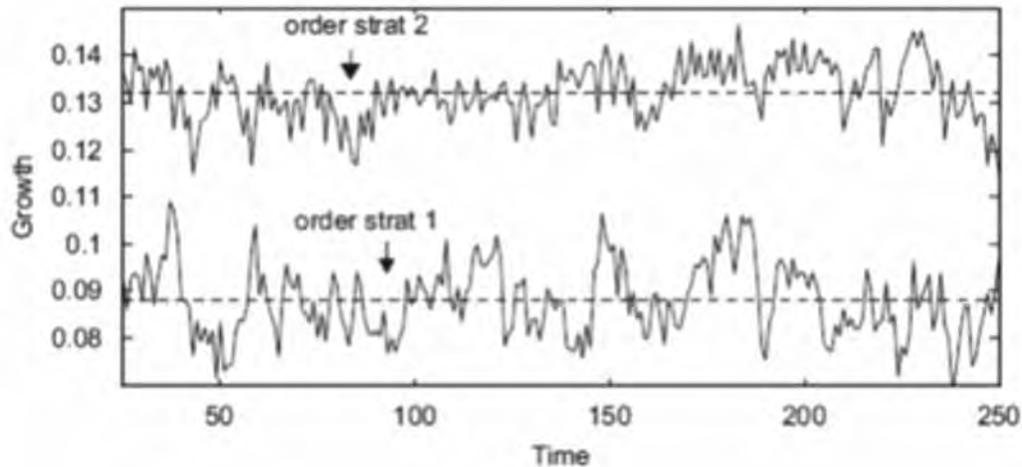


Figura 1.15 Evolución del crecimiento en la red de producción

Fuente: Battiston et al (2007).

Referencias bibliográficas

- Antonio Palestrini (2005). "[A new approach to business fluctuations: heterogeneous interacting agents, scaling laws and financial fragility](#)," *Journal of Economic Behavior & Organization*, 56(4): 489-512.
- Axtell, R. (2001); "Zipf Distribution of US Firm Sizes". *Science* 293: 1818-1820.
- Bartelsman, E. y M. Doms (2000); "Understanding Productivity: Lessons from Longitudinal Microdata", *Journal of Economic Literature*, 38 (3): 569-594.
- Battiston, Stefano, Domenico Delli Gatti, Mauro Gallegati, Bruce Greenwald y Joseph E. Stiglitz (2007); "Credit Chains and Bankruptcy Propagation in Production Networks"; *Journal of Economic Dynamics and Control* 31, pp 2061-2084
- Bottazzi, G. y A. Secchi (2003); "Why are Distributions of Firm Growth Rates Tent-Shaped?", *Economic letters*, 80 (3): 415-420.
- Castañeda, Gonzalo (2010). Colegio de México. Documento de clase.
- Day, R. (1994); "Complex Economic Dynamics"; Cambridge, Massachusetts, MIT Press.
- Delli Gati, Domenico, Edoardo Gaffeo, Mauro Gallegati, Gianfranco Giulioni, Antonio Palestrini (2008); "Emergent Macroeconomics. An Agent-based Approach to Business Fluctuations"; Berlin: Springer.
- Delli Gatti, Domenico, Corrado Di Guilmi, Edoardo Gaffeo, Gianfranco Giulioni, Mauro Gallegati, Napoletano, Mauro, Domenico Delli Gatti, Giorgio Fagiolo y Mauro Gallegati (2005); "Weird Ties? Growth, Cycles and Firm Dynamics in an Agent-Based Model with Financial-Market Imperfections"; *Laboratory of Economics and Management Sant'Anna School of Advanced Studies*.
- Ormerod, P. y C. Mounfield (2001); "Power Law Distribution of Duration and Magnitude of Recessions in Capitalist Economies: Breakdown of Scaling", *Physica A*, 293, 573-582.
- Stanley, M., L. Amaral, S. Buldyrev, S. Havlin, H. Leschorn, P. Maas, M. Salinger y E. Stanley (1996); "Scaling Behavior in the Growth of Companies"; *Nature*, 379: 804-806.
- Weisbuch, Gérard y Stefano Battiston (2008); "Production Networks and Failure Avalanches"; *Laboratoire de Physique Statistique de l'Ecole Normale Supérieure*.

Estructura de propiedad y desempeño: evidencia para México

María de Lourdes Rodríguez Espinosa*
Edgar David Gaytán Alfaro*
Ramón A. Castillo Ponce**

Resumen

De acuerdo a teoría económica estándar, el grado de concentración de la propiedad corporativa se relaciona positivamente con el desempeño de las empresas. En este documento analizamos si esta característica se observa en el caso de México. Para ello realizamos una serie de pruebas estadísticas y estimaciones econométricas considerando empresas no financieras que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores; clasificadas en Empresas Familiares y No Familiares. Encontramos que no existe diferencia estadística entre indicadores de desempeño como liquidez y rentabilidad. Similarmente, los resultados econométricos indican que las utilidades no se relacionan significativamente con la estructura de propiedad. En suma, la evidencia sugiere que empresas con una estructura de propiedad altamente concentrada no presentan un desempeño más robusto en comparación con empresas cuya propiedad se encuentra dispersa.

Abstract

According to standard economic theory, ownership concentration is positively related to firm performance. In this document we analyze if this proposition is consistent for the case of Mexico. To that end we perform statistical and econometric estimations considering a sample of non-financial firms trading in the Mexican Stock Exchange. These firms are classified as Family and Non-Family controlled. We find no statistical difference across firms in various performance indicators including liquidity and profitability. Similarly, the econometric results suggest that profits are not associated with ownership structure. In sum, we find no evidence that firms with high concentration exhibit superior performance relative to firms with disperse ownership.

Introducción

La relación entre la estructura de propiedad y el desempeño empresarial ha sido analizada, teórica y empíricamente, por décadas. A pesar de ello, actualmente no existe un consenso en cuanto a la asociación que existe, o debe existir, entre estas variables. Los argumentos en un sentido o en otro se remiten al documento seminal de Berle y Means (1932). De acuerdo a él, el potencial de un problema de riesgo moral dentro de una empresa disminuye a medida que se concentra el control y la propiedad, ya que los objetivos de aquel que funge como dueño y de quien sirve como directivo se encuentran más alineados. Esto es, existe una relación positiva entre el grado de concentración de propiedad y el valor de la empresa. Si así fuera, tendríamos entonces que empresas altamente concentradas presentan mejor desempeño relativo a empresas con una estructura dispersa. En el documento de Jensen y Meckling (1976) se apoya este razonamiento. El mismo presenta una discusión teórica en la que se indica que empresas con una alta concentración experimentan una reducción en el potencial de comportamiento oportunista; como consecuencia, su desempeño debiera ser relativamente más favorable.

Cabe señalar, sin embargo, que existen otros autores que difieren con el argumento. Demsetz (1985) y Demsetz y Villalonga (2001), por ejemplo, señalan que no existe una relación significativa entre el tipo de estructura de propiedad corporativa y el desempeño empresarial. Fundamental se sugiere que la estructura de propiedad es endógena, y por ende no causa el desempeño de la empresa. Otra aportación en este sentido es Morck *et al.* (1988), quienes encuentran una relación no monótona entre la fracción de propiedad de la empresa en manos de los directivos y el valor de la misma medido por la Q de Tobin. Así, teórica y empíricamente se plantean argumentos encontrados en cuanto a la relación que existe entre la estructura de propiedad corporativa y el desempeño.

Dentro del contexto anterior, destaca el caso particular de las empresas familiares. Una de las aportaciones teóricas más significativas en este sentido es Burkart *et al.* (2003). Los autores desarrollan un modelo de sucesión dentro de una empresa operada por una familia. La decisión de a quién heredar la dirección de la empresa se hace en base a la maximización del beneficio del dueño actual. Se concluye que el conflicto que se da entre el dueño y su posible sucesor puede llevar a un bajo rendimiento. Contrario a este argumento se encuentra James (1999), que

* Estudiantes del Doctorado en Ciencias Económicas en la Universidad Autónoma de Baja California. (davidgaytan81@gmail.com)

** Universidad Autónoma de Baja California y California State University, Los Angeles. (racastillo2000@yahoo.com)

muestra cómo las empresas familiares pueden ser más eficientes en relación a empresas en las que los participantes no tienen lazos familiares. Esto se debe a que los dueños tienen el incentivo de realizar inversiones de largo plazo; las cuales generalmente reditúan en mayores ganancias. Castillo (2007), por otro lado, realiza una evaluación de la relación entre la identidad de los dueños de una empresa y la elección de cotizar en el mercado accionario en un ambiente de inseguridad. En particular, se modela un escenario en el cual un empresario escoge tener una mayor concentración de la empresa en un país donde es pobre la protección de los derechos de propiedad. La intuición es la siguiente: al considerar vender acciones de la empresa, el dueño escoge a aquellos accionistas que están dispuestos a pagar el mayor precio por ellas. En un país donde el sistema legal es ineficiente, la confianza recae en miembros de la familia. Debido a la seguridad que se tiene entre familiares, su disposición por ofrecer un precio elevado es mayor que aquella de personas no allegadas a la familia. Así, al dueño de la empresa le resulta más redituable vender las acciones a sus familiares que a personas que no conoce.

En el campo empírico se puede mencionar a Morck et al. (2000), por ejemplo. Los autores llevan a cabo un estudio sobre la forma de estructura gerencial y la valoración de las empresas. Se encuentra que, cuando los objetivos de los gerentes se alinean con los de los dueños, el valor de la empresa incrementa. Similarmente, Anderson y Reeb (2003) analizan a empresas que cotizan en el mercado accionario de Estados Unidos. Sus resultados sugieren que el desempeño de las empresas familiares es más robusto que el de las empresas no familiares. Para el caso de Israel, Lauterbach y Vaninsky (1999) muestran que las empresas familiares en ese país son más eficientes que las no familiares. En este documento se clasifica a las empresas familiares como aquellas en las que el presidente del consejo administrativo o los miembros del mismo son parte de la familia fundadora de la empresa. Similarmente, en Santana et al. (2001) se contrasta a las empresas familiares y no familiares que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores (BMV). Los resultados indican que las empresas familiares son mucho más pequeñas que las empresas no familiares en términos del tamaño de activos. Asimismo, se identifica un efecto positivo en el valor de las familiares

A pesar de que los documentos antes mencionados sin duda han incrementado nuestro entendimiento sobre la relación que guarda la estructura de propiedad y el desempeño empresarial, las posibilidades de análisis son amplias. Esto es particularmente cierto en el caso de México, país sobre el cual estudios en este respecto no son abundantes. Así, este documento se puede entender como una aproximación inicial al tema. Asimismo, el presente ejercicio resulta relevante en la medida que reconocemos que en este país la mayoría de las grandes empresas son propiedad de pocas personas, y en este sentido cabe preguntarse si esta estructura corporativa contribuye a un mejor desempeño. El resto del documento se compone de 3 secciones. En la primera se describen los datos y se realiza la clasificación de las empresas en familiares y no familiares. Una descripción gráfica de varios indicadores de desempeño también se presenta en esta sección. El análisis empírico se desarrolla en la sección II. Las conclusiones se vierten en la sección III.

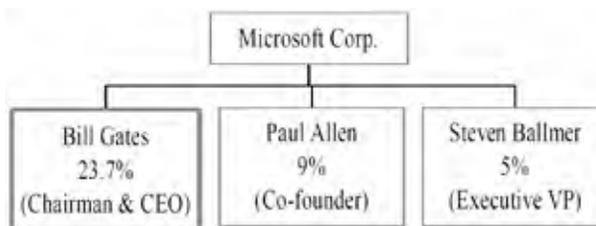
Sección I. Datos

La base de datos que se utiliza consiste en empresas que cotizan en la BMV. Infosel (Servicio de información financiera en tiempo real para usuarios profesionales y sofisticados en el mundo de los negocios y las finanzas) facilitó los datos. Fue posible obtener información sobre estados financieros para el periodo que va de 1990 a 2008 en frecuencia trimestral. Se recopiló información completa para un total de 31 empresas. Enseguida se procedió a clasificarlas en empresas familiares y no familiares. La clasificación se llevó a cabo revisando el historial de las empresas y reconociendo los nombres de sus principales ejecutivos. Si los nombres de los miembros del consejo de administración (aquellos que poseen participación en la empresa) pertenecen a la familia fundadora y ejercen influencia significativa en las decisiones operativas, la empresa se clasificó como familiar; de lo contrario se clasificó como no familiar. Cabe señalar que este procedimiento de clasificación ha sido empleado por otros autores. Por ejemplo, La Porta et al. (1999) identifica a las empresas altamente concentradas a través de reconocer la posición que una persona o grupo de personas ocupa en la dirección de la compañía. A continuación se presenta cómo se clasificaron Microsoft y Toyota en dicho documento.

- **Microsoft**

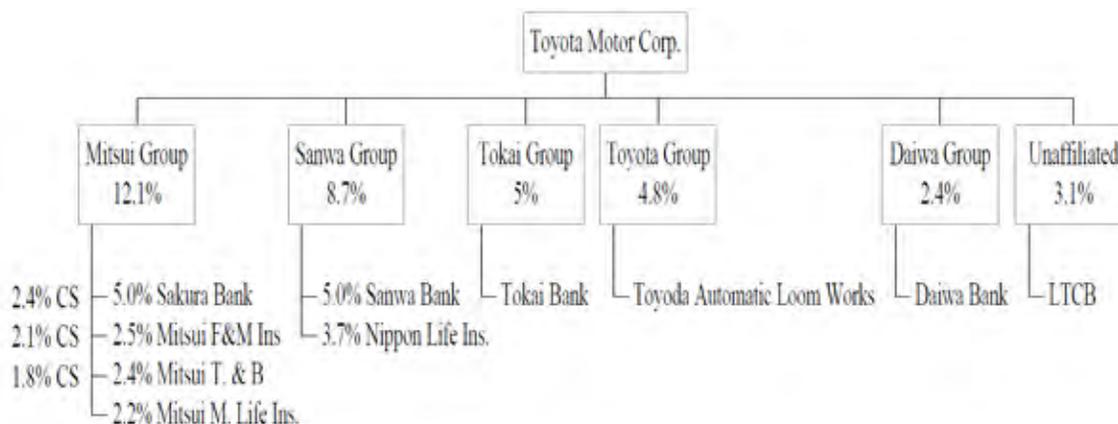
Cuenta con tres grandes accionistas, Bill Gates, Paul Allen y Steven Ballmer. Entre ellos cuentan con casi el 38 por ciento del capital de la empresa, además de ser accionistas propietarios (que votan). En base a esto, se clasifica la empresa como altamente concentrada. La Figura 1 muestra la constitución de Microsoft.

Figura 1



- Toyota Motors
Fue fundada por una familia y a la fecha el control de las decisiones recae en miembros de la misma. Sin embargo, cuenta con varios accionistas y ninguno de ellos posee una porción significativa de acciones. De tal manera que Toyota se clasifica como empresa dispersa. La Figura 2 muestra su composición de propiedad.

Figura 2



En base a este criterio se clasificaron las empresas de la muestra. El Cuadro 1 presenta la composición final.

Cuadro 1
Clasificación de las empresas

Empresas Familiares			Empresas No Familiares		
Empresa	Fundador	Consejo de Administracion Actual	Empresa	Fundador	Consejo de Administracion Actual
ALFA	Bernardo Garza Sada	Presidente: Armando Garza Sada Director: Alvaro Fernandez Garza	CMOCTEZ	Varios Empresarios	Presidente: Juan Molins Amat Director: Pedro Carranza Andresen
ACCELSA	Eloy S. Vallina Lagüera	Presidente: Eloy S. Vallina Lagüera Director: Eloy S. Vallina Garza	EDOARDO	Frances, J.B. Martin (tiene menos del 50% de acciones)	Presidente: Xavier Antoni Martin Director: Patricia Sánchez Benítez
ALMACO	Luis Coppel Rivas	Presidente: Agustín Coppel Luken Director: Enrique Coppel Luken	FEMSA	Don Isaac Garza, José Calderón, José A. Muguerza, Francisco G. Sada, y Joseph M. Schnaider.	Presidente: José Antonio Fernández Carbajal Director: Carlos Salazar Lomelin
AUTLAN	Propiedad del gobierno	Presidente: José Antonio Rivero Larrea Director: José Hilario Madero Marcos	GEUPEC	Sociedad anónima bursátil de capital variable	Presidente: Juan Ignacio Gallardo Thurlow Director: Carlos Nicolás Lukac Ostreche
BIMBO	Lorenzo Servitje, Jaime Jorba, Jaime Sendra, José T. Mata, Alfonso Velasco y Roberto Servitje	Presidente: Roberto Servitje Sendra Director: Daniel Servitje Montull	KIMBER	Empresa americana(Kimberly-Clark)	Presidente: Claudio x. González Laporte Director: Pablo Roberto González Guajardo
CEMEX	Lorenzo Zambrano	Presidente: Lorenzo H. Zambrano Treviño Director: Lorenzo H. Zambrano	LIVEPOL	Jean-Baptiste Ebrard	Presidente: Max David Michel Director: José Calderón muños de cote
CERAMIC	Oscar E. Almeida Chambre	Presidente: Oscar E. Almeida Chambre Director: Víctor D. Almeida García	MEXCHEM	Integrado por empresas Químicas y Petroquímicas líderes en el mercado	Presidente: Antonio del Valle Ruiz Director: Ricardo Gutiérrez Muñoz
COMERCI	Carlos González Nova	Presidente: Guillermo González Nova Director: Carlos González Zabalegui	PE	Sociedad anónima de capital variable	Presidente: Alberto Baillères Director: Fernando Alanís
CYDSASA	Tomas Gonzalez Sada	Presidente: Tomas Gonzalez Sada Director: Tomas Gonzalez Sada	QBINDUS	Varias compañías afiliadas	Presidente: Aroldo de Rienzo Betancourt Director: Luis Manuel Gerard Contreras
GCARSO	Carlos Slim Helú	Presidente: Carlos Slim Helú Director: Carlos Slim Domit	REALTUR	Banco Nacional de México y un grupo de inversionistas privados	Presidente: Olegario Vázquez Raña Director: Eduardo Ymay Seemann
ICH	Rufino Vigil González	Presidente: Rufino Vigil González Director: Sergio Vigil González	SANLUIS	Un grupo de inversionistas mexicanos, encabezados por el Ing. Antonio Madero Bracho	Presidente: Antonio Madero Bracho Director: Antonio Madero Bracho
LAMOSA	Bernardo Elosúa Farías	Presidente: Federico Toussaint Elousa Director: Tomas Luis Garza De La Garza	WALMEX	Asociación de varias empresas (AURRERÁ, BODEGA AURRERÁ, SAM'S CLUB, SUBURBIA, SUPERAMA, VIPS Y WAL*MART SUPERCENTER)	Presidente: Eduardo Francisco Solórzano Morales Director: Scot rank Crawford
MASECA	Roberto González Barrera	Presidente: Roberto González Barrera Director: Roberto González Alcalá			
POSADAS	Gastón Azcárraga Tamayo	Presidente: Gastón Azcárraga Andrade Director: Gastón Azcárraga			
SIMEC	Rufino Vigil	Presidente: Rufino Vigil González Director: Luis García Limón			
SORIANA	Francisco Martín Borque Armando Martín Borque	Presidente: Francisco Javier Martín Bringas Director: Ricardo Martín Bringas			
TELMEX	Carlos Slim Domit	Presidente: Carlos Slim Domit Director: Héctor Slim Seade			
TMM	Ing. José F. Serrano Segovia	Presidente: José Francisco Serrano Segovia Director: José Francisco Serrano Segovia			
VITRO	Federico Sada	Presidente: Adrían Sada González			

La base de datos de Infosel permitió obtener información financiera para cada una de estas empresas. Con el propósito de proceder a comparar el desempeño de ellas, se determinó estimar algunas razones financieras que son estándar en el ámbito contable. Se consideran las siguientes:

1. Razón de liquidez = $\frac{\text{Activo Circulante}}{\text{Pasivo Circulante}}$

Indica cuántos pesos se encuentran disponibles respecto a cada peso que se debe. Ejemplo, si dicha división arroja un resultado de 3.1, entonces se dice que de cada peso que se tiene que pagar en el corto plazo, se cuenta con 3.1 pesos para cubrirlo. La proporción estándar es 2 a 1.

2. Prueba del ácido = $\frac{\text{Activos Corrientes-Inventarios}}{\text{Pasivos Corrientes}}$

Mide la capacidad que tiene la empresa de cubrir su gasto de corto plazo. Nótese que esta definición es similar a la referente a la liquidez, sin embargo, existe una diferencia importante. La liquidez mide con cuánto efectivo cuenta la empresa en ese momento. Y la prueba de Ácido mide la capacidad con la que cuenta la empresa para responder a sus deudas de corto plazo.

3. Razón de apalancamiento = $\frac{\text{Pasivo Total (CP y LP)}}{\text{Activo Total (Circulante, Fijo y Diferido)}}$

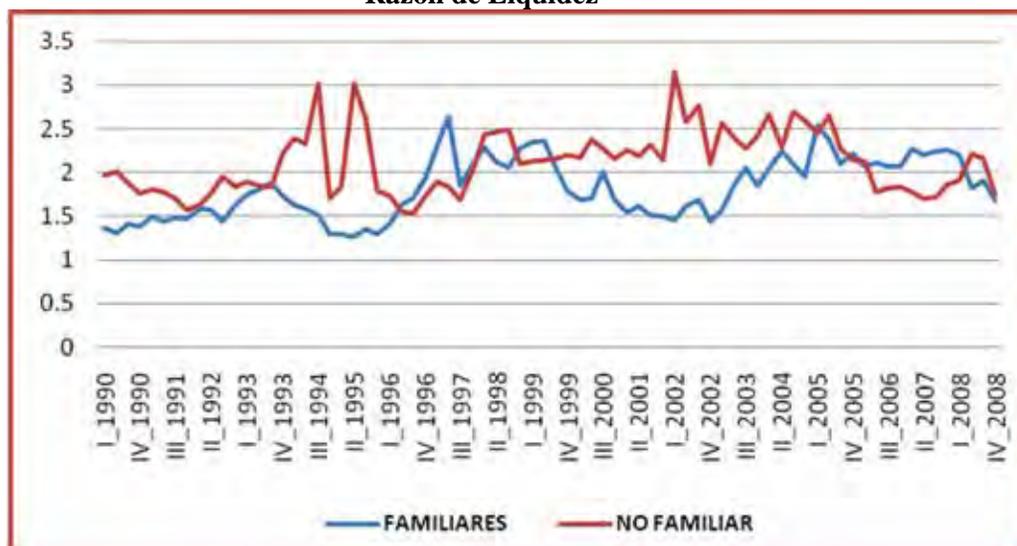
Muestra en qué medida se encuentra endeudada la empresa.

4. Razón de rentabilidad = $\frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Ventas Netas}}$

Mide la capacidad de generar la utilidad.

Se calcularon estas razones financieras para el periodo de 1990-2008 por trimestre y se obtuvo el promedio para cada empresa. A continuación se grafican los promedios distinguiendo a las familiares y las no familiares. La Gráfica 1 muestra la Razón de Liquidez. Se observa una tendencia muy a la par entre los dos tipos de empresas. A mediados de 1994 y principio de 1995 las empresas no familiares experimentan un repunte. Sin embargo, caen drásticamente en el primer trimestre de 1995, y a pesar de que tienen otra alza a finales de año, vuelven a bajar en 1996. Por último, se muestra un repunte entre los años 2002 y 2003. La baja tan drástica que se observa en 1995 podría deberse a la crisis que se dio en ese año. La curva de las empresas familiares presenta una tendencia más estable, excepto por el segundo trimestre del año de 1997 donde se observa un aumento.

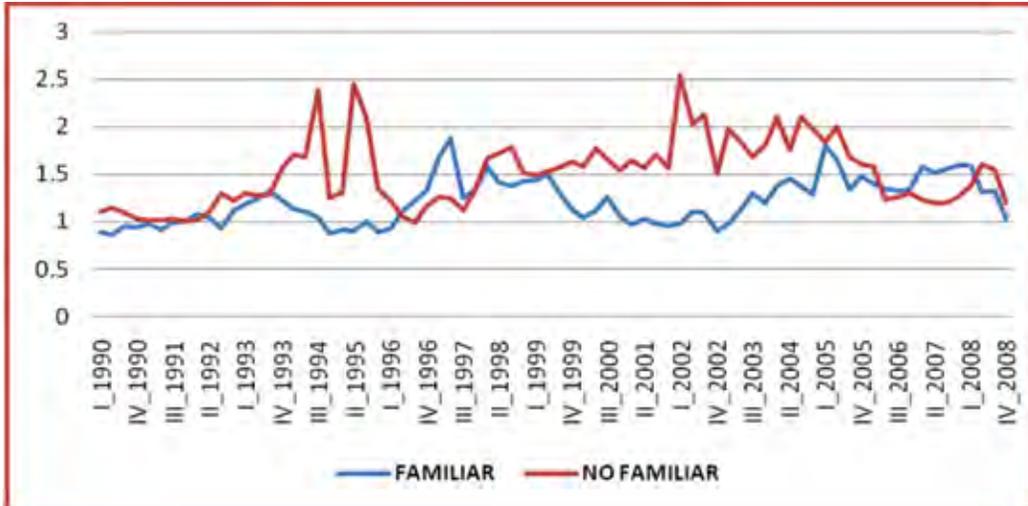
Gráfica 1
Razón de Liquidez



Fuente: Datos de INFOSEL, Cálculos y Gráficas Elaboración propia

En la Gráfica 2 se muestra la Prueba de Ácido. Los resultados son muy parecidos a la prueba anterior, esto debido a que sus cálculos son similares. Lo que se puede apreciar en esta Gráfica, es que las curvas están más separadas. En casi todo el periodo sobresalen las no familiares, por lo que se puede decir que las no familiares cuentan con más capacidad para responder a sus deudas de corto plazo que las empresas familiares.

Gráfica 2
Prueba del ácido



Fuente: Datos de INFOSEL, Cálculos y Gráficas Elaboración propia

En la Gráfica 3 se observa la razón de apalancamiento. La curva que representa a las empresas familiares se ubica por arriba de la correspondiente a las no familiares en casi todo el periodo, excepto por el año 2007. La tendencia es estable para las familiares, cayendo un poco en el 2005 y recuperándose en el 2008.

En la Gráfica 4 se observa la rentabilidad. Las dos series se mueven muy a la par. Tanto las empresas familiares con las no familiares a finales de 1994 y principio de 1995 tienen una fuerte caída. Esto debido a la crisis económica por la que atravesó el país. En el último trimestre de 1997 las no familiares muestran un alza superior a las familiares, pero vuelven a bajar. Curiosamente, lo que más llama la atención de esta grafica es el repunte significativo que se nota en los dos primeros trimestres del 2005 para las empresas familiares.

Gráfica 3
Razón de Apalancamiento



Fuente: Datos de INFOSEL, Cálculos y Gráficas Elaboración propia.

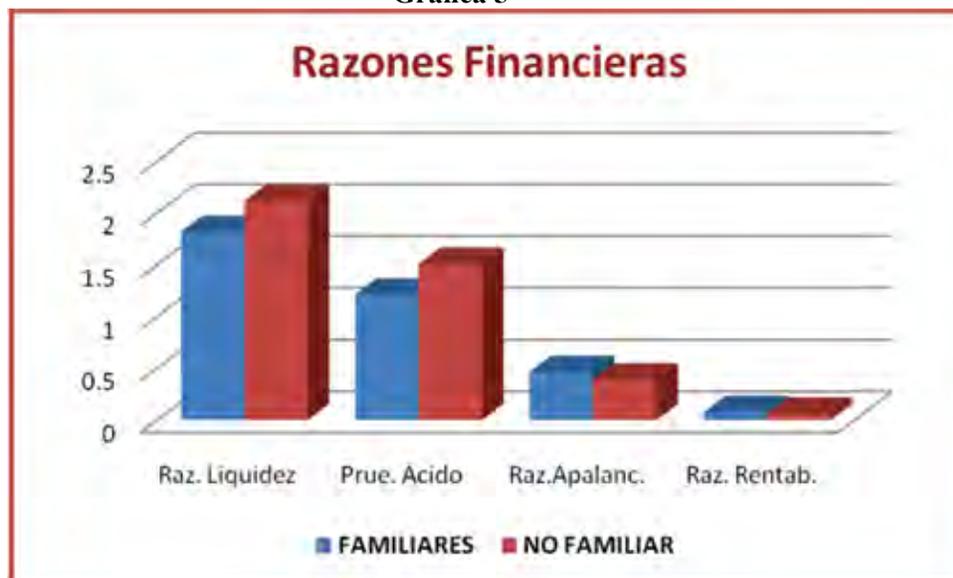
Gráfica 4
Razón de Rentabilidad



Fuente: Datos de INFOSEL, Cálculos y Gráficas Elaboración propia

En la Gráfica 5 se resumen las razones para el periodo completo. Esto nos permite apreciar con mayor detalle el comparativo entre las empresas familiares y no familiares. Aparentemente, las empresas no familiares presentan mayor liquidez, medida por la razón de liquidez y la prueba del ácido. Sin embargo, las empresas familiares, parecen exhibir un mayor apalancamiento y mayor rentabilidad. Cabe destacar que las diferencias entre estas razones son meramente ilustrativas. Es necesario realizar ejercicios estadísticos para probar si las diferencias observadas son realmente significativas.

Gráfica 5

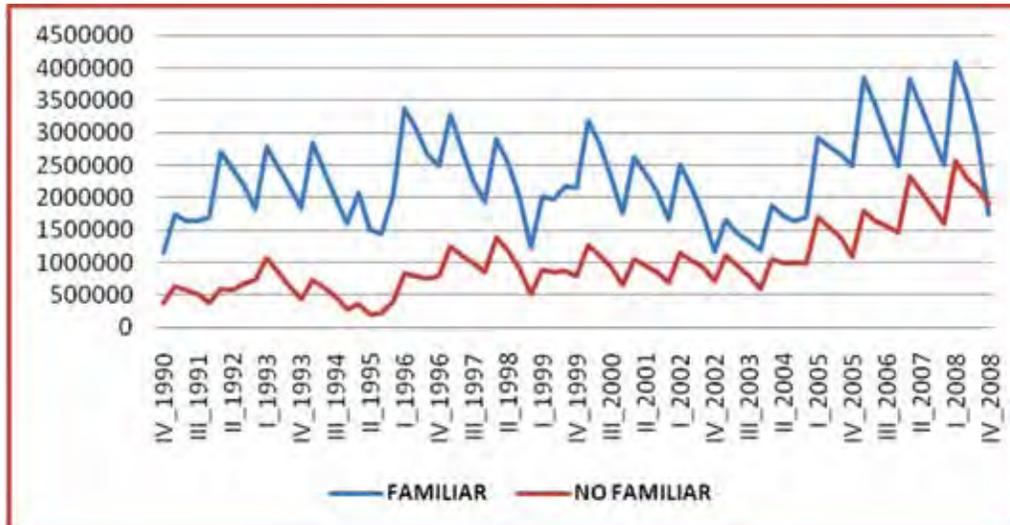


Fuente: Datos de INFOSEL, Cálculos y Gráficas Elaboración propia

Adicionalmente a las razones financieras, se procedió a incluir una comparación de las utilidades netas, ventas e inversión en maquinaria y equipo. A los datos de la utilidad neta consolidada se le tomó una media móvil para suavizar los patrones estacionales. En la Gráfica 6 se observa cómo la utilidad de las empresas familiares se encuentra por arriba de la que se refiere a las no familiares. También resalta que la tendencia de las familiares

se muestra con variaciones significativas. Aparentemente para ambos tipos de empresas para el final del año las utilidades son más altas. Esto es congruente con lo que sabemos sobre el comportamiento de los consumidores en México durante la época Decembrina, en la que el gasto en bienes y servicios es generalmente mayor que en el resto del año.

Gráfica 6
Utilidad Neta Consolidada



Fuente: Datos de INFOSEL, Cálculos y Gráficas Elaboración propia

Las ventas netas las podemos analizar por medio de la Gráfica 7. Se observa una tendencia muy paralela entre las empresas familiares y no familiares, aunque las primeras muestran ventas más significativas. En ambos casos parece haber un incremento en la pendiente de las series a partir del 2005. Esto puede deberse a que en ese año la economía Mexicana ya había superado la recesión del 2001 y las ventas se beneficiaron por su expansión.

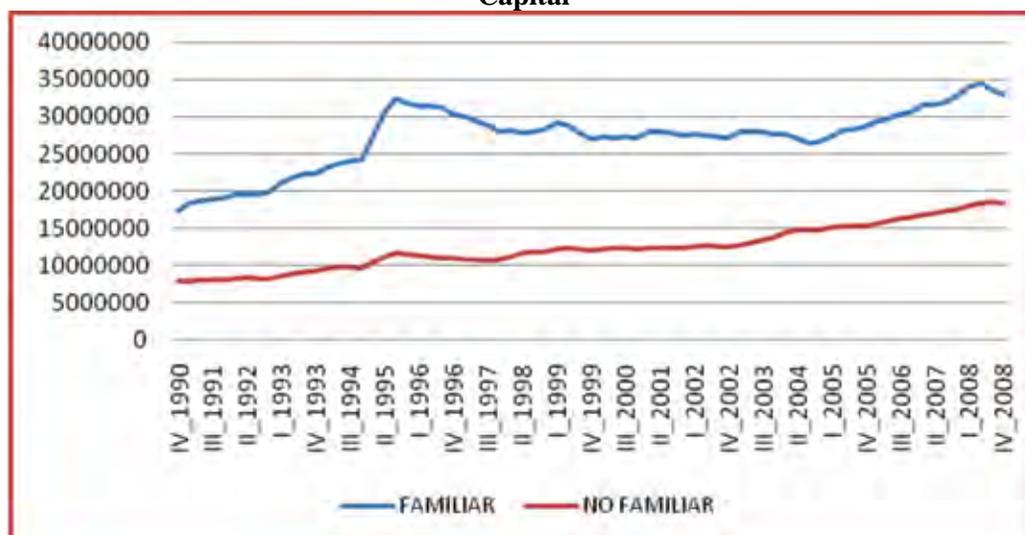
Gráfica 7
Ventas Netas



Fuente: Datos de INFOSEL, Cálculos y Gráficas Elaboración propia

En la Gráfica 8 se observa claramente cómo las empresas familiares tienen más inmuebles, planta y equipo en relación a las no familiares. En el periodo de 1995 a 1996 se invirtió un poco más en estos rubros. Las empresas no familiares se mantienen por debajo de las familiares, su tendencia es casi plana y corre paralelamente con las familiares.

Gráfica 8
Capital



Fuente: Datos de INFOSEL, Cálculos y Gráficas Elaboración propia

Sección II. Ejercicio Empírico

A pesar de que la evidencia gráfica pudiera sugerir alguna diferencia entre las empresas, es evidente que por sí misma no provee sustento para derivar conclusiones robustas, de tal manera que se procede al ejercicio estadístico/econométrico. La estrategia empírica consiste de dos partes. La primera se refiere a probar estadísticamente si las diferencias que se apreciaron en las gráficas entre las empresas familiares y no familiares son significativas. La segunda consiste en estimar una ecuación que evalúe cómo la estructura de propiedad influye sobre el desempeño.

Razones Financieras

Se inicia con una prueba de dos colas con el estadístico Z, comparando la media entre las razones financieras que se calcularon anteriormente. Los resultados se muestran en los siguientes cuadros.

Cuadro 2

Razón Liquidez		
z-Test: Two Sample for Means		
	FAMILIAR	NO FAMILIAR
Mean	1.818220683	2.116850529
Known Variance	1.116	2.384
Observations	19	12
Hypothesized Mean Dif.	0	
Z	0.588607752	
P(Z<=z) one-tail	0.278062216	
z Critical one-tail	1.644853627	
P(Z<=z) two-tail	0.556124432	
z Critical two-tail	1.959963985	

Cuadro 3

Prueba de Acido		
z-Test: Two Sample for Means		
	FAMILIAR	NO FAMILIAR
Mean	1.213767844	1.508702372
Known Variance	1.213	2.117
Observations	19	12
Hypothesized Mean Dif.	0	
Z	0.601708286	
P(Z<=z) one-tail	0.273684167	
z Critical one-tail	1.644853627	
P(Z<=z) two-tail	0.547368333	
z Critical two-tail	1.959963985	

Fuente: Datos de INFOSEL, Cálculos y Cuadros Elaboración propia

Cuadro 4

Razón de Apalancamiento		
z-Test: Two Sample for Means		
	FAMILIAR	NO FAMILIAR
Mean	0.465143926	0.39212897
Known Variance	0.014	0.021
Observations	19	12
Hypothesized Mean Dif.	0	
Z	-1.464157241	
P(Z<=z) one-tail	0.071575495	
z Critical one-tail	1.644853627	
P(Z<=z) two-tail	0.14315099	
z Critical two-tail	1.959963985	

Cuadro 5

Razón Rentabilidad		
z-Test: Two Sample for Means		
	FAMILIAR	NO FAMILIAR
Mean	0.07934381	0.064148561
Known Variance	0.004	0.007
Observations	19	12
Hypothesized Mean Dif.	0	
Z	-0.539306894	
P(Z<=z) one-tail	0.294837556	
z Critical one-tail	1.644853627	
P(Z<=z) two-tail	0.589675113	
z Critical two-tail	1.959963985	

Fuente: Datos de INFOSEL, Cálculos y Cuadros Elaboración propia

Se aprecia que para todas las razones financieras no se rechaza la hipótesis nula de que sean iguales. Esto es, el estadístico Z de prueba es menor al estadístico crítico de 1.96. De tal forma que la media de las razones financieras entre las empresas familiares y no familiares es estadísticamente igual, no hay diferencia.

En el caso de las medias de utilidad neta, Cuadro 6, se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto las utilidades de las familiares y las no familiares no son iguales. Esto es, las empresas familiares tienen mayores utilidades en promedio. Con respecto a las ventas y a los activos, Cuadros 7 y 8 respectivamente, la hipótesis nula de igualdad no se rechaza, por lo cual se establece que las medias no son diferentes.

Cuadro 6

Utilidad Neta Consolidada		
z-Test: Two Sample for Means		
	FAMILIAR	NO FAMILIAR
Mean	2274754.269	1054400.546
Known Variance	2.37326E+12	1.88886E+12
Observations	19	12
Hypothesized Mean Dif.	0	
Z	-2.29678388	
P(Z<=z) one-tail	0.010815551	
z Critical one-tail	1.644853627	
P(Z<=z) two-tail	0.021631102	
z Critical two-tail	1.959963985	

Cuadro 7

Ventas Netas		
z-Test: Two Sample for Means		
	FAMILIAR	NO FAMILIAR
Mean	19491541.92	13904010.2
Known Variance	5.38611E+14	4.66629E+14
Observations	19	12
Hypothesized Mean Dif.	0	
Z	-0.681438071	
P(Z<=z) one-tail	0.24779717	
z Critical one-tail	1.644853627	
P(Z<=z) two-tail	0.49559434	
z Critical two-tail	1.959963985	

Fuente: Datos de INFOSEL, Cálculos y Cuadros Elaboración propia

Cuadro 8

Capital		
z-Test: Two Sample for Means		
	FAMILIAR	NO FAMILIAR
Mean	27255226.27	12480678.9
Known Variance	1.93238E+15	2.16195E+14
Observations	19	12
Hypothesized Mean Dif.	0	
Z	-1.350298135	
P(Z<=z) one-tail	0.088460185	
z Critical one-tail	1.644853627	
P(Z<=z) two-tail	0.17692037	
z Critical two-tail	1.959963985	

Fuente: Datos de INFOSEL, Cálculos y Cuadros Elaboración propia

En conclusión, la evidencia anterior indica que las empresas familiares y no familiares presentan desempeños similares, con excepción de las utilidades. Para este indicador, se obtiene que las empresas familiares presentan en promedio mayores utilidades.

Estimaciones Econométricas

Tomando en cuenta que la única diferencia significativa se observa en las utilidades, se continúa con la estimación de una ecuación que determine la relación entre éstas y la estructura de propiedad. Debido a que los datos que se usan en esta muestra se refieren a un panel, el ejercicio econométrico considera este tipo de especificación. La ecuación fundamental es:

$$y_i = \alpha_i + \beta' x_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

Donde y_i es la variable dependiente para las unidades de sección cruzada i , a través del tiempo t . En este caso las unidades son las empresas y el periodo va de 1995 a 2008 con frecuencia trimestral. x_i es un conjunto de variables explicativas. A partir de ella, y en base a diversas pruebas estadísticas, se determinará la especificación que sea económicamente más robusta.

Para la primera regresión se consideró como variable dependiente a las utilidades, y como variables explicativas al logaritmo del PIB y a una variable de estructura. La misma es una variable dummy que toma el valor de 1 si la empresa es familiar y de 0 si es no familiar. De antemano se espera que esta variable resulte positivamente asociada con las utilidades. Como se observó anteriormente, las empresas familiares parecen tener más utilidades que las empresas no familiares. El coeficiente de la variable del PIB también se espera que sea positivo. Esto es, si el PIB aumenta, las utilidades de las empresas también incrementan, pero cuando la economía entra en una desaceleración las utilidades disminuyen.

La ecuación que se estima es la siguiente:

$$utilidad_i = c + \alpha(estructura_i) + \beta(PIB_i) + \varepsilon_i$$

Los resultados aparecen en el Cuadro 9.

Cuadro 9

Variable Dependiente		Variable Independiente		
Utilidad		C	Estructura	PIB
		-27.432	1.220	2.005
		(8.185)	(0.196)	(0.576)
Observaciones	2356			
R Cuadrada	0.021			
Prob. F	0.000			
Error estándar en paréntesis				
Nota: los coeficientes fueron divididos por 100,000				

Se puede observar que el coeficiente de la variable de estructura de propiedad es significativo, con una t estadística de 6.24; lo cual indica que la estructura de propiedad afecta a la utilidad neta. Esto es, una empresa cuya propiedad se encuentra en el núcleo familiar exhibe mayores utilidades. Para la variable del PIB su coeficiente es significativo y positivo: el PIB afecta de manera positiva la utilidad neta de las empresas; entre mayor sea el ingreso, más utilidades tendrán las empresas.

Evidentemente esta estimación no es muy confiable, ya que no toma en cuenta la posibilidad de incluir efectos fijos o efectos aleatorios. De tal manera que a continuación se estima la ecuación bajo la especificación de efectos aleatorios y se lleva a cabo la prueba de Hausman para determinar su validez. Los resultados de la estimación y la prueba se presentan respectivamente en los Cuadros 10 y 11.

Cuadro 10

Variable Dependiente		Variable Independiente		
Utilidad		C	Estructura	PIB
		-27.432	1.220	2.005
		(4.823)	(1.449)	(0.329)
Observaciones	2356			
Estadísticas Ponderadas				
R Cuadrada	0.016			
Prob. F	0.000			
Estadísticas No Ponderadas				
R Cuadrada	0.021			
Error estándar en paréntesis				
Nota: los coeficientes fueron divididos por 100,000				

Cuadro 11

Comparación entre Efectos Fijos y Efectos Aleatorios				
Variable	Fijos	Aleatorios	Var. Diferencia	Probabilidad
PIB	2004676.334	2004676.334	0.220871	1

Interesantemente, ahora la variable de Estructura resulta no significativa, mientras que el PIB sigue siéndolo. Este resultado es consistente con lo que argumenta Demsetz (1985), en el sentido que la forma de estructura de propiedad corporativa es endógena y no debiera de influir sobre el desempeño de la misma. De acuerdo a los resultados de la prueba de Hausman, la hipótesis nula de no diferencia entre ambas estimaciones no se puede rechazar, por lo que la especificación de efectos aleatorios es válida y no es necesario estimar la ecuación por medio de efectos fijos.

Finalmente consideramos una especificación en la cual las utilidades del periodo anterior entran en la ecuación como variable explicativa. Razonablemente, podríamos esperar que exista un efecto de acarreo entre las utilidades de periodos consecutivos. Se especifica una expresión que contiene efectos fijos como sigue:

$$y_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 y_{i,t-1} + \beta X_{i,t} + \mu_i + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

Al diferenciar la expresión (1) se obtiene la ecuación que contiene a la variable dependiente rezagada:

$$y_{i,t} - y_{i,t-1} = \alpha_1 (y_{i,t-1} - y_{i,t-2}) + \beta (X'_{i,t} - X'_{i,t-1}) + (\varepsilon_{i,t} - \varepsilon_{i,t-1}) \quad (2)$$

Ahora la tarea es encontrar instrumentos viables para su estimación. De acuerdo a Arellano y Bond (1991), las diferencias de las variables son una opción. Si se rezaga la expresión anterior un periodo más de obtiene:

$$y_{i,3} - y_{i,2} = \alpha_1 (y_{i,2} - y_{i,1}) + \beta (X'_{i,3} - X'_{i,2}) + (\varepsilon_{i,3} - \varepsilon_{i,2}) \quad (3)$$

Es aparente que el término $(y_{i,2} - y_{i,1})$ puede ser instrumentado por $y_{i,1}$, ya que se encuentra relacionado con $(y_{i,2} - y_{i,1})$ pero no con los choques futuros $(\varepsilon_{i,3} - \varepsilon_{i,2})$. Siguiendo este planteamiento, se estima la ecuación (4) que emplea como variables instrumentales a las ventas rezagadas como instrumento de utilidad y al PIB rezagado como instrumento del PIB.

$$utilidad_i = c + \phi utilidad_{i-1} + \alpha (estructura_i) + \beta (PIB_i) + \varepsilon_i \quad (4)$$

Los resultados se muestran en el Cuadro 12. De acuerdo a ellos, las utilidades del periodo anterior se relaciona positivamente con las del periodo corriente. Esta relación positiva se sostiene con el PIB. Interesantemente la variable de estructura resulta no significativa, lo cual es consistente con lo que se obtuvo bajo la especificación de efectos aleatorios y con lo argumentado por Demsetz.

Cuadro 12

Variable Dependiente		Variable Independiente			
Utilidad		C	Utilidad (-1)	Estructura	PIB
		-35.257 (24.026)	0.332684 (0.0527)	29.832 (33.557)	1.280 (0.499)
Observaciones	2294				
R Cuadrada	0.568				
Rango de Instrumentos	5.000				
Estadística J	3.2428				

Error estándar en paréntesis

Nota: los coeficientes de C, Estructura y PIB fueron divididos por 100,000

Finalmente, se lleva a cabo la prueba de Sargan para verificar la validez de los instrumentos. La hipótesis nula establece que las restricciones de sobre-identificación son válidas y el estadístico de prueba se distribuye $\chi^{(k-p)}$, donde k es el número de coeficientes estimados y p es el rango de instrumentos. En base a los datos que aparecen en el Cuadro 12 el estadístico de prueba es .20, por lo que se concluye que la especificación es satisfactoria. Así, en base a los resultados econométricos se establece que no hay evidencia de una relación significativa entre el desempeño de las empresas y su forma de propiedad corporativa.

Sección III. Conclusiones

La estructura de propiedad varía significativamente entre países, así como los niveles de desarrollo. Mientras que en países con un alto ingreso per capita la propiedad empresarial se encuentra generalmente dispersa entre un número importante de accionistas, en países en vías de desarrollo la misma es altamente concentrada. En principio se podría conjeturar que una alta concentración se traduce en un desempeño corporativo débil que en consecuencia afecta negativamente a la economía agregada. Mientras que esto pudiera tener sentido, la teoría económica de hecho apunta en otra dirección cuando se trata de relacionar la estructura de propiedad con el desempeño. El argumento clásico de Jensen y Meckling (1976) indica que una mayor concentración reduce el potencial de comportamiento oportunístico y conlleva a mayor eficiencia. Si este fuera el caso, entonces una alta concentración se tendría que relacionar con un mejor desempeño; lo cual no es evidente a nivel agregado. Adicionalmente, autores como Demsetz descartan el argumento señalando que la estructura de propiedad es endógena y no tendría por qué estar relacionada con el desempeño. Así, tanto a nivel empírico como teórico es difícil llegar a un consenso en cuanto a la relación que existe entre estructura de propiedad y desempeño. En este documento contribuimos al debate presentando un análisis de dicha relación para el caso de empresas que cotizan en la BMV. De acuerdo a nuestros resultados estadísticos y econométricos, no hay evidencia de una asociación significativa. En principio, esto fortalecería el argumento de Demsetz, sin embargo, es importante destacar que estudios estadísticos y econométricos más detallados pudieran ser realizados en el futuro con el fin de confirmar nuestros resultados. Se podría, por ejemplo, realizar una diferenciación que considere la concentración de propiedad, y no la identidad de los dueños de las empresas como lo hicimos aquí. Se podría de igual manera estimar especificaciones econométricas alternativas que consideren cambios estructurales a través del tiempo, ya que sabemos que México ha experimentado varios de ellos en su historia. Dejamos pues estas posibilidades en la mesa anticipando llevarlas a cabo en el futuro.

Bibliografía

Anderson, R., y D. Reeb. "Founding-Family Ownership and Firm Performance: Evidence from the S&P 500." *Journal of Finance*, 58 (2003): 1301-1328.

Arellano, M. y S. Bond. "Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations." *Review of Economic Studies*, 58 (1991): 277-297.

Berle, A., y G. Means. "The Modern Corporation and Private Property." *New York: Macmillan*, 1932.

Burkart, M., F. Panunzi y A. Shleifer. "Family Firms." *Journal of Finance* 58 (2003): 2167-2200.

Castillo-Ponce, R. A. "Entre Familia y Amigos: la Elección de la Estructura de Propiedad Corporativa." *Estudios Económicos* 22 (2007): 1-25.

Demsetz, H. "The Structure of Ownership and the Theory of the Firm." *Journal of Law and Economics*, 25 (1985): 375-390

Demsetz, H. y B. Villalonga "Ownership Structure and Corporate Performance." *Journal of Corporate Finance*, 7 (2001): 209-233.

Jensen, M. y W. Meckling. "Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs, and Ownership Structure." *Journal of Financial Economics* 3 (1976): 305-360.

James, H. "Owner as Manager, Extended Horizons and the Family Firm." *International Journal of the Economics of Business* 6 (1999): 41-56.

Lauterbach, B. y A. Vaninsky. "Ownership Structure and Firm Performance: Evidence from Israel." *Journal of Management and Governance* 3 (1999): 189-201.

La Porta, R., F. Lopez-de-Silanes, A. Shleifer, y R. Vishny. "Corporate Ownership Around the World." *Journal of Finance* 54 (1999): 471-517.

Morck, R., A. Shleifer, y R. Vishny. "Management Ownership and Market Valuation: An Empirical Analysis" *Journal of Financial Economics*, 20 (1988): 293-315.

Morck, R., D. Strangeland, y B. Yeung. "Inherited Wealth, Corporate Control, and Economic Growth." En Randall Morck, Eds.: *Concentrated Corporate Ownership* University of Chicago Press (2000).

Santana, Domingo J.; Cabrera, M^a Katuska (2001) "**Comportamiento y resultados de las empresas cotizadas familiares versus no familiares**" XI Congreso ACEDE
http://apuntesdefinanzas.blogspot.com/2009/04/analisis-de-razones-financieras-razones_14.html

Un análisis basado entre los vínculos de las fluctuaciones económicas nacionales y regionales en México 1997-2010.

Mario Alberto Mendoza Sánchez¹

Introducción.

El tema de los ciclos económicos es una temática que relativamente ha jugado un papel secundario dentro de los estudios de la ciencia económica, en el caso de México, no es excepción, ya que existen pocos estudios referidos a este tema y más cuando se habla de su aplicación a nivel regional (Erquizio: 2006, b)

El análisis regional ha recibido mayor atención en muchos aspectos de las ciencias sociales, en economía; se encuentran análisis de crecimiento económico, convergencia-divergencia, distribución del ingreso, comercio internacional, organización industrial, mercados de trabajo, entre otros.

Dicha importancia se deriva a partir de las particularidades inherentes a cada una de las regiones en cuanto a recursos, fuerza de trabajo, capital, tecnología, infraestructura, etc., y también en cuanto a las características de las estructuras productivas, la solvencia de sus mercados, capacidad de crecimiento etc., que impactan y hacen diferente la dinámica regional (Zuccardi, 2002: 3).

En la literatura económica de los ciclos regionales se han distinguido dos formas de estudiarlos, la primera alude a la identificación de ciclos particulares, analizando las fluctuaciones alrededor de una tendencia que muestran los *ciclos de crecimiento* y la capacidad potencial de crecimiento y a través de los ascensos y descensos del indicador cíclico en términos absolutos: *ciclos clásicos*. Mientras la segunda busca capturar el grado de comovimiento del ciclo nacional y regional (Sherwood-Call, 1988: 16).

Las pautas de esta investigación dirigen sus esfuerzos a estudiar el fenómeno a partir de la segunda vía. Para avanzar en esta línea se ha decidido construir un modelo de vectores autorregresivos (VAR) que utiliza información de empleo durante el lapso 1997-2010 para cada una de las entidades federativas de la frontera norte de México².

Pareciera una cuestión trivial tratar estudiar este vínculo de la frontera norte con el país dado que parece ser un hecho bien documentado que el desarrollo industrial de esta zona exportadora la hace muy importante para el país en su conjunto, sin embargo, la integración de esta zona con Estados Unidos podría dar lugar a una dinámica regional diferente.

En base a lo anterior, se toma la variable empleo para descubrir el vínculo entre las fluctuaciones nacionales y regionales y de ahí se desprende la preocupación del presente trabajo que busca responder la siguiente interrogante ¿Qué tanto del empleo regional se explica por las fluctuaciones del empleo nacional? Por tanto nuestro objetivo es conocer la variación explicada del empleo de cada una de las Entidades Federativas ante las variaciones nacionales.

Dado lo anterior, conocer los impactos de las variaciones del empleo nacional sobre el regional permite observar una manifestación regional que, y se convierte en una herramienta útil para el diseño de políticas económicas adecuadas, debido a que revela que las Entidades Federativas están liderando el crecimiento económico y la generación de empleos en el país.

La Economía de la Frontera Norte de México.

De acuerdo a la comisión de asuntos fronterizos, la región de la frontera norte está conformada por los Estados de Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. En la actualidad la población que se concentra en esta región equivale a 17 por ciento de la población total del país³. Económicamente, esta región es una de las que tienen mayor dinamismo en México, ya que constituye la zona exportadora más importante de América Latina y es una de las regiones más grandes del mundo en su tipo (López, 2004: 674).

La importancia que tiene el desempeño de la economía de la frontera norte para la economía mexicana se puede observar si se analiza la contribución que tiene cada una de las Entidades Federativas y la región en su conjunto, en el total nacional. De este modo se presenta la participación porcentual promedio del PIB estatal en el PIB nacional.

1 Profesor del departamento de Economía de la Universidad de Sonora. Correo electrónico: marioamendoza@live.com.mx

2 La comisión de asuntos fronterizos ha definido que las Entidades Federativas que conforman la frontera norte son aquellas que tienen vecindad con Estados Unidos.

3 Este dato se toma de la encuesta nacional de ocupación y empleo 2009 de INEGI.

Cuadro 2.1. *pibe, pibe promedio y Participación porcentual de los Estados de la frontera norte en el total nacional 1993-2006. Precios de 1993.*

Producto Interno Bruto Estatal (PIBE) a Precios de 1993 (Anual) Miles de Pesos								
Año	Baja California	Chihuahua	Coahuila	Nuevo León	Sonora	Tamaulipas	Frontera Norte	Nacional
1993	32382523	45225902	33759964	74074508	30346244	32233873	248023014	1155132189
1994	34661341	47869331	34900322	78156160	32424060	34648523	262659737	1206135039
1995	32736291	44789564	34674654	73109978	31769399	32703735	249783621	1131752762
1996	35316230	48336760	38548480	76675538	32846523	34564068	266287599	1190075547
1997	39658611	52109000	41796066	83685803	34975297	36488785	288713562	1270744065
1998	41446064	56158501	44176815	89659354	37132658	39392211	307965603	1334586475
1999	44843842	59858813	45547379	94709888	38667816	41845214	325472952	1384674491
2000	49695749	66662053	47589416	101900374	41473855	44971338	352292785	1475927095
2001	48121945	64194559	47329229	101749351	41808649	43829013	347032746	1475438954
2002	47040063	64347751	50021435	105007831	39918866	45403228	351739174	1486792334
2003	48331491	66914298	51904749	108030789	41035854	48009518	364226699	1507449991
2004	52627287	69673443	55075799	115094797	44008814	51816136	388296276	1570126305
2005	55073639	74311642	55899284	118945214	46003233	53307041	403540053	1613526995
2006	58232629	77922807	58385293	126005891	49880154	53660149	424086923	1691168729
Promedio PIB	44297693.21	59883887.43	45686348.93	96200391.14	38735101.57	42348059.43	327151481.7	1392395069
Participación %	3.18	4.30	3.28	6.91	2.78	3.04	23.50	100.00

Fuente: Elaboración propia con base a datos de INEGI.

El cuadro 2.1 muestra que la contribución económica regional de la frontera norte en la producción nacional es casi una cuarta parte con 23.5 por ciento de participación. La Entidad Federativa más importante es sin duda Nuevo León que aporta 6.9 por ciento, seguido de Chihuahua con 4.3 por ciento, Coahuila 3.28 por ciento, Baja California 3.2 por ciento, Tamaulipas 3.04 por ciento y Sonora 2.78 por ciento.

Por otra parte, el crecimiento económico de las Entidades Federativas del norte de México se ubica por encima del mostrado por el desempeño nacional. La frontera norte en su conjunto crece a ritmo de 4.2 por ciento anual, mientras el país lo hace a 2.9 por ciento anual. Baja California es la Entidad con mayor dinamismo creciendo a 4.6 por ciento, seguida de Coahuila, Chihuahua y Nuevo León con 4.3, 4.2 y 4.1 por ciento respectivamente. Por último, los Estados más rezagados son Tamaulipas con 3.9 por ciento y Sonora con 3.8 por ciento.

Esta caracterización de la frontera norte es particularmente importante, en la medida que revela el tamaño y la importancia de cada Entidad Federativa así como de la región en su conjunto. En este sentido, se contextualiza su desempeño en relación a la actividad económica nacional.

Las vocaciones productivas de la economía de la frontera norte son de carácter industrial. Las particularidades de la región, las características geográficas, recursos naturales y la zona desértica, son sólo algunas de las cualidades que impiden el desarrollo de otras actividades productivas (Díaz *et al*, s/a: 2).

En cambio, la vecindad con Estados Unidos, las vías de comunicación, la infraestructura física y de capital humano son factores que han favorecido el desarrollo industrial de la región. Para observar la importancia que tiene el sector industrial de la economía de la frontera norte en la actividad industrial nacional, se observa la participación de la industria manufacturera de la región en relación a la nación (Díaz *et al*, s/a: 3).

Si se observa el cuadro 2.2 es posible apreciar que la industria manufacturera en el norte de México contribuye con 28.1 por ciento del total nacional. Del mismo modo, Nuevo León cuenta con la economía industrial más fuerte aportando 9.2 por ciento, seguido de Coahuila con 5.9 por ciento, Chihuahua 4.27 por ciento, Baja California 3.17 por ciento, Tamaulipas 3.16 por ciento y Sonora 2.38 por ciento.

Los datos presentados revelan el fuerte carácter industrial de la frontera norte y lo importante que esta es para la industria nacional. Más aún el desempeño mostrado por la región en su conjunto y cada una de sus Entidades muestran un crecimiento mucho mayor al presentado por la industria manufacturera nacional.

Cuadro 2.2. PIBE, PIBE promedio y Participación porcentual de la industria manufacturera de la frontera norte en el total nacional 1993-2006. Precios de 1993.

Año	Baja California	Chihuahua	Coahuila	Nuevo León	Sonora	Tamaulipas	Frontera Norte	Nacional
1993	5815041	8911522	10438601	19027380	5139117	5991052	55322713	219934044
1994	6365091	9605299	10841793	19833180	5599628	6412672	58657663	228891644
1995	6274660	9596711	11355506	18662336	5912137	6648056	58449406	217581704
1996	7380052	11023608	14026952	20787537	6037814	7146260	66402223	241151931
1997	8391892	11620206	15648943	23412927	6745264	7734496	73553728	265113424
1998	9236354	12546850	16883804	25362510	6868261	8441561	79339340	284642713
1999	10003463	13083978	17128062	27013728	6989066	9406739	83625036	296631276
2000	11203714	14431648	17670062	28919494	7685322	10364193	90274433	317091621
2001	10279746	12722241	17040524	28293796	7181351	9904289	85421947	304990489
2002	9204608	12256117	18646481	29175359	6524172	9506861	85313598	303003924
2003	9077321	11886533	19520763	28626771	6210158	9939293	85260839	299156878
2004	10087230	12395625	20796735	30313390	6692510	10742633	91028123	311013705
2005	10395385	13499790	20715301	30566855	7122108	10895016	93194455	315314079
2006	11034046	14535020	21679718	32306034	9021615	11520645	100097078	330026598

Fuente: Elaboración propia con base a datos de INEGI.

Para observar que impactos tiene la industria en la generación de empleos para la población de la frontera norte se presenta el número de personas ocupadas en la industria manufacturera y la participación porcentual de las mismas en el total nacional. Debido a que la encuesta industrial no ofrece el dato para Tamaulipas, se presentan sólo los 5 Estados restantes.

Cuadro 2.3. Personal ocupado promedio y participación porcentual en la industria manufacturera de 5 Estados de la frontera norte en el total nacional 1994-2008

Estado	Personas	Participacion %
Baja California	17402,90	1,30
Coahuila	57262,27	4,28
Chihuahua	19090,33	1,43
Nuevo León	160601,69	12,01
Sonora	20916,92	1,56
Frontera norte	257871,20	19,29
Nacional	1336935,99	100,00

Fuente: Elaboración propia con información de la encuesta industrial mensual de INEGI

El cuadro 2.3 revela que 5 de los 6 Estados de la frontera norte generan alrededor del 20 por ciento del empleo que genera la manufactura nacional. La entidad que tiene un mayor aporte a la generación de empleo es Nuevo León con 12 por ciento, seguido de Coahuila 4.28 por ciento, Sonora 1.56 por ciento, Chihuahua 1.42 por ciento y Baja California 1.3 por ciento. Si se incluye Tamaulipas esta cantidad podría ubicarse alrededor de una cuarta parte del empleo generado por el país. Los resultados anteriores pueden encontrar correspondencia si se observa el comportamiento del empleo total de cada Entidad en relación al total nacional.

Cuadro 2.4. Empleo total promedio y participación porcentual de los Estados de la frontera norte en el total nacional 1997.7-2010.4

Estado	Promedio	Participación %
Baja California	596591,99	4,70
Chihuahua	648216,68	5,10
Coahuila	496148,60	3,91
Nuevo León	976922,23	7,69
Sonora	372113,66	2,93
Tamaulipas	515192,90	4,06
Frontera Norte	3605186,05	28,38
Nacional	12703544,76	100,00

Fuente: Elaboración propia con información del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Efectivamente, en el cuadro 2.4 se logra apreciar que la región frontera norte en su conjunto crea más de una cuarta del empleo total generado por el país, puesto que contribuye con 28.3 por ciento. Nuevo León es el Estado más importante en este rubro con 7.6 por ciento, seguido de Chihuahua con 5.1 por ciento, Baja California 4.69 por ciento, Tamaulipas 4.05, Coahuila y Sonora con 3.9 y 2.92 por ciento.

Con este apartado se ha tratado de mostrar de manera descriptiva las características de los Estados que conforman la región frontera norte, en cuanto a su importancia para la economía mexicana, destacando la contribución del PIB estatal, la importancia de la industria manufacturera y los niveles de empleo.

Vínculos entre las fluctuaciones nacionales y regionales a través de un modelo VAR de empleo.

Los modelos de vectores autorregresivos (VAR) son actualmente considerados como los más adecuados para estudiar las relaciones dinámicas entre las diferentes variables económicas. La evidencia empírica que estos proporcionan consiste esencialmente en funciones de impulso respuesta y descomposición de varianza.

Los modelos VAR han sido utilizados para determinar el grado de comovimiento que expresan las economías regionales con las nacionales. Específicamente, Sherwood-Call (1988) observa la interrelación de los ciclos regionales con los ciclos de escala nacional para la economía de Estados Unidos.

Esta estrategia es utilizada en esta investigación para observar el grado de interrelación que muestra el nivel de empleo de las economías estatales de la frontera norte con la dinámica del empleo en México. Específicamente, se busca construir una medida de fuerza de cohesión denominada como LINK por Sherwood-Call a través del análisis de descomposición de varianza.

Esta medida de descomposición de varianza tiene la utilidad de pronosticar los efectos que tiene el desempeño de la economía nacional sobre las regionales y de este modo poder discernir cuál de estas últimas muestran una estrecha relación con el país, de aquellas que muestran una débil relación.

La especificación del modelo var que se construirá para conocer el grado de interrelación de la economía nacional con la regional tiene las siguientes características:

$$\Delta E_{Mex-Reg,t} = \alpha_1 + \sum_{i=1}^p \beta_{i1} \Delta E_{Mex-Reg,t-i} + \sum_{i=1}^q \eta_{i1} \Delta E_{Reg,t-i} + e_{Mex-Reg,t} \quad (3.1)$$

$$\begin{aligned} \Delta E_{Reg,t} = & (\alpha_2 + \beta_{02}\alpha_1) \\ & + \sum_{i=1}^p (\beta_{i2} + \beta_{02}\beta_{i1}) \Delta E_{Mex-Reg,t-i} \\ & + \sum_{i=1}^q (\eta_{i2} + \beta_{02}\eta_{i1}) \Delta E_{Reg,t-i} \dots + \beta_{02} e_{Mex-Reg} \\ & + e_{Reg,t} \end{aligned} \quad (3.2)$$

El sistema representado en la ecuación (3.1) y (3.2) es estimado para el periodo 1997.7-2010.4 usando datos de empleo ajustados estacionalmente. $\Delta E_{Mex-Reg,t-i}$ representa la tasa de crecimiento del empleo nacional, $\Delta E_{Reg,t-i}$ la tasa de crecimiento del empleo en la región, $e_{Mex-Reg,t}$ es un error estocástico que afecta a todo el país y la región, mientras $e_{Reg,t}$ es un error estocástico que afecta solo a la región.

Este sistema de ecuaciones muestra que todas las variables son endógenas, de modo tal, que la variación del empleo regional y nacional está explicado por su misma historia en t periodos atrás y por el error estocástico que afecta a toda la nación y la región.

Para llevar a cabo la estimación de los comovimientos se construyeron seis modelos VAR de dos variables para cada una de las economías estatales de la frontera norte. Así, el empleo nacional siempre está presente en cada uno de los modelos⁴ y el empleo regional está en función de la economía en cuestión para la cual se construye el VAR.

En cada caso, se tomó la diferencia del logaritmo del empleo nacional y regional. La información que se utiliza es la misma que utilizamos en el capítulo anterior para identificar los ciclos particulares de cada economía estatal. Es información proveniente del IMSS para los trabajadores permanentes eventuales y urbanos durante el lapso 1997.7-2010.4.

El periodo estudiado se define de acuerdo a la disponibilidad de información. Si bien, Germán-Soto (2004) genera series anuales desde 1940 para el PIB estatal, con las cuales se podría construir un VAR con un periodo más amplio, sin embargo, no se opta por utilizar estas series. La razón se debe a que las estimaciones de la actividad económica estatal se aproximan al comportamiento de la economía nacional, en este sentido, no sería posible apreciar un comportamiento cíclico particular de las economías regionales debido a que son aproximadas a la nacional (Germán-Soto, 2005: 624).

Los modelos VAR en este apartado contribuyen a construir lo que se ha llamado “LINK” a través del análisis de descomposición de varianza. Debido a que la estructura dinámica del sistema implica cambios en la evolución futura de las variables endógenas ante los choques no anticipados, es necesario descomponer la varianza del error de pronóstico asociado a los efectos de las innovaciones sobre las variables.

La lógica de este procedimiento consiste esencialmente en calcular la varianza del error de pronóstico para un determinado periodo después de un choque. Para cada periodo se puede calcular la proporción de la varianza del error de pronóstico asociado a cada una de las variables incluidas en el sistema. Con esto, es posible conocer los movimientos comunes entre la economía regional y nacional.

En la especificación del VAR, el sistema de dos ecuaciones permite apreciar el comportamiento del empleo regional y nacional, si por ejemplo, la economía regional es capaz de explicar su comportamiento sin ningún margen de error, la varianza del error de pronóstico de la región está asociado a los choques que sufre el empleo nacional. Esta medida de la varianza del error de pronóstico es lo que aquí se conoce como LINK.

De este modo el análisis de descomposición de varianza permite revelar el grado de comovimiento del empleo regional y nacional y establecer la correspondencia de sus ciclos económicos medidos a través de esta variable. Debe destacarse que la suma de las innovaciones asociada a cada una de las ecuaciones representa el 100 por ciento del error de predicción.

Por tanto, los resultados de esta medida toma valores entre 0 y 1, si el valor es cercano a 1 se dice que existe un fuerte vínculo de lo que sucede en términos de empleo regional y nacional, si el valor es cercano a cero, el vínculo entre estas variables es débil. Los resultados se presentan a continuación.

⁴ El empleo nacional no considera el empleo de la economía regional en cuestión. Así por ejemplo, en el sistema de ecuaciones del var de Baja California, el empleo nacional es la suma de todas las entidades sin contemplar Baja California.

**Cuadro 3.1. Movimientos comunes de la economía nacional y regional:
una medida de fuerza de cohesión link 1997.7-2010.4**

Periodo	Descomposición de varianza de DLEBC:			Descomposición de varianza de DLECH:		
	Error de pronóstico	Choques Nacionales	Choques Baja California	Error de pronóstico	Choques Nacionales	Choques Chihuahua
1	0.00527	57.08	42.92	0.004990	39.05	60.95
6	0.00625	57.22	42.78	0.006693	26.66	73.34
12	0.00661	57.29	42.71	0.007378	22.43	77.57
18	0.00671	57.33	42.67	0.007493	21.75	78.25
24	0.00673	57.35	42.65	0.007505	21.70	78.30
36	0.00674	57.35	42.65	0.007506	21.70	78.30
Periodo	Descomposición de varianza de DLECOAH:			Descomposición de varianza de DLENL:		
	Error de pronóstico	Choques Nacionales	Choques Coahuila	Error de pronóstico	Choques Nacionales	Choques Nuevo León
1	0.004462	45.62	54.38	0.00374	62.14	37.86
6	0.00565	45.18	54.82	0.00443	66.55	33.45
12	0.006031	46.88	53.12	0.004696	68.88	31.12
18	0.006132	47.27	52.73	0.004774	69.60	30.40
24	0.006161	47.39	52.61	0.004799	69.83	30.17
36	0.006172	47.43	52.57	0.00481	69.94	30.06
Periodo	Descomposición de varianza de DLESON:			Descomposición de varianza de DLETAM:		
	Error de pronóstico	Choques Nacionales	Choques Sonora	Error de pronóstico	Choques Nacionales	Choques Tamaulipas
1	0.00587	57.10	42.90	0.004337	59.94218	40.05782
6	0.006681	59.78	40.22	0.00525	63.90326	36.09674
12	0.006942	61.77	38.23	0.005671	66.74841	33.25159
18	0.007008	62.29	37.71	0.005818	67.6365	32.3635
24	0.007029	62.45	37.55	0.005872	67.95571	32.04429
36	0.007037	62.52	37.48	0.005901	68.11854	31.88146

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados anteriores se desprenden de un modelo VAR irrestricto de acuerdo a lo establecido (3.1) y (3.2). Las variables en niveles eran integradas de orden 1, sin embargo, en el modelo las variables están expresadas en diferencias, por lo que, los resultados que aquí se reportan utilizan series en diferencias con lo cual se consigue que estas sean estacionarias e integradas de orden cero (ver anexo cuadro 1).

El mismo VAR irrestricto se corre con 6 retardos y a partir de ese modelo se establece el número de retardos óptimos. De acuerdo a Johnston y Dinardo los criterios óptimos más usados para la elección del orden del rezago son: el criterio de información de Akaike (AIC), el criterio de información de Schwarz (SC) y el criterio de información de Hannan-Quinn (HQ). Se encuentra que 3 retardos es el nivel de retardos óptimos para todos los casos (ver anexo cuadro 2).

También es necesario asegurarnos que los modelos VAR construidos sean estables. Si los efectos de un choque sobre las diferentes variables del sistema se van diluyendo con el paso del tiempo, entonces se dice que el VAR construido es estable, por el contrario, si los choques son persistentes el modelo es inestable. Los resultados demuestran que todos los eigen-valores se ubican en un módulo inferior a 1 y que por tanto nuestro modelo es

estable⁵ (Ver anexo cuadro 3).

Para fines de lectura de los resultados expresados en el cuadro 3.1, la medida de fuerza de cohesión LINK mide el porcentaje de variación del error de pronóstico en el empleo regional ante los choques nacionales. Así por ejemplo, el LINK de Nuevo León es la descomposición de varianza de la diferencia del logaritmo del empleo de Nuevo León (DLENL) ante un choque nacional.

En base a estos resultados que ofrece el cuadro 3.1, se dice que el porcentaje de variación del empleo en Nuevo León debido a choques nacionales es de 62 por ciento en el corto plazo y 69 por ciento para un periodo de 36 meses adelante. Para Tamaulipas es de 59 por ciento en el corto plazo y 68 por ciento a 36 meses adelante. Para Sonora es de 57 y 62 para el corto plazo y 36 meses adelante respectivamente.

Para Baja California el porcentaje de variación del empleo debido a cambios a choques nacionales es de 57 por ciento en el corto plazo y 36 meses adelante. Para Coahuila el porcentaje de variación es más débil, con 45 y 47 por ciento del corto plazo y 36 meses adelante. Por último, Chihuahua es de 39 en el corto plazo y disminuye a 21 por ciento en 36 meses adelante.

El cuadro 3.1 revela que a través del análisis de descomposición de varianza la economía estatal que está más integrada con la economía nacional es la de Nuevo León, lo cual es un rasgo característico dado el tamaño y la importancia de esta Entidad. Seguida de Tamaulipas, Sonora y Baja California.

Por su parte, los Estados de Coahuila y Chihuahua muestran una interrelación más débil con la economía nacional, sobre todo este último. Este es un hecho que quedo manifestado en el análisis de los ciclos particulares y sugiere que estas economías pueden estar vinculadas a una dinámica regional distinta.

Mientras Chihuahua puede tener una mayor relación con el estado de Texas dada la importancia de la industria maquiladora, Coahuila puede explicar su dinámica por su capacidad endógena dada sus estructuras productivas y el tipo de desarrollo industrial de esta entidad que la hace más autosuficiente.

En resumen, se ha evidenciado que la dinámica de corto plazo en las Entidades Federativas de la frontera norte tiene un distinto grado de comovimiento. Mientras algunas economías estatales muestran una estrecha relación con la economía nacional, otras muestran que esta relación no es tan fuerte.

Esto es posible en la medida que se considera que las actividades agregadas de los espacios subnacionales en el norte de México pueden estar ligadas a una dinámica regional distinta, en principio, las cualidades geográficas pueden insertarla en una dinámica diferente de la nacional, mientras otras por su tamaño, importancia y capacidad de sus estructuras productivas pueden ser más resistentes a choques externos a la región.

Conclusiones.

Se presentó la especificación de seis modelos VAR construidos para cada una de las entidades federativas de la frontera norte. Las diversas pruebas aplicadas a los modelos garantizaron que las series utilizadas son estacionarias, en su conjunto los sistemas son estables y estacionarios y cumplen con los supuestos de correcta especificación.

Por su parte, la medida LINK que se desprende del análisis de descomposición de varianza permite apreciar que las economías estatales de la frontera norte con mayor vínculo con la dinámica nacional son Nuevo León, Tamaulipas y Sonora. Baja California tiene un vínculo fuerte pero se ha sido una economía más inestable considerando el análisis de los ciclos particulares. Este es un hecho que deviene de la importancia de la industria maquiladora en esta economía lo cual la vuelve más vulnerable a sucesos externos a la región.

El caso de Nuevo León en el norte de México es el más importante debido a su contribución al crecimiento y tamaño económico para la economía nacional. Sin duda este hecho provoca que entre ellas exista un fuerte vínculo y que exista un alto grado de sincronización entre sus ciclos económicos. Por su parte, Tamaulipas y Sonora, sin ser las más importantes en el contexto nacional, si han demostrado ser economías con cierta dinámica propia que les permite acceder a ciertos niveles de estabilidad en términos de generación de empleos y el movimiento común con el ciclo nacional.

Coahuila y Chihuahua muestran una débil relación lo cual sin duda se puede asociar a la pérdida de capacidad para generar empleos y principalmente como consecuencia de la falta de dinamismo en el comportamiento de la industria manufacturera. Sin embargo, mientras la primera parece tener un perfil productivo en sus estructuras más

5 Por su parte, el análisis de impulso respuesta permitió establecer que los choques estocásticos que afectan a los sistemas de ecuaciones sólo producen efectos transitorios, ya que estos van desapareciendo con el paso del tiempo. Más aún, se observó que los choques sólo son significativos hasta el segundo periodo lo cual es evidencia de la estabilidad de los sistemas y la influencia de corto plazo.

endógeno, el segundo, parece estar ligado a choques externos a la región y del país, principalmente por la elevada participación de la industria maquiladora en esta economía.

Bibliografía.

Díaz-Bautista Alejandro, Avilés José, Rosas Mario, (s/a), “Desarrollo económico de la frontera norte de México”, observatorio de la economía Latinoamericana, 17, consultado el 3 de mayo de 2010, disponible en: <http://www.eumed.net/coursecon/ecolat/>

Erquizio Oscar (2006a) “Ciclos económicos en la frontera norte de México” en Vázquez Ruiz y Bocanegra, *Desarrollo regional y Local*, Universidad de Sonora/Hermosillo, Sonora, México, 2006, 47-76.

- (2006b) *Ciclos económicos en México*, Universidad de Sonora/Hermosillo, Sonora, México.

- [Ponencia], (2007) “Ciclos económicos Secto-Regionales en México 1980-2006” Chetumal/ Quintana Roo, 25 de Mayo de 2007.

- y Mendoza Mario (2008), “Crecimiento y Ciclos regionales: Antes y después del Tratado de Libre Comercio de América del Norte” en Vázquez Ruíz coord., *La economía Mexicana antes y después del TLCAN*, Hermosillo/ Universidad de Sonora, 35-74.

Germán-Soto Vicente, (2005), “Generación del Producto Interno Bruto Mexicano por Entidad Federativa 1940-1992”, Trimestre Económico, El Colegio de México, LXXII, 287, Julio-Septiembre, 617-653.

Loria E, (2007), “*Econometría con aplicaciones*” 1ra. Edición, Pearson Prentice Hall/México D.F.

Sherwood-Call Caroline (1988) “Exploring the relationship between national and regional fluctuations”, *Economic Review*, 3, Summer, 15-25

Zuccardi Huertas Igor (2002), “Los ciclos económicos regionales en Colombia 1986-2000” Centro de estudios económicos regionales, Banco de la República, 25. Disponible en: <http://ideas.repec.org/s/col/000102.html>

Anexo.

Cuadro 1. Pruebas de raíz unitaria.

Variable	ADF		PP	
	estadístico t	Prob	estadístico t	Prob
Ä E nac.	-2.44	0.01	-9.70	0.00
Ä Ebc	-2.92	0.00	-8.76	0.00
Ä E nac.	-2.47	0.01	-9.44	0.00
Ä Echih	-2.53	0.01	-6.50	0.00
Ä E nac.	-2.46	0.01	-9.86	0.00
Ä Ecoah	-3.63	0.00	-6.38	0.00
Ä E nac.	-2.50	0.01	-9.67	0.00
Ä Enl	-2.30	0.02	-9.34	0.00
Ä E nac.	-2.46	0.01	-9.51	0.00
Ä Eson	-2.96	0.00	-11.47	0.00
Ä E nac.	-2.47	0.01	-9.68	0.00
Ä Etam	-2.35	0.01	-9.54	0.00

Cuadro 2. *Criterios de retardos óptimos.*

Estado	Orden de Rezago Óptimo		
	Criterio AIC	Criterio SC	Criterio HQ
Baja California	3	3	3
Chihuahua	3	3	3
Coahuila	3	3	3
Nuevo León	3	3	3
Sonora	3	3	3
Tamaulipas	3	3	3

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3. *Condiciones de estabilidad.*

Baja California		Chihuahua		Coahuila	
Raiz	Modulo	Raiz	Modulo	Raiz	Modulo
0.897399	0.897399	0.852499 - 0.076004i	0.85588	0.902489	0.902489
-0.439676 - 0.557624i	0.710112	0.852499 + 0.076004i	0.85588	-0.450844 - 0.588568i	0.741398
-0.439676 + 0.557624i	0.710112	-0.472871 - 0.587340i	0.754039	-0.450844 + 0.588568i	0.741398
0.705131	0.705131	-0.472871 + 0.587340i	0.754039	0.58557	0.58557
-0.272893 - 0.479473i	0.551693	-0.311615 - 0.421696i	0.524339	-0.374057	0.374057
-0.272893 + 0.479473i	0.551693	-0.311615 + 0.421696i	0.524339	-0.003928	0.003928
Nuevo León		Sonora		Tamaulipas	
Raiz	Modulo	Raiz	Modulo	Raiz	Modulo
0.911653	0.911653	0.908622	0.908622	0.922065	0.922065
-0.456972 - 0.585205i	0.742488	-0.441295 - 0.577030i	0.726433	-0.423680 - 0.591455i	0.727546
-0.456972 + 0.585205i	0.742488	-0.441295 + 0.577030i	0.726433	-0.423680 + 0.591455i	0.727546
0.68582	0.68582	0.706799	0.706799	0.665441	0.665441
-0.248929 - 0.357711i	0.435801	-0.319597 - 0.431158i	0.536693	-0.368190 - 0.325557i	0.491479
-0.248929 + 0.357711i	0.435801	-0.319597 + 0.431158i	0.536693	-0.368190 + 0.325557i	0.491479

Las exportaciones mexicanas de manufacturas. Análisis de cointegración

Carlos Gómez Chiñas¹

I. Introducción

El objetivo de este trabajo es evaluar algunos de los principales determinantes de las exportaciones mexicanas de manufacturas. A pesar de que después de haber alcanzado en 1998 un máximo de 89.7 por ciento de las exportaciones totales de México, las exportaciones de manufacturas han venido disminuyendo su participación en las exportaciones mexicanas, todavía continúan representando un porcentaje importante de las exportaciones totales de México. Así, durante 2009-2010 representaron un poco más del 82 por ciento de las exportaciones mexicanas². Sin duda que continúan siendo un elemento importante del comercio exterior de México.

Las variables utilizadas son las exportaciones de manufacturas de México deflactadas por el índice de precios de las exportaciones publicado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el tipo de cambio real calculado con base en la versión relativa de la paridad del poder de compra, el índice de la productividad de la mano de obra en la industria manufacturera. Se utilizaron datos mensuales para el período enero de 1993-mayo de 2011. Se seleccionó como año inicial 1993 cuando el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) ya había sido negociado aunque no ratificado.

Los datos de las exportaciones de manufacturas de México se obtuvieron del Banco de Información Económica del INEGI, lo mismo que el índice de precio de las exportaciones que se utilizó para deflactarlas. Los datos de la productividad de la mano de obra en la industria manufacturera se obtuvieron de dos series del Banco de Información Económica (BIE) del INEGI, una con base en 1993 en la parte de series que ya no se actualizan y la otra con base en 2008. Se encadenaron las dos series. La serie del tipo de cambio real se construyó, como ya se señaló, a partir de la versión relativa de la paridad del poder de compra. Se utilizaron los índices nacional de precios al consumidor (INPC) y el Consumer Price Index (CPI) de los Estados Unidos. Ambas series se llevaron a un mismo período base que en este caso fue mayo de 2006. Se eligió mayo de 2006, porque para el segundo trimestre de ese año se puede considerar que la balanza en cuenta corriente estuvo en equilibrio, lo que es consistente con un tipo de cambio real de equilibrio. La serie del tipo de cambio real se obtuvo de multiplicar el resultado de la división del CPI entre el INPC por el tipo de cambio nominal. Tanto esta última serie como la del INPC también se obtuvieron del Banco de Información Económica del INEGI. La serie del CPI se obtuvo de la página de internet del Departamento del Trabajo de los Estados Unidos mientras que la serie del índice de la producción industrial de los Estados Unidos fue obtenida de www.econstats.com.

II. Marco Teórico

Desde hace mucho tiempo, los estudiosos del comercio internacional han intentado establecer las características del vínculo entre comercio internacional y crecimiento económico. Hace algún tiempo hubo cierto consenso sobre la existencia de una correlación positiva entre ambos, como resultado del cual se destacaba la importancia de las estrategias de crecimiento orientadas “hacia afuera”, en las que se basaron algunas de las recomendaciones emanadas del “Consenso de Washington”. Autores representativos de esta opinión son David Dollar, Jeffrey Frankel y David Romer, entre otros más, quienes sostienen que la apertura induce un mayor crecimiento, lo que sucede básicamente porque los países pueden adoptar las mejores tecnologías, provocando así un aumento de la productividad lo que a su vez propicia un aumento del crecimiento (Rodríguez Arana, 2005:74).

La situación ha cambiado desde principios del presente siglo. Así, en la actualidad la literatura especializada se caracteriza por tener más dudas que certezas acerca del vínculo entre comercio internacional y crecimiento económico. Uno de los aportes más críticos es el de Rodrik y Rodríguez, quienes cuestionan la correlación positiva entre apertura comercial y crecimiento afirmando que dicha correlación está afectada por problemas metodológicos y que, por lo tanto, los resultados de dichos estudios no son robustos. Esta perspectiva es reafirmada por Winters, quien con base en una revisión de la literatura concluye que aunque existe evidencia a favor de una relación positiva, los problemas metodológicos impiden estar completamente seguros de ello (Machinea y Vera, 2006:11). Según estos mismos autores, “aunque la relación entre apertura comercial y crecimiento está lejos de ser inequívoca, del análisis del desempeño exportador de América Latina desde 1990 a la fecha surge una correlación positiva entre al aumento de las exportaciones y el crecimiento económico” (Machinea y Vera, 2006:12).

1 Profesor del departamento de economía. UAM-Azcapotzalco. Correo electrónico: cgom70@yahoo.com.mx

2 Cifras calculadas con base en Banco de México, Informe Anual, varios números.

Las razones por las que el aumento de las exportaciones impacta positivamente en el crecimiento son las siguientes:

- a) La generación de divisas, vía exportaciones, con un costo real de producción menor que el que implicaría producir localmente las importaciones requeridas para alimentar la expansión económica, lo que eleva la productividad promedio, tanto del país como del mundo en su conjunto. Lo importante aquí no es sólo el volumen de divisas generado, sino además la perspectiva de su crecimiento en el futuro. De ahí la relevancia de promover exportaciones de bienes y servicios cuya demanda externa presente tendencias de ascenso sostenido en el tiempo. Para sostener un crecimiento elevado del volumen de las exportaciones es imprescindible diversificar la canasta exportadora hacia rubros con demanda internacional más dinámica.
- b) Por los efectos positivos o encadenamientos que la actividad exportadora tiene sobre otras actividades locales, gracias a la demanda por productos y servicios de proveedores locales (permitiendo activar recursos físicos y humanos insuficientemente utilizados, o reasignándolos a usos de mayor productividad, o estimulando nuevas inversiones de estos proveedores). Estos efectos positivos serán mayores mientras mayor sea el número de empresas y sectores productivos asociados a las exportaciones. Este impacto será más intenso cuanto mayor sea la capacidad nacional para absorber el aprendizaje de las empresas exportadoras, lo que resalta la importancia de los vínculos entre la actividad exportadora y los mecanismos de transferencia y difusión interna de tecnología, así como la capacitación del capital humano.
- c) Las exportaciones pueden tener también un papel macroeconómico. En economías con restricciones externas al desarrollo, las mayores exportaciones contribuyen a aumentar la tasa de uso de recursos (French-Davis, 2005:177-178). En otras palabras, las exportaciones pueden generar crecimiento del producto cuando existen insuficiencias en la demanda doméstica. Esto es especialmente importante en economías pequeñas, donde es probable que los mercados externos sean los principales motores del crecimiento.
- d) El crecimiento robusto de las exportaciones conduce tanto a mayores como mejores empleos. Las exportaciones de manufacturas son típicamente intensivas en trabajo, así que la demanda de trabajo aumenta con el incremento de las exportaciones. Las empresas exportadoras también crean empleos con salarios más altos y mejores condiciones de trabajo que las empresas que compiten con las importaciones.
- e) Un crecimiento fuerte de las exportaciones ayuda a prevenir crisis en la balanza de pagos (Freund y Pierola, 2008:2).
- f) La existencia de un mayor contacto con la economía internacional y con las exigencias de competitividad que enfrentan las actividades exportadoras y sus proveedores. Este efecto será mayor cuanto más diferenciado sea el producto y mayor sea la capacidad nacional para absorber el aprendizaje de las empresas exportadoras.
- g) El aprovechamiento de economías de escala y de especialización derivadas de la ampliación de los mercados a los cuales las empresas locales destinan su producción (Gutiérrez y Romero, 2007:8). En la década de los noventa surgieron algunos cuestionamientos a la importancia de las exportaciones para impulsar el crecimiento económico; autores como Ghatak y otros señalaron que son las exportaciones de manufacturas y no las exportaciones totales, las determinantes principales del crecimiento económico (Gutiérrez y Romero, 2007:8). Por esta razón es que este trabajo se enfoca en las exportaciones de manufacturas de México.

De acuerdo con Marco Fugazza (2004:3), la correlación positiva entre crecimiento económico y desempeño exportador es una afirmación con un fuerte sustento empírico. De esta forma, un mejor conocimiento de los determinantes del desempeño exportador contribuiría a un mejor entendimiento de la relación entre apertura comercial y crecimiento económico.

El crecimiento sostenido de las exportaciones depende del nivel y la variabilidad del tipo de cambio real y de los costos directos e indirectos del negocio exportador. Así, para facilitar la expansión de las exportaciones la apertura debe ir acompañada, en las etapas iniciales, de una depreciación real. La baja de aranceles por sí misma iniciará un proceso de mejora del tipo de cambio real, que para concretarse requiere de una disciplina macroeconómica que mantenga constante la brecha entre gasto interno y producto (Vittorio Corbo, 1999:474).

El predominio del papel del tipo de cambio real para propiciar un aumento de las exportaciones es sorprendente, dados los modestos efectos del tipo de cambio sobre las exportaciones que han reportado la mayoría

de los estudios. Sólo en unos pocos casos, el tipo de cambio ha sido identificado como un factor importante de estímulo del crecimiento de las exportaciones. Algunos estudios recientes discuten el vínculo entre un tipo de cambio subvaluado y el crecimiento de las exportaciones chinas, aunque algunos autores encuentran la demanda externa más importante. Se ha encontrado también que la depreciación del tipo de cambio es una parte importante de la aceleración del crecimiento económico y que la subvaluación conduce al crecimiento del ingreso en los países en desarrollo. Cambios en los precios relativos llevan a entrar en nuevas industrias de exportación y al descubrimiento de nuevos mercados. El tipo de cambio subvaluado hace más fácil ser exitoso en esos nuevos mercados y productos (Freund y Pierola, 2008:4-5).

La estabilidad macroeconómica, junto con las reformas estructurales orientadas a aumentar la eficiencia, especialmente la reforma comercial, es la vía más segura para promover las exportaciones. Esta estrategia global necesita ser complementada con el desarrollo de un marco institucional de apoyo al esfuerzo exportador. En las etapas iniciales, cuando el nivel medio y la varianza de los aranceles son todavía altos, es necesario contar con un mecanismo expedito de devolución de los aranceles pagados por los insumos incorporados en productos de exportación. Este tipo de medida reduce el sesgo anti-exportador implícito en la política comercial (Corbo, 1999:475).

Los modelos de crecimiento endógeno incorporan rendimientos crecientes a escala y externalidades, asignando de este modo un papel al comercio exterior y en particular al crecimiento de las exportaciones mediante la especialización y el aprovechamiento de las economías de escala, del acceso a una mayor variedad de materias primas, del aprendizaje obtenido por la experiencia y las negociaciones en la economía mundial y de la incorporación y adaptación de tecnologías (Corbo, 1999:474). En estos modelos, las exportaciones se relacionan con el crecimiento del producto básicamente por el lado de sus efectos para anular los rendimientos decrecientes de los factores, supuestos en el modelo neoclásico.

Las características que se incluyen surgen de las siguientes hipótesis:

- La productividad del sector exportador sería mayor que la del no exportador debido a que el primero, al exponerse a la competencia internacional, con sus requerimientos de mejoras tecnológicas y mejores prácticas administrativas, participa en un entorno competitivo más dinámico. Así, cualquier crecimiento de las exportaciones se asocia a la generación de productos en un sector altamente productivo y con ello al aumento del crecimiento económico.
- La existencia de externalidades desde el sector exportador hacia el resto de la economía. La mayor capacidad de producción de los sectores más productivos se extendería a los demás sectores tanto por un efecto imitación” como por la presión de tener acceso a materias primas y servicios más eficientes con el fin de que los exportadores mejoren su competitividad en los mercados internacionales.
- El crecimiento de las exportaciones contribuye a elevar el nivel del producto interno bruto y, para cierto nivel de la demanda interna, ayuda a disminuir la dependencia del ahorro externo y con ello a acceder a financiamiento para la importación de insumos productivos intermedios que permitirían imprimir dinamismo al crecimiento. Así, las exportaciones son un instrumento para el crecimiento.
- Una mayor cantidad de exportaciones acumuladas refleja la existencia de especialización mediante economías de escala y efectos de aprendizaje.
- Las diferencias de conocimientos entre los países explicaría las desigualdades en el crecimiento. En la medida en que crece el comercio internacional las diferencias se reducen.
- La liberalización comercial por sí misma tiene un efecto favorable y significativo en el crecimiento.
- En la medida en que un país registre un mayor volumen de exportaciones puede contar con un mercado mucho más amplio para sus productos. Un sector exportador más desarrollados atrae inversiones al disminuir el riesgo de los proyectos y con ello propicia un mayor crecimiento económico (Corbo, 1999:476-477).

III. El modelo

El modelo se especifica de la siguiente manera: $LXMANR = C_1 + C_2 * LIPIEU + C_3 * LPRODL + C_4 * LTCR$

Donde LXMANR, la variable dependiente, son las exportaciones mexicanas de manufacturas expresadas en millones de dólares de dólares constantes.

LIPIEU= el índice de Producción Industrial de los Estados Unidos, con 2000=100

LPRODL= productividad de la mano de obra en México en la industria manufacturera. Es un índice con 2008=100.

TCR= es el tipo de cambio real calculado con base en la versión relativa de la Paridad del Poder de Compra.

Todas las variables están en logaritmos. Se supone una relación positiva entre el índice de producción industrial de los Estados Unidos (LPIEU) y las exportaciones mexicanas de manufacturas. Las industrias de ambos países están estrechamente vinculadas por lo que cabe esperar que las exportaciones de manufacturas de México respondan a las variaciones de la producción industrial de los Estados Unidos.

Se espera que la productividad de la mano de obra en la industria manufacturera guarde una relación positiva con las exportaciones ya que a medida que la productividad de la mano de obra aumente, las exportaciones se vuelven más competitivas.

La relación entre las exportaciones y el tipo de cambio real se espera que sea positiva ya que un aumento del tipo de cambio real implica una depreciación del peso, lo que hace más atractivas las exportaciones mexicanas en términos de precios. Es decir un aumento en el tipo de cambio real hace más competitivas a las exportaciones mexicanas de manufacturas.

IV. Estimación del modelo

La metodología a seguir para la estimación del modelo es la de cointegración propuesta por Engle Granger. Se estima una ecuación estática (todas las variables se expresan en el tiempo t) por MCO, a la cual se le denomina regresión de cointegración (Loría, 2007:281).

A continuación se presentan los resultados de la estimación a largo plazo.

Dependent Variable: LXMANR

Method: Least Squares

Date: 08/15/11 Time: 07:19

Sample: 1993M01 2011M05

Included observations: 221

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-7.092666	0.472774	-15.00225	0.0000
LIPIEU	2.078823	0.181180	11.47382	0.0000
LPRODL	0.537314	0.123914	4.336192	0.0000
LTCCR	0.109915	0.076508	1.436640	0.1523
R-squared	0.883868	Mean dependent var		4.804251
Adjusted R-squared	0.882262	S.D. dependent var		0.362625
S.E. of regression	0.124427	Akaike info criterion		-1.312259
Sum squared resid	3.359617	Schwarz criterion		-1.250754
Log likelihood	149.0047	Hannan-Quinn criter.		-1.287425
F-statistic	550.5204	Durbin-Watson stat		0.581333
Prob(F-statistic)	0.000000			

Relación de exportaciones estimada a largo plazo

$$LXMANR = -7.092666 + 2.078823 * LIPIEU + 0.537314 * LPRODL + 0.109915 * LTCCR + u$$

Al nivel de 5% de significancia, el logaritmo del tipo de cambio real es no significativo, los signos son los esperados para el índice de producción de los Estados Unidos y la productividad de la mano de obra en la industria manufacturera en México y el tipo de cambio real, hay evidencia clara de autocorrelación. Los estadísticos t indican que los parámetros son significativos en lo individual, excepto el LTCCR, y el estadístico F indica que en conjunto los parámetros no son iguales a cero.

Se sospecha que la regresión estimada es espuria. De acuerdo con el criterio de Granger y Newbold (Mata, 2004:39), las regresiones espurias son aquellas que exhiben, entre otras, las siguientes características:

-Un coeficiente de determinación (R^2) > DW

-Las variables no mantienen entre sí una relación causal.

-La estimación de un modelo econométrico temporal proporciona una elevada bondad de ajuste, en nuestro caso 0.88.

Un valor del estadístico D-W relativamente bajo, indicativo de autocorrelación positiva, 0.58 en este caso.

De acuerdo con la prueba de Dickey-Fueller aumentada, las cuatro variables del modelo (en logaritmos) son no estacionarias, pero de acuerdo con esta misma prueba sus primeras diferencias sí son estacionarias. Esto indica que las cuatro series son I(1). Por lo tanto, se cumple con la primera condición para que exista una relación de cointegración (Pérez, 2006:670). El siguiente paso es comprobar si las variables cointegran. Para ello se utilizan los residuos estimados en la regresión de cointegración.

Null Hypothesis: RESIDLTCR has a unit root
 Exogenous: None
 Lag Length: 4 (Automatic based on SIC, MAXLAG=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.587508	0.0097
Test critical values: 1% level	-2.575712	
5% level	-1.942303	
10% level	-1.615721	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(RESIDLTCR)
 Method: Least Squares
 Date: 08/15/11 Time: 07:23
 Sample (adjusted): 1993M06 2011M05
 Included observations: 216 after adjustments

Se puede observar en el cuadro anterior que de acuerdo con la prueba de Dickey-Fueller aumentada, los residuos estimados en la regresión de cointegración son estacionarios y que la regresión no es espuria.

Asociado a la relación de cointegración existe un modelo de corrección del error (MCE) que tiene la siguiente expresión:

$$\Delta XMANR_t = \beta_0 + \beta_1 IPIEU_t + \beta_2 PRODL_t + \beta_3 TCR_t + \beta_4 RESIDLTCR(-1) + \mu$$

El ajuste del modelo de corrección del error (MCE) asociado a la relación de cointegración es el siguiente:

$$DXMANR_t = 0.003704 + 1.551151DIPIEU_t + 0.165593DPRODL_t - 0.097048DTCR_t - 0.309379RRES + \mu$$

Dependent Variable: DXMANR
 Method: Least Squares
 Date: 08/15/11 Time: 08:09
 Sample (adjusted): 1993M02 2011M05
 Included observations: 220 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.003704	0.005794	0.639253	0.5233
DIPIEU	1.551151	0.282273	5.495216	0.0000
DPRODL	0.165593	0.203153	0.815114	0.4159
DTCR	-0.097048	0.113072	-0.858281	0.3917
RRES	-0.309379	0.046549	-6.646241	0.0000
R-squared	0.259310	Mean dependent var		0.006892
Adjusted R-squared	0.245529	S.D. dependent var		0.098058
S.E. of regression	0.085173	Akaike info criterion		-2.065799
Sum squared resid	1.559705	Schwarz criterion		-1.988671
Log likelihood	232.2379	Hannan-Quinn criter.		-2.034653
F-statistic	18.81744	Durbin-Watson stat		2.386188
Prob(F-statistic)	0.000000			

El término $-0.309379RRES$ es el mecanismo de corrección de errores. El signo negativo actúa para reducir el desequilibrio en el próximo período (mes). Si las variables están en desequilibrio en el período $t-1$, el mecanismo de corrección de errores actúa para restaurar gradualmente las variables hacia el equilibrio en el futuro. En este caso se observa que la desviación de las exportaciones de manufacturas respecto a su nivel de equilibrio de largo plazo se corrige mensualmente en aproximadamente 31 por ciento.

El hecho de que exista cointegración entre series $I(1)$ sólo indica asociación de largo plazo entre ellas, pero no refiere nada a la relación de causalidad, por lo que la prueba de causalidad de Granger busca determinar estadísticamente si el pasado de la variable x contiene información que preceda al comportamiento de la variable (y) y que contribuya a explicarla (Loría, 2007:306).

Los resultados de las pruebas de causalidad de Granger se presentan a continuación:

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 08/15/11 Time: 09:17

Sample: 1993M01 2011M05

Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
LIPIEU does not Granger Cause LXMANR	219	7.19569	0.0009
LXMANR does not Granger Cause LIPIEU		0.75062	0.4733
LPRODL does not Granger Cause LXMANR	219	14.3658	1.E-06
LXMANR does not Granger Cause LPRODL		0.39914	0.6714
LTCR does not Granger Cause LXMANR	219	0.01996	0.9802
LXMANR does not Granger Cause LTCR		2.38014	0.0950
LPRODL does not Granger Cause LIPIEU	219	7.77390	0.0006
LIPIEU does not Granger Cause LPRODL		2.77148	0.0648
LTCR does not Granger Cause LIPIEU	219	0.34710	0.7071
LIPIEU does not Granger Cause LTCR		1.89193	0.1533
LTCR does not Granger Cause LPRODL	219	0.70104	0.4972
LPRODL does not Granger Cause LTCR		2.66097	0.0722

Se rechaza la hipótesis nula de que el índice de la producción industrial de los Estados Unidos no causa en el sentido de Granger a las exportaciones de manufacturas de México. Asimismo, no se puede rechazar la hipótesis nula de que las exportaciones de manufacturas no causan, en el sentido de Granger, a la producción industrial de los Estados Unidos. En este caso, se tiene una relación de causalidad del índice de producción industrial de los Estados Unidos a las exportaciones mexicanas de manufacturas pero no a la inversa.

No obstante el resultado de la ecuación de corrección del error, donde la primera diferencia del logaritmo del índice de productividad del trabajo en las manufacturas aparece como no significativo, se rechaza la hipótesis nula

de que la productividad del trabajo en las manufacturas no causa, en el sentido de Granger, a las exportaciones de manufacturas. También en este caso se tiene una relación de causalidad desde la productividad del trabajo en las manufacturas a las exportaciones de manufacturas pero no a la inversa.

Finalmente, no se puede rechazar la hipótesis nula de que el tipo de cambio real no causa a las exportaciones de manufacturas.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede afirmar que las variables que explican el comportamiento de las exportaciones mexicanas de manufacturas son el índice de la producción industrial de los Estados Unidos y la productividad de la mano de obra en la industria manufacturera de México, el tipo de cambio real resultó no significativo. Una de las explicaciones para esto se puede encontrar en el alto grado de integración de las industrias manufactureras de Estados Unidos y México. Por este alto grado de integración el tipo de cambio real deja de ser una variable relevante en las decisiones de exportación de las empresas transnacionales de origen estadounidense establecidas en México. Las decisiones se toman con base en consideraciones globales.

Una explicación adicional podría estar en el hecho de que para exportar se requiere importar un porcentaje no despreciable de los insumos requeridos en la producción de los bienes exportables. Así, un aumento en el tipo de cambio real no necesariamente incentiva las exportaciones, puede suceder precisamente lo contrario como indican los resultados obtenidos.

Bibliografía

Corbo, Vittorio, "Las exportaciones en el crecimiento económico y el empleo", en Banco Nacional de Comercio Exterior (editor), *México Transición Económica y Comercio Exterior*, Fondo de Cultura Económica, México, 1999.

Ffrench-Davis, Ricardo, *Reformas para América Latina después del Fundamentalismo Neoliberal*, Siglo XXI Editores, Buenos Aires, 2005.

Freund, Caroline and Martha Denisse Pierola, "Export Surges. The Power of a Competitive Currency", *Policy Research Working Paper*, 4750, The World Bank, Washington, 2008.

Fugazza, Marco, *Export Performance and its Determinants: Supply and Demand Constraints*, UNCTAD, New York, 2004.

Gutiérrez, Indira y Luciano Romero, *Una Revisión Crítica de los Métodos de Series de Tiempo y de datos de Panel Aplicados al Caso de la Hipótesis de Export-Led Growth*, CEPAL, México, 2007.

Loría Díaz de Guzmán, Eduardo Gilberto, *Econometría con Aplicaciones*, Pearson Prentice-Hall, México, 2007.

Machinea, José Luis y Cecilia Vera, *Comercio, Inversión y Políticas Productivas*, **Serie Informes y Estudios Especiales 16**, CEPAL, Santiago de Chile, 2006.

Mata, H.L., "Nociones Elementales de Cointegración: Procedimiento de Engle Granger". *Material de Enseñanza no publicado*. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Universidad de los Andes. Mérida, 2004. 62 pp.

Pérez, César, *Econometría de las Series Temporales*, Pearson Educación, S.A. Madrid, 2006.

Rodríguez Arana, Alejandro, "el papel de la apertura comercial en el crecimiento económico y la balanza comercial de México, 1980-2002", *Información Comercial Española*, Revista de Economía, No. 821, Marzo-Abril, 2005.

Dos crisis en la economía Mexicana: 1995 y 2009

Díaz Castillo Silvia Ariadna¹

Introducción

*Art is the beautiful way of doing things,
Science is the effective way of doing things,
Business is the economic way of doing things.
Elbert Hubbard*

Durante los últimos 30 años la economía mexicana ha estado inmersa en una serie de cambios estructurales que han traído consigo una etapa de bajo crecimiento económico; aunado a dicho estancamiento, recientemente México ha sufrido 2 fuertes crisis que han alterado severamente el curso de la economía: 1995 y 2009.

Estas crisis tienen origen en diferentes factores. La crisis de 1995 responde a factores internos como desequilibrios en la balanza de pagos, particularmente en la cuenta corriente, en combinación con drásticas devaluaciones de la moneda nacional. Por su parte, el origen de la crisis de 2009 descansa en una crisis financiera de la economía de Estados Unidos que se propagó a prácticamente todo el mundo como una crisis económica hacia finales de 2008.

Al analizar los indicadores económicos más relevantes es posible determinar que el impacto de la crisis de 1995 fue mayor aún cuando el crecimiento mundial fue sustancialmente menor en 2009. Excepto por las exportaciones, todos los indicadores muestran un mejor desempeño durante la crisis de 2009 y esto se debe a que en 1994 entró en vigor el Tratado de Libre Comercio de América del Norte, situación que amortiguó el impacto de la crisis en la balanza comercial.

Cuadro 1. México: Indicadores económicos (1995-2009)

INDICADOR	1995	2009
PIB	-6.2%	-6.1%
TCN (pesos por dólar)	De 3.37 a 6.41	De 11.15 a 13.50
Crecimiento económico mundial	4.28%	-0.60%
Crecimiento de exportaciones	30.65%	-21.13%
Demanda agregada	-10.2%	-9.5%
Desempleo	6.27%	5.47%
Inflación	52%	5%
Salario medio real	-27%	-5%
Consumo privado per cápita	-11.21%	-8.9%
Consumo privado	-9.5%	-6.1%
Acervos de capital	-8.27%	2.75

Fuente: Elaboración propia.

A pesar de que el análisis estadístico de los datos es claro al medir el impacto de cada una de las crisis, en la presente investigación se profundiza en el análisis comparativo partiendo desde los planteamientos teóricos de los modelos dinámicos de equilibrio general.

Se utiliza el modelo de crecimiento neoclásico de *Ramsey-Koopmans-Cass* (Romer, 2006) pues a diferencia de la mayoría de los modelos utilizados para este tipo de análisis, el modelo planteado originalmente por Romer

¹ aridiazc@gmail.com

es un modelo dinámico capaz de capturar los efectos de las variaciones de los indicadores económicos entre una crisis y otra.

Se desarrolla el Modelo Ramsey-Koopmans-Cass (MRKC) en la versión para economía abierta con restricción al crédito que plantean R. Barro y Sala-i-Martin (2004), y que además permite estudiar las alteraciones de la economía desde la perspectiva de los consumidores (Romer, 2006).

1. Modelo de Ramsey-Koopmans-Cass

En 1928, el matemático y filósofo inglés Frank Plumpton Ramsey desarrolló un modelo económico – utilizando el cálculo de variaciones – en el que los consumidores son agentes maximizadores de utilidad en un horizonte de tiempo infinito. En 1965, Tjalling Charles Koopmans² y David Cass retomaron las bases del modelo de Ramsey y construyeron una nueva versión (mejorada) del modelo de Solow. A este modelo se le conoce como *Modelo Ramsey-Koopmans-Cass* (MRKC).

A. Supuestos de partida

El MRKC es un modelo neoclásico de crecimiento endógeno que, a diferencia de otros modelos como lo es el de Solow–Swan, contempla el conocimiento a través del capital humano (*Learning by doing*) para que el incremento en la producción genere convergencias hacia un mayor crecimiento económico en el largo plazo. Se considera un horizonte temporal infinito y el tiempo se asume como variable continua. Los supuestos de los cuales parte el MRKC son los siguientes (Romer, 2006):

1. Existen mercados competitivos: todos los agentes son tomadores de precios y existe un agente representativo.
2. Existen 3 agentes maximizadores:
 - Consumidores: Maximizan su utilidad (U_{LT})
 - Productores: Maximizan su beneficio (π)
 - Gobierno: Estado benevolente que busca la maximización U_{social} .
3. El trabajo (L) y la tecnología (A) son constantes.
4. El ahorro (S) y la inversión (I) definen la acumulación de capital (K); S no es exógena.
5. Los hogares (H) ofrecen:
 - K a las empresas mediante el consumo que deriva de sus ingresos
 - L por cada miembro de los hogares que se paga mediante salarios (w)
6. No existe depreciación.
7. Economía Cerrada.

B. Modelo matemático³

En el caso de las economías domésticas existen dos tipos de utilidades para los consumidores: la utilidad vital (1) y la utilidad instantánea (2).

$$U_{vital} = \int_{t=0}^{\infty} e^{-\rho t} U(C(t)) \frac{L(t)}{H} dt \quad (1)$$

Donde: $C(t)$ es el consumo, $L(t)$ es el trabajo, H son los hogares, y ρ es la preferencia intertemporal a consumir. Esta función también es conocida como la “función de felicidad” pues indica el patrón de consumo que eligen los hogares para maximizar su utilidad instantánea en un horizonte de tiempo infinito (Barro y Sala-i-Martin, 2004).

Partiendo de la utilidad vital, es posible determinar una utilidad instantánea, que también es conocida como *función con elasticidad de sustitución intertemporal constante* dada la importancia de la aversión al riesgo (Barro y Sala-i-Martin, 2004).

$$U(C(t)) = \frac{C(t)^{1-\theta}}{1-\theta}, \quad \theta = \rho - n - (1-\delta)g > 0 \quad (2)$$

² Premio Nobel de Economía en 1975.

³ La formalización que a continuación se toma de Romer (2006).

Donde θ es la aversión al riesgo dada la tasa de interés (r) que se maneje en la economía representativa, es decir, en la economía doméstica. Mientras mayor sea θ , mayor será la disminución de la utilidad marginal ante variaciones negativas en el consumo y por tanto mayor será el valor que se le otorgue al consumo presente. El tipo de interés real en el periodo se define de la siguiente manera:

$$r(t) = f(K(t)) \quad (3)$$

La tasa de interés real en el periodo determina el nivel de salarios, de ahí su importancia para los consumidores. La restricción presupuestaria considera que r puede variar a través del tiempo; por lo que tales variaciones se incluyen en la nueva representación de r : $R(t)$.

$$\int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)} \frac{C(t) L(t)}{H} dt \leq \frac{K(0)}{H} + \int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)} \frac{W(t) L(t)}{H} dt \quad (4)$$

Donde el primer miembro de la ecuación representa el consumo de los agentes determinado por el trabajo de cada miembro de los hogares dada una tasa de actualización que responde a las variaciones de la tasa de interés real. El segundo miembro de la ecuación representa el capital que heredan las familias más las remuneraciones por trabajador de cada uno de los hogares dada la tasa de actualización correspondiente a las variaciones de la tasa de interés en el tiempo.

En este modelo el crecimiento y desarrollo económicos se alcanzarán mediante las innovaciones tecnológicas ($A(t)$), (Barro y Sala-i-Martin, 2004). De ahí que el MRKC modifica la restricción presupuestaria incorporando la tecnología con el fin de transformar el trabajo de los miembros de los hogares en trabajo eficiente. Así, se puede reexpresar la ecuación (4):

$$\int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)} \frac{C(t) L(t) A(t)}{H} dt \leq \frac{K(0)}{H} + \int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)} \frac{A(t) W(t) L(t)}{H} dt \quad (5)$$

Así como se incorporó el proceso tecnológico en la restricción presupuestaria de los hogares, también se puede incorporar en el consumo por trabajador, es decir en la ecuación (2), con el objetivo de obtener el consumo por unidad de trabajo eficiente:

$$\frac{C(t)^{1-\theta}}{1-\theta} = \frac{[A(t) C(t)]^{1-\theta}}{1-\theta} = A(0)^{1-\theta} e^{(1-\theta)gt} \frac{C(t)^{1-\theta}}{1-\theta} \quad (6)$$

Sustituyendo (6) en (2) obtenemos la nueva utilidad instantánea, en donde se incluye la tecnología:

$$U = B \int_{t=0}^{\infty} e^{-\beta t} \frac{C(t)^{1-\theta}}{1-\theta} dt \quad (7)$$

Donde $B = A(0)^{(1-\theta) \frac{L(0)}{H}}$ y $\beta = \rho - (1-\theta)g - n > 0$, y donde g es la tasa de crecimiento de la tecnología y n es la tasa de crecimiento de la población (trabajadores (L)).

Se puede redefinir la restricción presupuestaria ahora en términos de trabajo eficiente, lo que se traduce en la maximización de la utilidad obtenida por el patrón de consumo elegido.

$$\int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)} C(t) e^{(n+g)t} dt \leq K(0) + \int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)} W(t) e^{(n+g)t} dt \quad (8)$$

Ahora el consumo total del hogar en t es igual al producto del consumo por unidad de trabajo y la cantidad de trabajo efectivo de cada uno de los hogares. El ingreso de los trabajadores será igual a las remuneraciones por su trabajo.

C. Ecuación de Euler

De acuerdo con Sala-i-Martin y Barro (2004), la representación de la Ecuación de Euler sugiere que: “Las familias eligen su consumo a manera de igualar las tasas de rendimiento a la suma de las tasas de preferencia intertemporal del consumo y la tasa de depreciación, dado un crecimiento del consumo per cápita”; es decir, si el rendimiento que tienen las familias crece más rápido que el desgaste del capital por la población, el consumo en el tiempo se va a incrementar.

Así, la Ecuación de Euler se expresa de la siguiente manera:

$$\frac{c(t)}{c(t)} = \frac{r(t) - (n+g) - \rho}{\theta} \quad (9)$$

De igual forma que se ha incorporado la tecnología a lo largo del modelo matemático, es posible reexpresar la Ecuación de Euler en términos eficientes incorporando el crecimiento de la tecnología (g), obteniendo la siguiente ecuación:

$$\frac{c(t)}{c(t)} = \frac{r(t) - \rho - \theta g}{\theta} \quad (10)$$

que determina el crecimiento óptimo de una economía en el estado estacionario.

D. El comportamiento de C y K

El crecimiento del consumo en cada periodo está determinado por la Ecuación de Euler; y dado que los hogares son idénticos, la ecuación describe el comportamiento óptimo del consumo para todos los agentes de la economía representativa. Incorporando la ecuación (3) en la ecuación (10), obtenemos:

$$\frac{c(t)}{c(t)} = \frac{f'(k(t)) - \rho - \theta g}{\theta} \quad (11)$$

Por otro lado, en la siguiente gráfica se puede apreciar el comportamiento del consumo en el mrkc, en el espacio capital-consumo; donde la curva $\dot{c} = 0$ corresponde al consumo de equilibrio (c^*). A la derecha de dicha curva el consumo disminuye, mientras que hacia la izquierda el consumo aumenta, debido a la relación que implican la restricción presupuestaria y la ecuación de Euler, pues establece que si el rendimiento que tienen las familias crece más que el desgaste por la población el consumo en el tiempo va a crecer. Manipulando la ecuación (11), donde se utiliza la producción marginal del capital, se puede determinar que los movimientos en la curva de consumo obedecen a las alteraciones en ρ , θ y g , así, ocurre lo siguiente:

- Si $f'(K(t)) > \rho + \theta g \rightarrow \dot{c} > 0$
- Si $f'(K(t)) < \rho + \theta g \rightarrow \dot{c} < 0$
- Si $f'(K(t)) = \rho + \theta g \rightarrow \dot{c} = 0$

Por su parte, el comportamiento del capital tiene fundamentos en el modelo de Solow, donde el crecimiento óptimo del capital se determina mediante la inversión realizada y la inversión necesaria. De esta manera se puede representar el crecimiento del capital con la siguiente ecuación:

$$\frac{\dot{k}(t)}{k(t)} = (f(k(t)) - c(t)) - (n + g)k \quad (12)$$

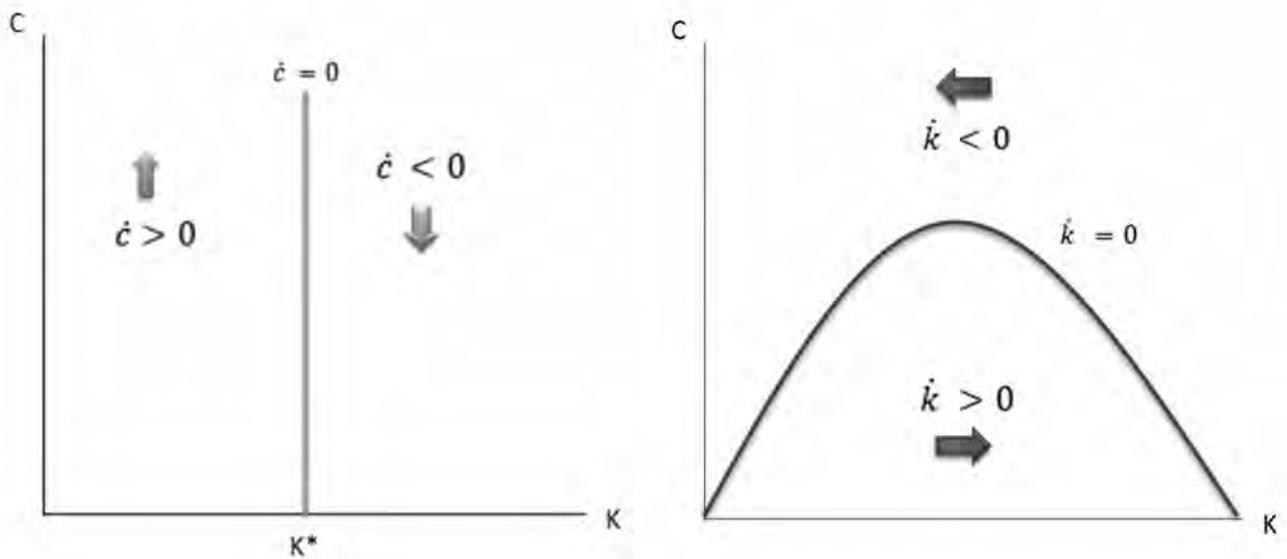
En el caso del capital, la curva $\dot{k} = 0$ representa el capital que corresponde al estado estacionario. Para entender el comportamiento de la curva, resulta útil tomar en cuenta el capital de la Regla de Oro, que se define como el stock de capital per cápita que maximiza el consumo per cápita de estado estacionario, $f'(K_{oro}) = n + \delta$, sin embargo, es importante señalar que el K_{oro} no contempla el progreso tecnológico (Romer, 2006).

El comportamiento de la acumulación de capital responde a la relación entre la inversión realizada y la inversión necesaria del modelo de Solow, y a su vez a la relación que existe con la curva de consumo. Al suponer que no existe depreciación, la inversión necesaria es $(n + g)k$, y la inversión realizada está dada por la diferencia entre la producción y el consumo, $f(k) - c$. Así pues, la relación entre las inversiones determinará el comportamiento del capital:

- Si $c = f(k) - (n + g)k \rightarrow \dot{k} = 0$
- Si $c < f(k) - (n + g)k \rightarrow \dot{k} > 0$
- Si $c > f(k) - (n + g)k \rightarrow \dot{k} < 0$

De ahí la importancia que tiene encontrar los valores de $\dot{k} = 0$ y de $\dot{c} = 0$ para llegar a un equilibrio estable (Romer, 2006).

Gráfica 1. MRCK: la dinámica del consumo y del capital



Fuente: Romer, D. Macroeconomía Avanzada.

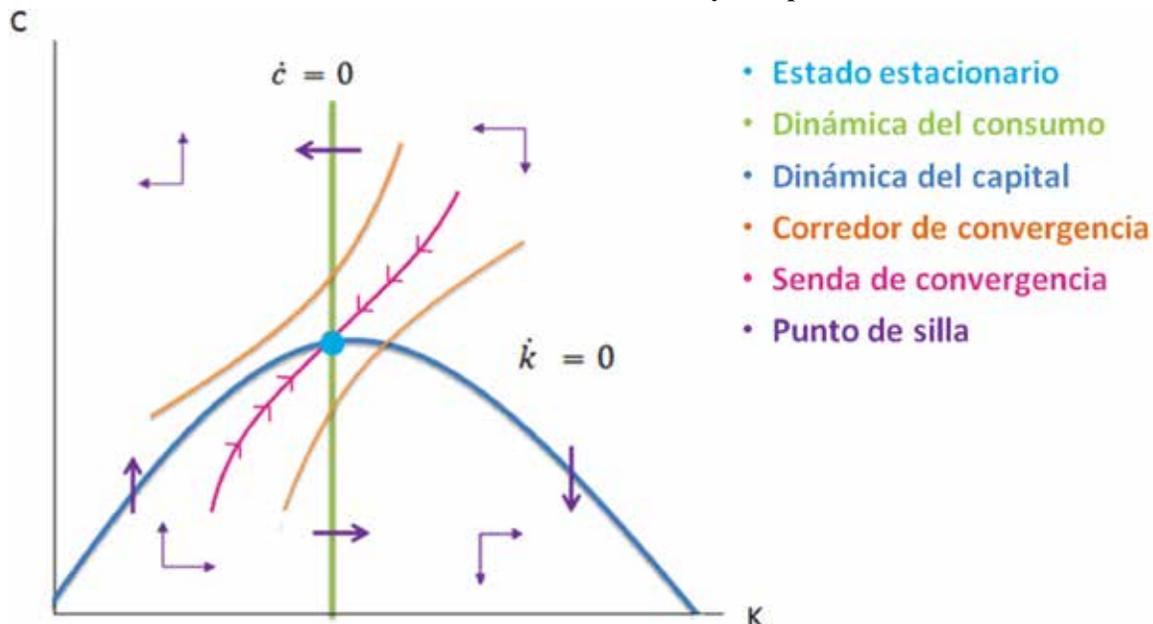
E. El diagrama de fase

En el MRCK se pretende encontrar los niveles óptimos de crecimiento tanto del consumo como del capital del estado estacionario de la economía representativa.

Para representar gráficamente dicho estado estacionario, es necesario incorporar la dinámica del consumo y el capital de manera conjunta.

La siguiente gráfica muestra las curvas de consumo y capital que corresponden al equilibrio. Las curvas naranjas representan lo que se conoce como “sendero de convergencia”. Lo anterior significa que cualquier punto en el que se encuentre una economía representativa en sus niveles de consumo y de capital dentro de dicho sendero, llevarán a la economía al estado estacionario.

Gráfica 2. Dinámica del Modelo Ramsey-Koopmans-Cass



Fuente: Romer, D. Macroeconomía Avanzada

Las flechas moradas que se encuentran en la esquina inferior izquierda y en la esquina superior derecha forman lo que se llama “punto de silla” y se aprecia cómo es que estas flechas conllevan a la senda de convergencia de la economía. Las flechas restantes, en contraste, representan puntos de divergencia (Romer, 2006).

F. Velocidad de convergencia

Una economía que se encuentre en cualquier punto del sendero de convergencia regresará al estado estacionario; no obstante, la velocidad con la que se alcance el punto de equilibrio óptimo dependerá de las características particulares de cada economía. Esta velocidad está representada por el parámetro μ .

Donde μ se refiere a la velocidad de convergencia. Sustituyendo:

$$\mu = \beta - \frac{f''(k^*)c^*}{\theta} \frac{1}{\mu} \quad (13)$$

El valor de μ surge de una representación de ecuación de segundo grado en donde siempre existirán 2 resultados, uno negativo y uno positivo. En el caso del MRKC interesa el valor negativo que se obtenga de la fórmula general, pues dicho valor negativo juega el papel de Método de Corrección de Error en la dinámica del modelo. (Barro y Sala-i-Martin, 2004)

$$\mu_1 = \frac{1}{2} \left\{ \beta - \left[\beta^2 + \frac{4}{\theta} \frac{(1-\alpha)}{\alpha} (\rho + \theta g)(\rho + \theta g - \alpha(n + \dots) \right) \right] \quad (14)$$

La ecuación anterior, indica la capacidad de una economía con respecto a los choques externos que se le presenten.

G. MRKC para una economía abierta con restricción al crédito

Al inicio del capítulo se enlistaron los supuestos que toma como base el MRKC y uno de ellos establece que en la economía en cuestión no existe movilidad internacional de factores de bienes; es decir, la economía es cerrada (Romer, 2006).

No obstante, y a sabiendas de que la economía mexicana abrió sus fronteras desde 1985, es pertinente adaptar el modelo a una economía abierta y pequeña, para ello se toma como base la ampliación que presentan Sala-i-Martin y Barro.

Ahora se consideran 2 tipos de capital: el físico y el humano. El capital físico puede utilizarse como garantía de préstamos y pasa a manos de los acreedores en caso de impago, mientras que el capital humano es intransferible en un contexto de no movilidad del factor trabajo.

De esta manera la nueva función de producción en términos de trabajo efectivo es:

$$Y = f(k, n) = Ak^\alpha n^\eta \quad (15)$$

donde α es la participación del capital físico y η la participación del capital humano. La suma de ambos parámetros debe ser $0 < \alpha + \eta < 1$ con lo cual se garantizan los rendimientos decrecientes de los factores de la nueva función de producción.

La nueva función de producción que contempla la restricción al crédito en una economía abierta establece la condición de que el endeudamiento de la economía será limitado por los **activos** de capital humano; es decir, la deuda será restringida: $k > d > 0$.

De esta manera es posible determinar la restricción presupuestaria también limitada en lo que se refiere al crédito:

$$a = Ak^\alpha n^\eta - (r + \delta)(k + h - a) - (g + n + \delta)a - c \quad (16)$$

Ahora los miembros de los hogares siempre tendrán un capital (humano) con el cual pueden generar nuevos activos que los ayudarán a solventar sus deudas.

A. Economía abierta: Ecuación de Euler y Velocidad de convergencia

En el apartado anterior se desarrollaron las modificaciones que sufre el MRKC en la ampliación que hacen Sala-i-Martin y Barro (2004) en economías abiertas con restricción al crédito; sin embargo, no se hace referencia a las modificaciones que sufren dos ecuaciones del modelo que son particularmente importantes para los fines de la presente investigación: la representación de la ecuación de Euler y la velocidad de convergencia.

En lo que respecta a la ecuación de Euler es importante señalar que dado que no contempla la participación del capital (ni físico ni humano), la única modificación que sufre es en cuanto a la tasa de interés:

$$\frac{c(t)}{c(t)} = \frac{r^*(t) - \rho - \theta g}{\theta} \quad (17)$$

La velocidad de convergencia, a diferencia de la ecuación de Euler, sí considera la participación del capital por lo que a continuación se analizan los cambios que sufre al adaptarse a las restricciones al crédito de economías abiertas.

Si sólo se considera que existen dos tipos de capital, el valor de μ no sufre modificaciones, pues únicamente se sustituye α del modelo de economía cerrada por $\alpha + \eta$ en la ampliación a economía abierta

Así se puede determinar una nueva función de producción para expresar Y en términos del capital humano por unidad de trabajo efectivo (\bar{h}) (Sala-i-Martin y Barro, 2004):

$$Y = \bar{A} \bar{h}^\varepsilon \quad (18)$$

donde

$$\bar{A} \equiv A^{1/(1-\alpha)} \cdot \left(\frac{\alpha}{r+\delta}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \quad \text{y} \quad \varepsilon \equiv \frac{\eta}{1-\alpha} \quad (19)$$

De esta manera, la fórmula de la velocidad de convergencia es muy similar a la de economía cerrada con la única diferencia de que α se sustituye por ε :

$$\mu_1 = \frac{1}{2} \left\{ \beta - \left[\beta^2 + \frac{4(1-\varepsilon)}{\varepsilon} (\rho + \theta g)(\rho + \theta g - \varepsilon(\eta + g)) \right]^{\frac{1}{2}} \right\} \quad (20)$$

Una vez que se han definido las ecuaciones que conforman al MRKC, tanto para economía cerrada como abierta, es posible aplicar el modelo a la economía mexicana en 1995 y en 2009.

3. Modelo Ramsey-Koopmans-Cass para la economía mexicana: 1995 y 2009

De acuerdo con el MRKC la forma más sencilla y precisa de analizar el comportamiento en una economía con agentes maximizadores del consumo en el ciclo vital, es mediante el comportamiento del consumo por trabajador efectivo y del capital.

A. ESTADO ESTACIONARIO EN 1995

Antes de ilustrar lo ocurrido con el estado estacionario en la crisis de 1995 es pertinente realizar los cálculos de las ecuaciones para obtener el comportamiento del consumo que responde a la ecuación de Euler. Los valores que no son observables, como lo son la preferencia intertemporal de consumo (ρ), la aversión al riesgo (θ) y el crecimiento de la tecnología (g), se imputaron tomando como base los valores que utiliza Romer: $\rho=4$, $\theta=1$, y $g=1$. En lo que respecta a valores observables como la tasa de interés y el crecimiento demográfico, las series se tomaron de fuentes oficiales como BANXICO, INEGI y CONAPO.

De esta manera se encontró que en 1995, el comportamiento del consumo por trabajador eficiente debió haber sido $\dot{c} = 0.48\%$, mientras lo ocurrido con el consumo privado que reporta el INEGI fue una contracción cercana al 10%; es decir, $\dot{c}_{INEGI} = 9.51\%$. Es por ello que la curva $\dot{c} = 0$ se desplazó a la izquierda y junto con el desplazamiento de la curva $\dot{k} = 0$ hacia abajo, correspondiente a la destrucción de acervos de capital a la que ya se ha hecho referencia, generan una nueva intersección que representa el estado estacionario resultante de la crisis.

Por otro lado se encuentra la velocidad de convergencia, ó bien, la capacidad de ajuste de la economía ante choques externos. Se contemplan los 2 tipos de capital que existen: el capital físico (α) y el capital humano (η) y para dichas estimaciones se utilizan los valores imputados por Barro y Sala-i-Martin (2004) para economías abiertas que se consideran pequeñas con relación al resto del mundo, tal y como ocurre con México en relación con Estados Unidos. Así, los valores utilizados son $\alpha=0.30$ y $\eta=0.45$

El resultado obtenido fue $\mu = -2.08$, valor que corresponde a lo sugerido por Barro y Sala-i-Martin (2004) para economías abiertas con restricción al crédito: $-3.5 < \mu < -1.5$.

El resultado anterior implica una pronta recuperación de la crisis, los datos señalan que el crecimiento económico tardó tan sólo 4 trimestres en registrar nuevamente cifras positivas. Esto se puede atribuir a que el financiamiento externo para superar la crisis permitió que la participación del capital, tanto físico como humano, contribuyera en la reactivación de la economía; lo anterior, mediante la generación de empleos y la inversión en infraestructura de los diferentes sectores productivos.

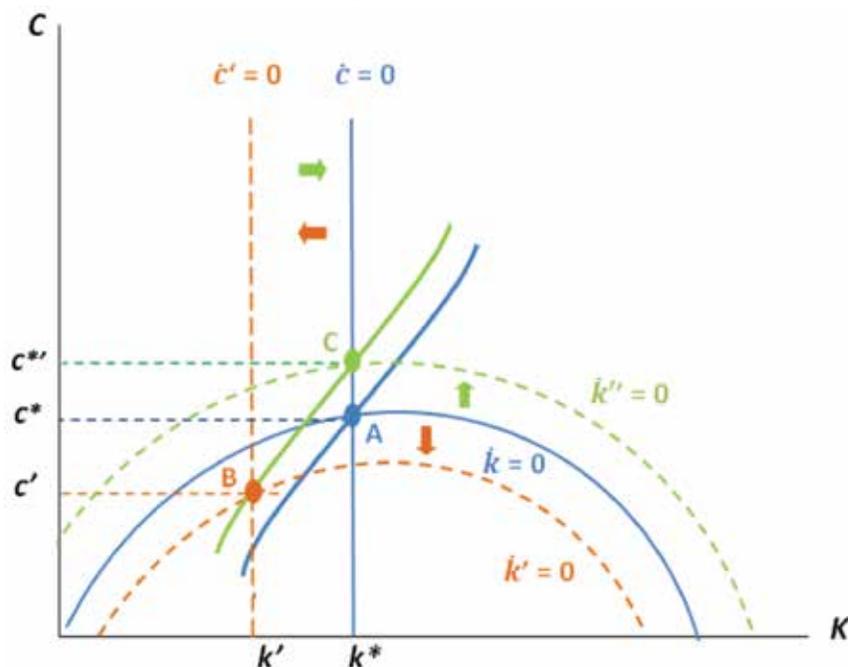
Una vez que se han realizado los cálculos pertinentes para la crisis de 1995, es posible ilustrar lo que ocurrió con las curvas de consumo y capital en el diagrama de fase.

El equilibrio en el que se encontraba la economía mexicana previo a que estallara la crisis de 1995 está representado por el punto A, donde el equilibrio se encuentra sobre la senda de convergencia con niveles óptimos tanto de consumo como de capital. Una vez que se desata la crisis de 1995, tanto el consumo como los acervos de capital muestran una caída inmediata hacia el último trimestre de 1994, y cayendo más aún durante 1995 en el caso del consumo, y hasta 1996 en el caso del capital. De ahí que las curvas $\dot{k} = 0$ y $\dot{c} = 0$ se desplazan hacia abajo y hacia la izquierda (curvas en color naranja) respectivamente, generando un nuevo equilibrio con niveles igualmente óptimos aunque menores, punto B.

Con la caída de todos los indicadores macroeconómicos ya señalados, el nuevo equilibrio en el que se encuentra la economía es el punto B, pues es ahí donde intersectan las curvas punteadas (en naranja), que muestran los desplazamientos provocados por la crisis. Inmediatamente después de la crisis la caída del consumo (-9.51%) y la caída de la acumulación de capital (-8.27%) sitúan al equilibrio en menores niveles de optimización.

Posteriormente llega la fase de recuperación influenciada fuertemente por el dinámico desempeño de la economía mundial de toda la década de los noventa. De acuerdo con informes del Banco de México en la crisis de 1982 México tardó 7 años en retomar su participación en el mercado internacional de capitales, mientras que en 1995, sólo tardó unos cuantos meses. En lo que respecta al consumo, la recuperación también llegó en la segunda mitad del año, pues el tercer trimestre de 1995, el crecimiento anualizado fue de 12.5% (INEGI, 1996).

Gráfica 3. Diagrama de fase en 1995-1996



Fue debido a la pronta y drástica recuperación que la economía mexicana desde finales de 1995 se insertaría en una senda con dirección hacia un tercer punto de equilibrio que se alcanzaría a través de los años y de la recuperación del mediano y largo plazos, el punto C. La curva de capital se desplaza hacia arriba y la curva de consumo regresa al punto original (curvas en color verde).

El nuevo equilibrio, y resultado final de la crisis, es muestra del quiebre de la trayectoria de largo plazo (tanto en consumo como en capital) al que ya se había hecho referencia, y el cual se explica por las mayores tasas de crecimiento promedio en el periodo posterior a la crisis.

El modelo sugiere que cuando una economía sale de la senda de convergencia, debe regresar al equilibrio después de cierto tiempo; al menos en la generalidad. No obstante, si bien el impacto de la crisis de 1995 en el consumo y en el capital fue transitorio, el impacto en la economía en el largo plazo fue permanente. Fue gracias al impacto permanente que la economía no volvería a los niveles de consumo y capital del estado estacionario previos a la crisis, sino que la economía debía insertarse en una nueva senda de convergencia con menores niveles tanto de consumo como de capital, y a través de los años y de la gradual recuperación económica, llegaría a un nuevo equilibrio.

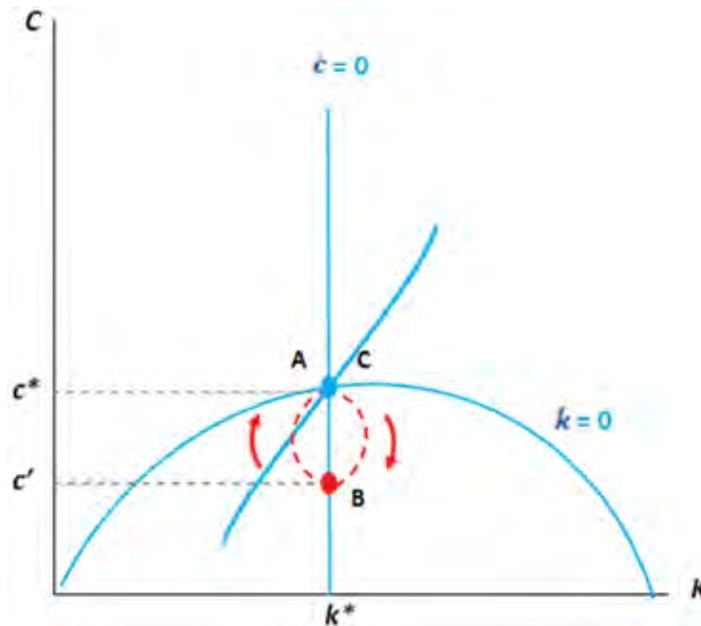
A. Estado estacionario en 2009

La segunda crisis en cuestión es la que tuvo lugar en el último trimestre de 2008 con una caída del PIB de 1.11% (INEGI), en el consumo con un crecimiento de 1.60% (inferior al 4.16% de 2007) y en el capital con una tasa de 3.07% (también inferior al valor de 2007: 7.21%) (Loría, 2004); y cuyos estragos se sufrieron durante 2009.

Si bien en 2009 la caída del PIB fue ligeramente menor, -6.1% contra -6.2% (INEGI), tanto el consumo como los acervos de capital mostraron un comportamiento mucho más alentador. El consumo cayó en 6.10% (en contraste con -9.51%) y el capital creció en 2.75% (contra -8.27% en 1995) (Loría, 2007). Con los valores anteriores es posible ilustrar lo que ocurrió con el estado estacionario en 2009.

A diferencia de lo ocurrido en 1995, en 2010 la economía debía volver al mismo equilibrio al que se encontraba previo a la crisis. En primera instancia el consumo cae como reflejo de la contracción de la actividad económica y de la demanda agregada (-9.5%).

Gráfica 21. Diagrama de fase en 2009



Una vez analizado lo que ocurre con el estado estacionario del MRKC, el siguiente paso para corroborar la diferencia entre la magnitud de los impactos de ambas crisis es el cálculo de la ecuación de Euler y de la velocidad de convergencia, ahora con datos duros de 2009.

Es así como se han hecho los cálculos correspondientes con los siguientes valores: $\rho=2$, $\theta=0.8$, y $g=1$. Únicamente el crecimiento de la tecnología permanece constante; pues si bien un cambio en la tecnología sólo se puede apreciar en el largo plazo, en el particular caso de México existe un atraso tecnológico que ha provocado una caída en la productividad total de los factores (desde 1983) dada una baja eficiencia del capital y de la inversión (Loría, 2009).

Con los nuevos valores imputados, la ecuación de Euler arroja una cifra de $\dot{c} = -2.64\%$ y la velocidad de convergencia de $\mu = -2.27$. El valor que sugiere la ecuación de Euler para mantener el consumo dentro de la senda de crecimiento que converge al estado estacionario es $\dot{c} = -2.64\%$, sin embargo, la cifra para el consumo en 2009 fue $\dot{c}_{INEGI} = -6.10\%$.

La velocidad de convergencia fue ligeramente mayor (más rápida) pues $\mu=-2.27$ implica que la economía tenía mayor capacidad de respuesta ante choques externos de la que tenía en 1995; bajo el supuesto de que el origen y manifestación de la crisis hubiese sido el mismo.

Hasta el momento las cifras oficiales permiten argumentar que el comportamiento del PIB volvió a cifras positivas en 5 trimestres, uno más de lo que tardó en 1995; no obstante, ya se ha argumentado que en 1995 las condiciones de la economía internacional favorecieron la recuperación interna y en 2009 ocurrió lo contrario, pese a la adversidad internacional los principales indicadores económicos muestran un mejor escenario.

A manera de resumen, el siguiente cuadro ilustra la aplicación del MRCK en la versión ampliada a economías abiertas con restricción al crédito, donde los resultados indican que la crisis de 1995 tuvo un mayor impacto en la economía mexicana que la crisis ocurrida en 2009.

Cuadro 2. Modelo Ramsey-Koopmans-Cass: 1995 y 2009

	1995	2009
Ecuación de Euler	0.48 (-9.51%*)	-2.64 (-6.10%*)
Velocidad de convergencia	-2.08	-2.27
Utilidad Instantánea	13.66	84.67

*Valores observados
Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

En el presente trabajo se realizó un análisis comparativo de las crisis de 1995 y 2009 en la economía mexicana con la finalidad de demostrar que la correspondiente a 1995 tuvo un mayor impacto en el sistema económico.

La crisis de 1995 surge a partir de un desequilibrio en la cuenta corriente de la balanza de pagos provocado por la repentina interrupción de capital extranjero al país, situación que se combinó con drásticas devaluaciones de la moneda y niveles inflacionarios de 2 dígitos.

La drástica caída de prácticamente todos los indicadores económicos provocó un rompimiento en la trayectoria de largo plazo, en particular del PIB, el consumo y el capital, que dio lugar a un cambio estructural en el sistema económico en 1995. Entre 1985 y 1994 el crecimiento promedio del PIB fue de 2.1%, el del consumo de 2% y el del capital de 2.9%. En contraste, posterior a la crisis de 1995 y hasta 2010 los promedios fueron de 3%, 3.44% y 4.12% respectivamente (INEGI y Loría, 2007).

La recuperación fue más rápida de lo esperado gracias a la influencia de los préstamos adquiridos para estabilizar la balanza de pagos, Los efectos positivos del TLCAN y sus efectos positivos en comercio y empleo, y el dinamismo de la economía mundial.

En lo que respecta a 2009, la crisis yace en el mercado hipotecario de Estados Unidos, lo que más adelante se convirtió en la crisis financiera y económica más fuerte que ha vivido el país del norte desde la Gran Depresión, contagiando los estragos de la misma a todo el mundo desde finales de 2008.

En el último trimestre de 2008 el contagio llegó a la economía mexicana mediante la balanza comercial y, posteriormente, a través de la alta dependencia económica con EEUU. México no sólo fue el país más afectado en América Latina, sino que también lo fue en el hemisferio occidental; muestra de la vulnerabilidad que la economía mexicana ha adquirido desde la década de 1980 y que se ha reflejado en su poca capacidad de reacción ante choques externos.

En cuanto a la recuperación, cabe resaltar que en 2009 la economía mexicana no tenía posibilidad de recurrir al mercado internacional y así el mercado interno debía ser el motor de la recuperación, de ahí que el crecimiento económico (medido por el PIB) tardara tan sólo 1 trimestre más que en 1995 en volver a variaciones positivas (INEGI).

La diferencia, tanto de fondo como de forma, de cada una de ellas es la razón por la cual resulta crucial realizar un análisis comparativo más específico, para ello se utilizó el modelo de crecimiento de *Ramsey-Koopmans-Cass* ampliado para economías abiertas con restricción al crédito. El análisis de la aplicación del modelo tomó como base 3 ecuaciones en particular: la Ecuación de Euler que indica el crecimiento del consumo por trabajador efectivo que mantiene a la variable dentro de la senda de convergencia al crecimiento de estado estacionario, la velocidad de ajuste que indica cuánto tarda la economía en volver al estado estacionario ante choques como las crisis en cuestión, y la utilidad instantánea que refleja el patrón de consumo de los hogares en algún periodo en particular.

En los resultados se aprecia lo siguiente:

Ecuación de Euler: la brecha entre el consumo estimado y el consumo observado fue mayor en 1995, al igual que la contracción en el consumo. La contracción de la actividad económica en 1995 provocó que el consumo perdiera la trayectoria de largo plazo, insertándose en una nueva senda de convergencia.

Velocidad de convergencia: la capacidad de recuperación de la economía hacia el estado estacionario fue ligeramente menor en 1995 que en 2009; según los resultados. Sin embargo, es importante enfatizar que en 1995

la recuperación obtenida fue gracias al impulso que representó el crecimiento del resto del mundo, y en particular de EEUU, en los indicadores macroeconómicos. En cambio, la recuperación de la crisis de 2009 depende (aún) del mercado interno y de la estabilidad en la recuperación de la economía estadounidense.

Por su parte, la baja utilidad instantánea en 1995 es la razón por la cual los hogares resintieron en mayor medida las variaciones en los patrones de consumo; mientras que en 2009 la utilidad era tal que amortiguó los efectos de la crisis en el consumo de los hogares.

Una vez obtenidos los cálculos de la ecuación de Euler y de la velocidad de convergencia, se ilustró lo ocurrido con las curvas de consumo y de capital en el diagrama de fase para ambas crisis.

De acuerdo con el MRKC, el estado estacionario en 1995 se desplazó en primera instancia a menores niveles de optimización. Fue gracias a la pronta recuperación de la economía que las curvas de consumo y capital incurren en una nueva senda de convergencia que a través de los años alcanzaría un estado estacionario diferente al equilibrio previo a la crisis.

En lo que respecta a 2009, el diagrama de fase ilustra que el desplazamiento de ambas curvas fue transitorio y que en esta ocasión, a diferencia de lo ocurrido en 1995, los niveles de consumo y capital de estado estacionario prevalecerían antes y después de la crisis.

Así, queda demostrado que los estragos de la crisis de 1995 fueron mucho más severos en la economía mexicana.

Referencias bibliográficas

1. Barro, R.J. y X. Sala-i-Martin, *Economic Growth*, MIT Press, Cambridge (Ma.), 2004.
2. Centro de Análisis y Proyecciones Económicas para México. Varios informes.
3. Consejo Nacional de Población (varios años), *México en cifras*.
4. Dornbusch R., S. Fischer y R. Startz, *Macroeconomía*, McGraw Hill, 9ª Edición, 2004.
5. Esquivel, Gerardo, “Mexico: Large, Immediate Negative Impact and Weak Medium-Term Growth Prospects”, cap. 8 en Mustapha K. Nabli (ed.) *The Great Recession and Developing Countries: Economic Impact and Growth Prospects* (Washington, D.C.: The World Bank), pp. 359-400, 2010.
6. Granville W., P. Smith, y W. Longley. (1963), *Cálculo diferencial e integral*, Unión Tipográfica Editorial Hispano América, México, 1963.
7. Informe Trimestral, 2009.IV, Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 2009.
8. Loría, E., “**Sobre el lento crecimiento económico de México. Una explicación sectorial**” *Investigación Económica*. Facultad de Economía, UNAM. Octubre de 2009.
9. Loría, E., “Is the 2009 Mexican Crisis the Worst Ever?” Documento de trabajo. Centro de Modelística y Pronósticos Económicos, FE-UNAM, 2010. *Mimeo*
10. Loría, E. y L. de Jesús., “Los acervos de capital de México. Una estimación, 1980.1-2004.4” *El Trimestre Económico*. Fondo de Cultura Económica, vol. LXXIV (2), núm. 294, abril-junio de 2007. México, 2004.
11. Loría, E., M. Ramos y L. de Jesús., “**Producto potencial y ciclos económicos de México, 1980.1-2005.4**” *Estudios Económicos*, El Colegio de México, Vol. 23, No. 1. México, 2008.
12. Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), “Mexico: Annual Report”, 2009.
13. Romer, D., *Macroeconomía Avanzada*. Tercera edición. Ed. Mc Graw Hill. Madrid, 2006.
14. Tello, C. (2007), *Estado y Desarrollo Económico: México 1920-2006*. UNAM – FE. México, 2007.
15. World Economic Outlook, Fondo Monetario Internacional, abril 2010.
16. World Economic Outlook, Fondo Monetario Internacional, octubre 2010.

Capítulo II

El cambio climático y la pobreza en el Distrito Federal

Armando Sánchez Vargas¹
Ana Liz Herrera Merino
Débora Martínez Ventura

Introducción

A pesar de la amplia aceptación de que el cambio climático tendrá altos costos económicos para los países es relevante resaltar que también lo será para las familias, la mayor parte de las investigaciones sobre el tema se han enfocado en determinar los costos a nivel agregado (macroeconómico), utilizando indicadores tales como el producto interno bruto y el empleo (Stern *et al.*, 2006). De hecho, existen pocos estudios que estimen los impactos del cambio climático a nivel desagregado, por ejemplo, en los niveles de pobreza de los individuos y de las familias a nivel regional. La importancia de contar con estudios a nivel microeconómico reside en que se podría contar con cifras específicas, respecto a los costos para ciertos grupos de individuos, que permitirían diseñar, implementar y evaluar políticas públicas enfocadas a aminorar los costos del cambio climático.

En este contexto, uno de los aspectos que sin duda merece la pena ser investigado se refiere a los efectos del cambio climático en los niveles de pobreza de las familias que radican en las ciudades. Así, el principal objetivo de este trabajo es determinar los impactos cuantitativos del cambio climático en indicadores de pobreza del Distrito Federal (D.F.).² Adicionalmente, se busca ofrecer algunas propuestas de política pública para aminorar los efectos del cambio climático en los niveles de pobreza de los habitantes del D.F.

Con la finalidad de identificar y estimar dichos impactos se cuantificará, en primer lugar, la respuesta potencial de algunos de los indicadores de pobreza ante cambios atípicos en el clima, tales como temperaturas anormales y precipitaciones extremas. Así, entre los indicadores que se analizarán, y que se espera reflejen los impactos en la pobreza resultantes del cambio climático, están los siguientes: la disponibilidad de agua, la migración, los ingresos, la seguridad alimentaria, la salud y la marginación de las comunidades pobres. La magnitud de la respuesta de dichos indicadores ante el cambio climático es un buen indicador del alcance que deberían tener las políticas públicas para aminorar los efectos negativos del cambio climático en el nivel de bienestar social del D.F.

En este estudio se estiman dichos impactos mediante la utilización de diferentes modelos econométricos. Específicamente, se utilizan modelos de regresión y métodos de pareamiento por puntaje de propensión. Estos métodos permiten obtener medidas numéricas precisas sobre los cambios en los niveles de pobreza, atribuibles a distintos procesos específicos asociados al cambio climático (cambios en la temperatura y en la precipitación). Cabe destacar que la información utilizada corresponde a los datos disponibles en la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) del año 2008.

Los principales resultados obtenidos en el presente estudio sugieren que el cambio climático podría generar los siguientes impactos en los pobres de la ciudad de México: 1) *menor disponibilidad de agua*, 2) *menores niveles de salud*, 3) *mayor migración*, 4) *disminución en los ingresos*, 5) *deterioro del nivel de vida*, y 6) *baja en el acceso a los alimentos*. Lo anterior, implica que para contrarrestar el aumento de la pobreza y la vulnerabilidad en el D.F. se deben plantear una serie de opciones de política pública que permitan enfrentar de manera exitosa los futuros efectos del cambio climático.

El presente trabajo está estructurado de la siguiente forma. El primer capítulo presenta de manera breve los vínculos teóricos del cambio climático y la pobreza. La segunda sección discute algunos de los hallazgos estadísticos previos sobre dicha relación en las diferentes delegaciones de la ciudad de México. El tercer capítulo integra la metodología utilizada para determinar el impacto del cambio climático en la pobreza. Esto es, se describe el diseño muestral de la base utilizada y se analizan los resultados obtenidos. Finalmente, se reportan las

¹ 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

² El D.F. se conforma por 16 delegaciones: Álvaro Obregón, Azcapotzalco, Benito Juárez, Cuauhtémoc Coyoacán, Cuajimalpa, Gustavo A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa, Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo, Milpa Alta, Tláhuac, Tlalpan, Xochimilco, y Venustiano Carranza. Todas ellas son mayoritariamente urbanas, excepto algunas delegaciones como Milpa Alta, Cuajimalpa, Álvaro Obregón, Xochimilco, Magdalena Contreras y Tláhuac que poseen áreas rurales.

conclusiones y se ofrecen algunas recomendaciones muy puntuales de política pública encaminadas a la reducción de los efectos del cambio climático en la población con mayor vulnerabilidad.

I. El cambio climático y la pobreza

Evidencia y Consecuencias del Cambio Climático

El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) ha demostrado que el clima global tuvo cambios significativos en las últimas décadas. Dicho organismo reveló en 2001 que el clima del mundo cambió drásticamente en los últimos 200 años y señaló que la década de los noventa fue la más cálida, y 1998 el año más caluroso desde 1861. Asimismo, el IPCC destaca que para América Latina existe evidencia de que la temperatura media de la superficie de la tierra ha aumentado de manera significativa en los últimos 100 años (sobre todo en latitudes medias y altas), y que han existido cambios severos en la intensidad de las precipitaciones.

Por otra parte, se ha podido verificar que el cambio climático está fuertemente asociado al modelo de crecimiento mundial actual (Wallerstein, 2008) que ha estado basado en el uso de energías no renovables y combustibles fósiles (como petróleo, y sus derivados, gas y carbón), que implican la emisión de gases de efecto invernadero. Tanto el dióxido de carbono, proveniente de las chimeneas de fábricas y de los motores de combustión con los que están dotados la mayoría de los medios de transporte, como el gas metano, que emana en grandes cantidades de los rellenos sanitarios y de la actividad ganadera, son elementos que contribuyen de forma preocupante al cambio climático.

En este contexto, las proyecciones climáticas,³ según el IPCC, sugieren que los efectos del cambio climático (debido a actividades humanas) tendrán costos económicos inmediatos tales como la reducción de la productividad agrícola⁴ en las regiones tropicales y subtropicales, la disminución de la cantidad y la calidad del agua en la mayoría de las regiones áridas y semiáridas, el aumento de ciertas enfermedades como el paludismo, el dengue, la malaria y otras⁵ y, finalmente, efectos adversos en el funcionamiento de los sistemas ecológicos y su biodiversidad. También, se pronostica que el aumento del nivel del mar⁶, asociado al incremento de temperatura proyectado, podría provocar el desplazamiento de decenas de millones de personas. Aún más, se estima que si a nivel mundial se siguen utilizando combustibles fósiles a las tasas actuales, las temperaturas globales se incrementarán de 2.4 grados centígrados a 6.4 grados centígrados y el derretimiento de los glaciares y los polos provocará un aumento de entre 0.09 y 0.88 metros del nivel del mar para el año 2100.

En este contexto, el IPCC ha estimado que con una duplicación en la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, el costo de los efectos de cambio climático podrían llegar a equivaler entre el 5 y 9 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) en los países en desarrollo, un costo tres veces mayor al costo ocasionado en países industrializados. También se espera que los efectos más dañinos del cambio climático tengan lugar en los países en vías de desarrollo. La distribución prevista de los impactos económicos es tal que podría incrementar aún más la disparidad entre los países desarrollados y los países en vías de desarrollo.

Por último, dado que los recursos naturales son el único medio del que disponen tres cuartas partes de los hogares pobres del mundo (825 millones de personas) para crear riqueza; su pérdida acelerada podría dejar sin sustento a estas personas, agravando su situación. Hoy día, se estima que 300,000 personas mueren cada año como consecuencia del cambio climático, 325 millones sufren sus efectos y las pérdidas económicas anuales derivadas del cambio climático equivalen a 125,000 millones de dólares (García y Barbero, 2010).

Además de los estudios del IPCC, actualmente existe una amplia literatura que documenta el surgimiento de cambios en el clima a nivel global y sus consecuencias.⁷ En ella, se reconoce que el cambio climático se manifiesta como un aumento espectacular de fenómenos meteorológicos extremos, tales como mayores niveles de temperaturas y precipitaciones. Ahora bien, estos cambios podrían tener severos efectos negativos sobre los niveles de pobreza de las zonas afectadas que se reflejan en problemas tales como inseguridad alimentaria, deterioro de la salud, escasez

3 Estas proyecciones implican la respuesta del sistema climático a escenarios de emisiones o de concentración de gases de efecto invernadero y aerosoles o a escenarios de forzamiento radiativo a menudo basada en simulaciones realizadas con modelos climáticos.

4 Se prevé que 65 países en desarrollo podrían perder hasta 280 millones de toneladas de la producción de cereales, con un valor estimado de 56 000 millones de dólares, como consecuencia del calentamiento global, lo cual no solo implica un riesgo evidente para la agricultura de dichos países, sino también en lo que respecta a la seguridad alimentaria mundial (Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) e Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados, 2005).

5 Adicionalmente, según el informe sobre los efectos negativos del calentamiento global presentado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), señala que la mayor repercusión se vivirá en los países en vías de desarrollo.

6 Las proyecciones del IPCC indican que el nivel del mar podría subir de 15 a 95 centímetros en el 2100 si se mantiene la tendencia actual, lo que provocaría inundación de áreas bajas y de islas. El agua salada pasaría a los ríos y a las zonas costeras, afectando los suministros de agua potable y la pesca.

7 Véase La Trobe y Sarah (2002), Le Treut et. al (2007), Gay, Estrada y Sánchez (2008).

de agua, pérdida de los bosques y de la diversidad biológica e inestabilidad social y política. En la siguiente sección se discute de manera breve la relación que existe entre el cambio climático y la pobreza.

Evidencia del impacto del Cambio Climático en la Pobreza

Existen varios trabajos que analizan la relación existente entre el cambio climático y la pobreza.⁸ Ellos señalan, básicamente, la enorme vulnerabilidad de ciertos grupos de personas, especialmente aquéllos en situación de pobreza, ante el cambio climático. Dicha vulnerabilidad se debe a que las comunidades pobres generalmente, entre otros aspectos, cuentan con menores abastecimientos de agua, tienen un menor acceso a servicios básicos, sufren una mayor incidencia de enfermedades y perciben ingresos bajos e inestables.

Con el cambio climático las áreas pobres de las ciudades se verán severamente afectadas dado que, por ejemplo, el abastecimiento de agua será mucho más caro si, al mantenerse los mismos niveles de consumo, disminuye la precipitación y aumenta el nivel de evaporación. También, los mayores niveles de humedad y temperatura podrían estimular la expansión de ciertas enfermedades infecciosas y aquellas transmitidas por vectores⁹ entre la población más vulnerable. Por ejemplo, podría crecer la incidencia de enfermedades infecciosas tales como la diarrea, el cólera y el dengue que son altamente sensibles a cambios en las condiciones climáticas. De hecho, en la mayoría de los estudios con modelos predictivos se llega a la conclusión de que habría un incremento neto de la gama geográfica de transmisión posible de paludismo y dengue, cada una de las cuales amenaza en la actualidad entre el 40 y 50 por ciento de la población del mundo (OMS, 2003).

No debe olvidarse, asimismo, el impacto e implicaciones de largo plazo del cambio climático en fenómenos asociados a la pobreza, tales como la seguridad alimentaria, la productividad y la propia viabilidad de los ecosistemas agrícolas mundiales. De acuerdo con la FAO los cambios en los modelos de producción agrícola, derivados del cambio climático, afectarán la seguridad alimentaria en dos formas. En primer lugar, se verá afectado el *suministro de alimentos* a nivel local y mundial. En muchos países de ingresos bajos, que tienen una capacidad de financiación limitada para el comercio y que se apoyan mayormente en su propia producción para satisfacer sus necesidades alimentarias, puede resultar imposible compensar la disminución en el suministro local sin aumentar su dependencia de la ayuda alimentaria. En segundo lugar, se verán afectadas todas las formas tradicionales de producción agrícola y se reducirá *la capacidad de acceso a los alimentos*.

Es importante mencionar que además de la producción agrícola, otros procesos del sistema alimentario tienen igual importancia con respecto a la seguridad alimentaria y la pobreza, tal es el caso de la elaboración, la distribución, la adquisición, la preparación y el consumo de los comestibles. Con el cambio climático se acrecienta el riesgo de daño al transporte por tormentas y a la infraestructura para la distribución con la consecuente desorganización en las cadenas de producción alimentaria. Aunado a lo anterior, las proyecciones actuales para 2030 muestran que la participación de los víveres en el gasto promedio de una familia seguirá incrementándose, debido, entre otros factores, a la creciente escasez de agua, tierra y combustible que ejercen una presión progresiva en los precios de los alimentos generando mayores niveles de pobreza (FAO, 2007).

En suma, aunque el clima puede tener diversos efectos en los individuos, se considera que con un calentamiento generalizado de la atmósfera el mayor impacto se manifestaría sobre todo en un aumento en la mortalidad y disminución de los niveles de bienestar de la población. Esto es, se potencializaría la pobreza y la vulnerabilidad ya existentes y se incrementarían las dificultades a las que se enfrentan los pobladores más pobres del planeta para mejorar sus posibilidades de desarrollo. Cabe destacar, que los efectos del cambio climático serían especialmente devastadores para las poblaciones que habitan en los países en desarrollo; ya que estas economías disponen de escasos recursos económicos, humanos, técnicos e instituciones débiles o inexistentes para hacer frente a los efectos del cambio climático. Éste supone, por lo tanto, un serio obstáculo para erradicar la pobreza e influye también en la búsqueda de soluciones para los principales problemas como son la educación universal, la salud y alimentación (García y Barbero, 2010).

II. Evidencia empírica sobre el cambio climático y la pobreza en las delegaciones del Distrito

Federal

A continuación se ofrece un análisis estadístico sobre el comportamiento de la pobreza, el cambio climático y la relación cuantitativa entre ambos fenómenos para la ciudad de México. Para ello, mostramos, entre otras cosas,

⁸ Ver, en especial, Kundzewicz et. al (2007) y McGuigan, Claire, Reynolds y Wiedmer (2002).

⁹ Por vectores se comprende al conjunto de seres vivos que pueden transmitir enfermedades o infecciones, ejemplo, moscas, moscos, cucarachas, ratas, bacterias y otros microorganismos, etc.

cuáles delegaciones son las más pobres y cuáles, en consecuencia, son las más propensas a cambios drásticos en el clima. Este capítulo inicia con una breve descripción de la vulnerabilidad de la República Mexicana y del D.F. ante fenómenos naturales y posteriormente se analizan y discuten las cifras sobre la relación entre pobreza y cambio climático para las distintas delegaciones en el D.F.

Vulnerabilidad en México y el D.F.

Al hablar de la vulnerabilidad de la República Mexicana, ante fenómenos naturales, es importante recordar que por su latitud es más susceptible a ciclones, huracanes y maremotos (tsunamis), los cuales frecuentemente se asocian con los terremotos y los ajustes de las placas terrestres y marinas. Adicionalmente, las condiciones orográficas de nuestro país lo hacen más sensible a la ocurrencia de eventos extremos, por ejemplo, existen volcanes altos, algunos activos (Popocatépetl, Colima) y Sierras Madres abruptas con deslizamientos de terraplenes (Spring, 2007). En este contexto, las autoridades del gobierno mexicano estiman que 36 por ciento de la población nacional está severamente expuesta a desastres naturales; mientras que un 22 por ciento está moderadamente expuesta y un 42 por ciento enfrenta muy bajos riesgos (Cuadro 1). Lo anterior permite concluir que en general, México puede ser clasificado como un país con nivel de riesgo elevado y muy susceptible ante cambios abruptos en las condiciones climáticas.

Cuadro 1
Población en riesgo en México por eventos naturales, 2004

Grado de Riesgo	Personas (millones)	% de población afectada
Muy alto	28.6	26
Alto	11.0	10
Regular	24.2	22
Bajo	14.3	13
Muy bajo	31.9	29

Nota: como eventos naturales se tomaron en cuenta erupciones volcánicas, inundaciones, huracanes, sismos y deslizamientos de tierra.

Fuente: Secretaría de Gobernación. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), 2004.

En este contexto destaca el caso del Distrito Federal que comparte las mismas características de vulnerabilidad de la República Mexicana, pero que adicionalmente tiene una gran actividad industrial y socioeconómica y, por ende, produce grandes cantidades de contaminantes. Esta última característica contribuye a que el D.F. sea identificado como una de los lugares con los más altos índices de vulnerabilidad a nivel mundial (Mapa 1).¹⁰

¹⁰ Es importante aclarar que el índice de riesgo es el resultado de tres factores: peligro, se refiere a la probabilidad de que se presente un evento de cierta intensidad, tal que pueda ocasionar daños en un sitio dado; vulnerabilidad, indica la propensión de los sistemas sociales y físicos (en términos de la cantidad de población o costo de la infraestructura o cualquier otro índice de valor de las posibles pérdidas) a ser afectados por el evento, la vulnerabilidad se expresa como una probabilidad de daño y grado de exposición; señala la cantidad de personas, bienes y sistemas que se encuentran en el sitio considerado, factibles de ser dañados por el evento.

Mapa 1
Índice de riesgo por mega ciudad



Fuente: Berz, Gerhard. *Climate change and natural disasters: economic impacts and possible countermeasures*, GeoRisikoForschung, Münchener Rück, 2004.

El mapa anterior confirma que el D.F. tiene uno de los mayores índices de riesgo ante eventos extremos en toda América Latina, y su vulnerabilidad es apenas inferior a la de otras ciudades como Chicago, Nueva York, Hong Kong o Londres. Cabe destacar que el mapa también permite confirmar que los lugares más vulnerables a nivel mundial son ciudades con características similares a las de la Ciudad de México.

El Cuadro 2 presenta información sobre las delegaciones del D.F. que tienen una mayor propensión a sufrir eventos extremos, frecuentemente asociados al cambio climático, tales como temperaturas y precipitaciones extremas. Al respecto, las delegaciones que han observado *temperaturas y precipitaciones extremas* son: Gustavo A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa, Venustiano Carranza, Cuajimalpa, Tlalpan y Xochimilco. Nótese que varias de las delegaciones sufren de ambos fenómenos climáticos extremos. Por ejemplo, Gustavo A. Madero, Iztacalco y Venustiano Carranza han registrado alta temperatura así como baja precipitación. Por su parte, Cuajimalpa y Tlalpan observan alta precipitación y baja temperatura. Cabe destacar que existen cinco delegaciones que registran cambios climáticos extremos. Lo anterior, como hemos venido argumentando, las convierte en zonas geográficas más vulnerables y, por tanto, la población pobre de estas zonas se encuentra más expuesta ante la ocurrencia de fenómenos extremos.

Cuadro 2

Delegaciones con temperaturas y precipitaciones extremas

Indicador climático	Delegación	Indicador climático	Delegación
Temperatura Alta	Gustavo A. Madero	Precipitación Alta	Cuajimalpa
	Iztacalco		Tlalpan
Temperatura Baja	Venustiano Carranza	Precipitación Baja	Gustavo A. Madero
	Cuajimalpa		Iztacalco
	Tlalpan		Iztapalapa
	Xochimilco		Venustiano Carranza

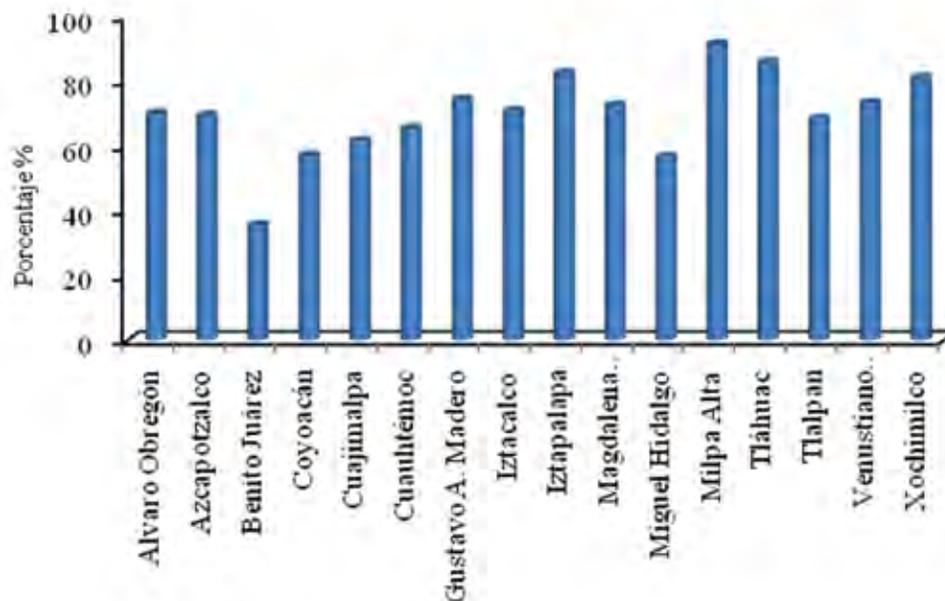
Fuente: Estrada, F., A. Martínez-Arroyo, A. Fernández-Eguiarte, E. Luyando y C. Gay. *Defining climate zones in México City using multivariate analysis*, *Atmósfera* 22(2), 2009, pág. 180.

La pobreza en las delegaciones del D.F.

En esta sección discutimos los niveles de pobreza en el D.F., lo anterior con la finalidad de proveer de un panorama general que permita vincular el cambio climático con la pobreza en el siguiente capítulo. Así, en primer lugar se analiza de manera global la situación económica de la población del D.F. y, posteriormente, se discuten algunos de los indicadores asociados a la pobreza, tales como disponibilidad de agua, salud, migración, ingresos monetarios y seguridad alimentaria.

Según el informe del Banco Mundial (2004) sobre pobreza en las zonas urbanas de México, el 11 por ciento de la población total del D.F. vive en condiciones de extrema pobreza (por debajo de la línea de pobreza alimentaria de CONEVAL) y 42 por ciento en condiciones de pobreza moderada. La Gráfica 1 muestra la proporción de individuos en pobreza respecto a la población total de cada delegación en 2007

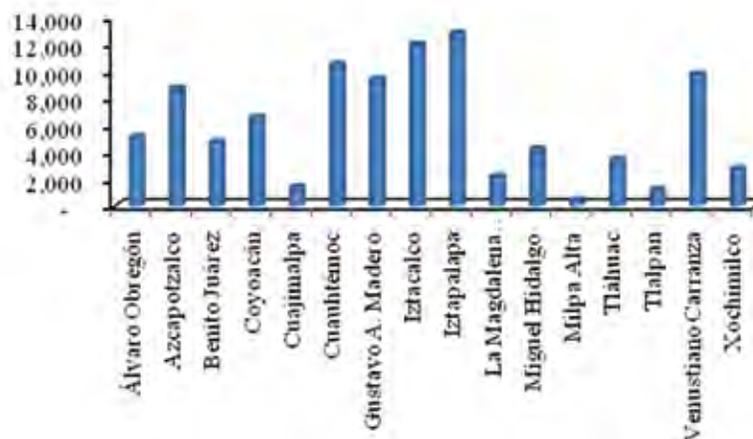
Gráfica 1
Población en condiciones de Pobreza en el D.F. en 2007
Porcentaje respecto de la población total delegacional



Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Censo de Población y Vivienda 2005, publicados en “Pobreza, presupuesto y delegaciones en el DF”, La Jornada (Enero 25 de 2007).

Como puede apreciarse, la mayor parte de las delegaciones tiene una alta concentración de individuos pobres respecto de su población total, con excepción de la delegación Benito Juárez (con solo un 35.72 por ciento). Esto sugiere que la población que vive en pobreza en el D.F. es mayoritaria en casi todas las delegaciones. Al respecto, la Gráfica 2 muestra la concentración territorial de la pobreza por cada delegación. Como se observa, las delegaciones Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa y Venustiano Carranza presentan una mayor concentración de pobres. En todas estas delegaciones, en promedio, habitan más de 9,000 personas pobres por kilómetro cuadrado.

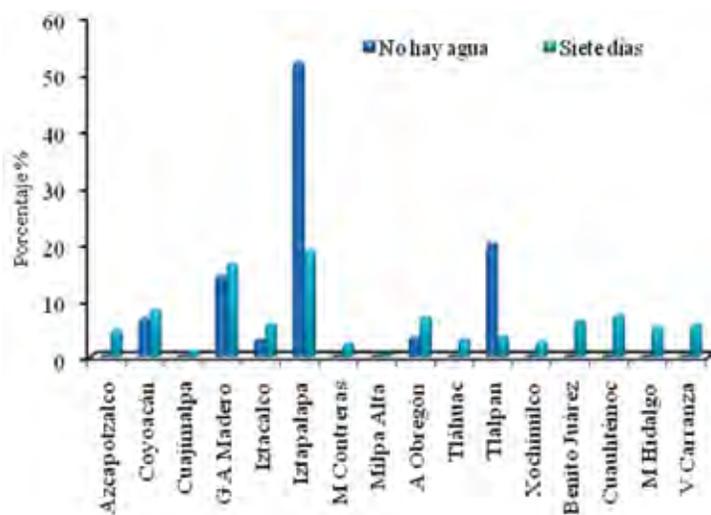
Gráfica 2
Concentración delegacional de la pobreza
Número de Pobres por kilómetro cuadrado



Fuente: Elaboración propia en base a los datos de INEGI y del Censo de Población y Vivienda 2005.

Aunque la información anterior permite conocer las condiciones generales de vida de la población que habita en el D.F., es importante señalar que la pobreza no puede ser considerada como un fenómeno meramente cuantitativo, es decir, reflejada únicamente en el nivel de ingreso. El nivel de pobreza de los individuos puede medirse también a través de otros indicadores como el acceso a servicios como agua potable, electricidad y salud. Así, por ejemplo, de acuerdo con la Evaluación de la Política de Acceso Domiciliario al Agua Potable del Distrito Federal, realizada por el PUAC (Programa Universitario sobre Estudios de la Ciudad) de la UNAM, el 14.4 por ciento de la población total del D.F., no cuenta con suministro de agua. Asimismo, poco más de un millón y medio más de habitantes reportan un suministro irregular. En la Gráfica 3, se observa la disponibilidad de agua en las diferentes delegaciones según la Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares. Los datos ahí contenidos indican que las delegaciones Iztapalapa, Tlalpan y Gustavo A. Madero son las más afectadas por el escaso suministro de agua. Sin embargo, cabe destacar que Iztapalapa, Gustavo A. Madero y Coyoacán son las que reciben mayor porcentaje de agua con relación a las demás delegaciones.

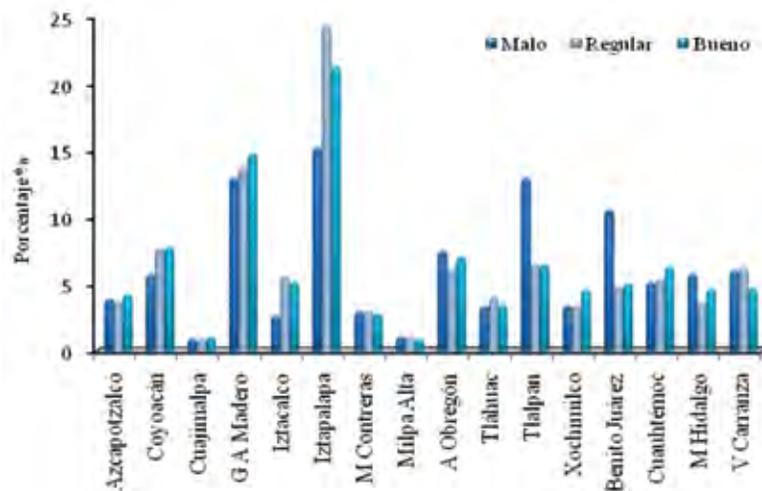
Gráfica 3
Disponibilidad de agua en las diferentes delegaciones del D.F.
¿Cuántos días a la semana llega el agua al hogar?



Fuente: Elaboración propia en base a los datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2008.

La salud, otro indicador del grado de pobreza de la población, depende de una gran variedad de factores, como la variabilidad del clima y, en su caso, eventos climáticos extremos. En diversos estudios se destaca que el cambio climático influye en el origen, intensificación y redistribución de enfermedades como el dengue, paludismo, enfermedades transmitidas por agua, alimentos y enfermedades respiratorias. En otros estudios se ha concluido que los principales conductores por los cuales la variabilidad climática afecta a la salud son los cambios bruscos en temperatura y precipitación pluvial (Riojas, Hurtado, Idrovo y Vázquez, 2006). En la Gráfica 4, se presenta la percepción del estado de salud de los habitantes del D.F. La información de esta gráfica permite destacar que los habitantes de las delegaciones Iztapalapa, Gustavo A. Madero y Tlalpan son quienes tienen la percepción más negativa de su estado de salud en relación con los pobladores de otras delegaciones. Interesantemente, estas tres delegaciones se encuentran en el grupo de las más afectadas por temperaturas y precipitaciones extremas. Adicionalmente, Iztapalapa y Gustavo A. Madero son dos de las delegaciones con más concentración de pobres. Lo anterior sugiere que existe un vínculo evidente entre salud, pobreza y eventos extremos climáticos en el D.F.

Gráfica 4
Percepción del estado de salud de los habitantes de las delegaciones del D.F.



Fuente: Elaboración propia en base a los datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2008.

Es importante señalar que los efectos negativos en la salud que resulten de un evento climático extremo pueden agudizarse si no se cuenta con los servicios médicos adecuados, elemento común en zonas marginadas. El Cuadro 3 muestra la población con acceso a la seguridad social por delegación. Se observa que cerca de la mitad de la población del D.F. (43.8 por ciento) carece de acceso a servicios de seguridad social. Las delegaciones que presentan los porcentajes más elevados son Milpa Alta, Cuajimalpa, Xochimilco, Tláhuac e Iztapalapa. Es importante notar que, de acuerdo a la columna (4), los habitantes de las delegaciones Iztapalapa y Gustavo A. Madero sin acceso a la seguridad social representan, en su conjunto, el 15.4 por ciento de la población total del D. F. Ambas delegaciones, como se ha señalado, destacan por su elevada vulnerabilidad, al estar expuestas a eventos meteorológicos extremos, concentrar un gran número de pobres y tener escaso acceso a los servicios de salud.

Cuadro 3
Población sin acceso a Seguridad Social, 2009

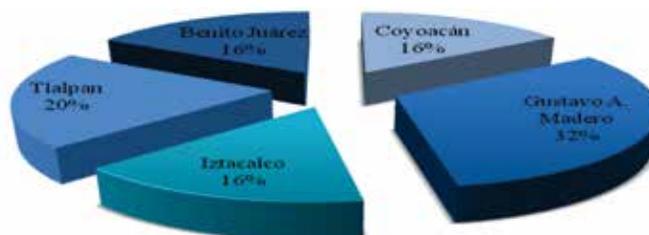
Delegación	Población			
	(1)	(2)	(3)	(4)
	Total	Sn/ S.S.*	(2)/(1)%	(2)/ $\Sigma(1)$ %
Azcapotzalco	418,413	129,576	31.0	1.5
Coyoacán	623,672	246,827	39.6	2.8
Cuajimalpa	190,259	102,523	53.9	1.2
Gustavo A. Madero	1,168,120	469,288	40.2	5.3
Iztacalco	386,399	154,253	39.9	1.7
Iztapalapa	1,856,515	889,022	47.9	10.1
Magdalena Contreras	234,916	108,064	46.0	1.2
Milpa Alta	130,518	84,050	64.4	1.0
Álvaro Obregón	720,112	318,253	44.2	3.6
Tláhuac	374,728	183,798	49.0	2.1
Tlalpan	621,674	295,700	47.6	3.3
Xochimilco	427,383	214,376	50.2	2.4
Benito Juárez	361,966	132,502	36.6	1.5
Cuauhtémoc	531,004	220,574	41.5	2.5
Miguel Hidalgo	357,733	139,818	39.1	1.6
Venustiano Carranza	438,504	184,882	42.2	2.1
Total	8,841,916	3,873,506		43.8

* Sn/S.S. = Población sin acceso a Seguridad Social

Fuente: Elaboración Propia con datos de la Agenda Estadística de la Secretaría de Salud del Distrito Federal, 2009.

Otro indicador que refleja la pobreza y vulnerabilidad en una región es la migración. De acuerdo a la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y la Organización Internacional para las Migraciones (OIM), para el año 2050, unos mil millones de personas podrían verse forzadas a migrar como consecuencia de fenómenos meteorológicos extremos. Evidentemente, los movimientos migratorios pueden obstaculizar el desarrollo y promover la pobreza al incrementar los requerimientos de infraestructura y servicios, los cuales comúnmente son imposibles de suministrar a la misma tasa en que ocurre la migración; del mismo modo, la migración aumenta el riesgo de conflictos y empeora las condiciones sanitarias, de educación y sociales entre los migrantes y las comunidades receptoras. La Gráfica 5 muestra las principales delegaciones del D.F. que registran movimientos migratorios. Como se observa, 32 por ciento de la población que habita la delegación Gustavo A. Madero decide modificar su residencia. En el caso de la delegación Tlalpan, la cifra es de 20 por ciento, mientras que en las delegaciones Iztacalco, Benito Juárez y Coyoacán es de 16 por ciento. Curiosamente, las delegaciones que han sufrido mayor migración son aquellas que han registrado temperaturas y precipitaciones extremas.

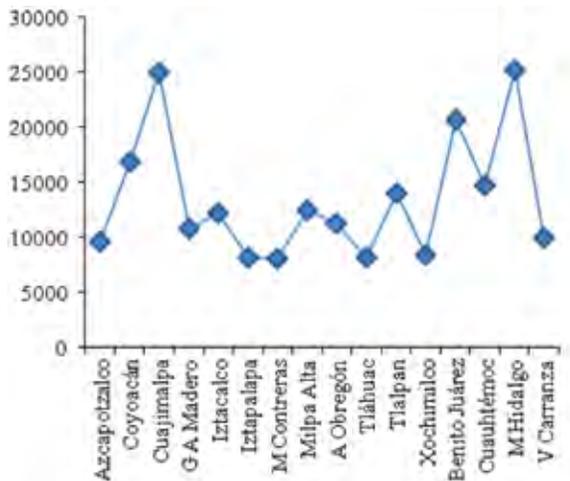
Gráfica 5
Delegaciones del D.F. con mayores niveles de migración



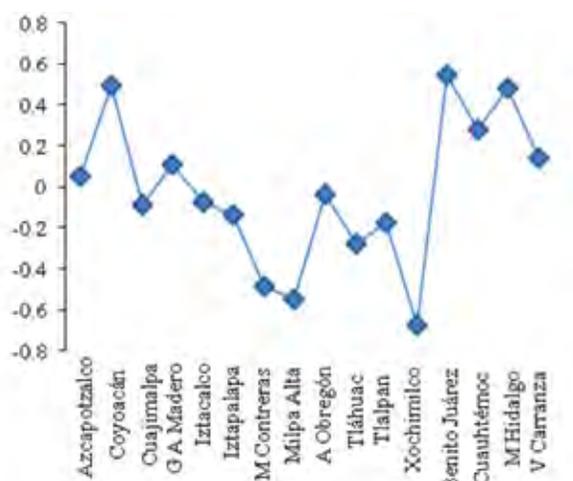
Fuente: Elaboración propia con base a los datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2008.

Dos indicadores adicionales de pobreza son los ingresos monetarios y el índice de marginación. En las Gráficas 6 y 7 se muestran la media del ingreso trimestral y un índice de marginación por delegación en el D.F.¹¹ Las áreas sombreadas destacan a las delegaciones con menores ingresos y con índices de marginación negativos; es decir, aquellas con mayores condiciones de pobreza.¹² En ambas gráficas se observa que las delegaciones Iztapalapa, Magdalena Contreras, Tláhuac y Xochimilco presentan menores ingresos y un mayor índice de marginación. Por otra parte, Coyoacán, Benito Juárez y Miguel Hidalgo, son las delegaciones que disfrutan de mejores niveles de ingreso y de vida.

Gráfica 6
Media del ingreso trimestral
por delegaciones del D.F.



Gráfica 7
Índice de marginación por delegación
del D.F.



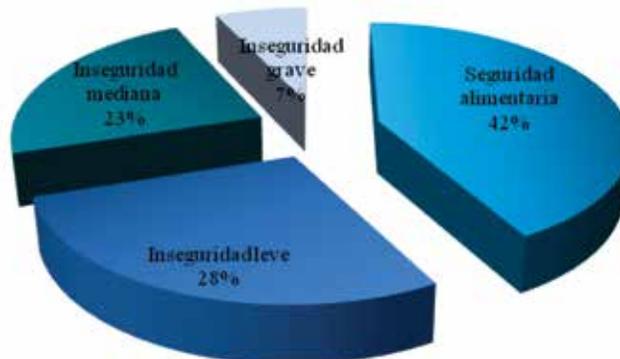
Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2008.

La capacidad de acceder a los alimentos es un indicador más de pobreza. Con datos de la FAO, es posible argumentar que en el D.F. existían en 2008 aproximadamente 110 mil familias en situación de pobreza alimentaria. En la Gráfica 8 se muestra el porcentaje de la población que se encuentra en algún nivel de inseguridad alimentaria en el D.F. La gráfica indica que 42 por ciento de la población tiene seguridad alimentaria, mientras que el restante 58 por ciento enfrenta algún grado de inseguridad alimentaria. Un 28 por ciento manifiesta inseguridad leve, 23 por ciento inseguridad mediana y 7 por ciento inseguridad grave. En la Gráfica 9 se presenta el gasto que realizan, los hogares del Distrito Federal, en alimentos. Como se aprecia, las delegaciones Magdalena Contreras, Milpa Alta, Venustiano Carranza, Gustavo A. Madero e Iztacalco, y en menor medida Iztapalapa, Tláhuac, Xochimilco y Cuauhtémoc son las que registran un menor gasto promedio en comestibles, el cual oscila entre \$2,400 y \$2,900 pesos. Mientras las delegaciones Coyoacán, Miguel Hidalgo, Benito Juárez y Cuajimalpa observan un mayor gasto promedio en alimentos. Evidentemente, las delegaciones con más pobres y con más riesgo de eventos climáticos extremos son las que enfrentan mayores problemas de inseguridad alimentaria.

¹¹ Para obtener el índice de marginación se ha realizado un estudio mediante la técnica de análisis multivariado, llamada Análisis Factorial, la cual sintetiza la información, o reduce la dimensión (número de variables). Es decir, ante un banco de datos con numerosas variables, el objetivo es reducirlas a un menor número perdiendo la menor cantidad de información posible. Los nuevos factores serán una combinación lineal de las variables originales, y son además independientes entre sí. En el presente estudio la correlación es nula (cero), lo que indica que existe independencia entre los factores. La elección de estos factores se realizó de tal forma que el primero recogió la mayor proporción posible de la variabilidad original; el segundo factor recoge la máxima variabilidad posible no recogida por el primero, y así sucesivamente. En este caso, los dos primeros factores son los más importantes, puesto que explican cerca del 60 por ciento del total de la varianza.

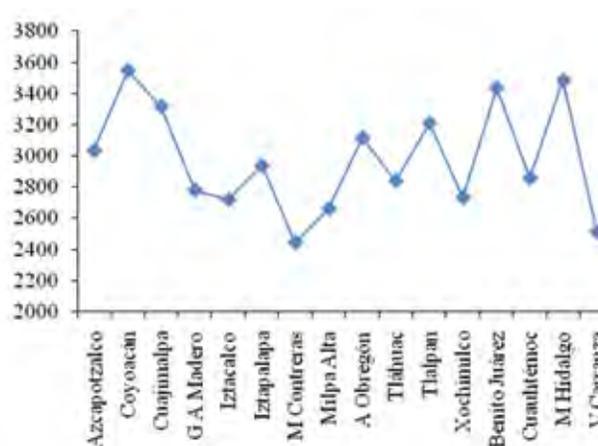
¹² Un índice de Marginación negativo indica que se observa en una condición de mayor pobreza; en cambio cuando es positivo sugiere menor nivel de pobreza.

Gráfica 8
Porcentaje de población en inseguridad alimentaria en el D.F., 2003



Fuente: Parás, Pablo y Rafael Pérez Escamilla. *El Rostro de la Pobreza: la Inseguridad Alimentaria en el Distrito Federal*, 2003.

Gráfica 9
Media del gasto alimentario mensual por delegación del D.F.



Fuente: Elaboración propia en base a los datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2008.

En síntesis, la evidencia de la presente sección nos permite señalar que son los habitantes de las delegaciones Gustavo A. Madero, Iztapalapa y Tlalpan quienes reciben con menor frecuencia agua potable y perciben un estado de salud más desfavorable (especialmente, en las delegaciones Gustavo A. Madero e Iztapalapa, donde también se cuenta con menores niveles de seguridad social), prefieren migrar (excepto Iztapalapa), tienen menores ingresos y, por consiguiente, un menor nivel de vida. Asimismo, dichos habitantes cuentan con bajo consumo de alimentos, principalmente en las delegaciones Gustavo A. Madero e Iztapalapa. Cabe apuntar que estas tres delegaciones se encuentran entre aquellas que presentan temperaturas y precipitaciones extremas. Estos hechos sugieren que se requiere implementar medidas de política pública enfocadas a evitar que los niveles de pobreza y vulnerabilidad de estas áreas aumenten en los próximos años, debido entre otros factores, al cambio climático.

III. Impactos del cambio climático en la pobreza urbana

En esta sección se ofrece evidencia microeconómica sobre los potenciales impactos del cambio climático en la población de la ciudad de México. Para ello se estima un modelo que indica como cambiarían los diferentes indicadores asociados a la pobreza urbana en un contexto de cambio climático. Los indicadores que se usan son la disponibilidad de agua, el estado de salud, la migración, los ingresos monetarios y la seguridad alimentaria. A continuación se detallan los aspectos referentes a la metodología utilizada en la evaluación de impacto y el diseño muestral. Posteriormente se presentan y se discuten los resultados y sus implicaciones para la política pública.

Métodos de evaluación de impacto

Las evaluaciones econométricas del impacto de programas sociales son una de las metodologías estadísticas más útiles y confiables para evaluar los resultados de programas de *política pública* o de *intervenciones* de otra naturaleza. Éstas permiten, entre otras cosas, medir los efectos que tiene un programa social sobre el bienestar de un grupo de beneficiarios, con relación a otro grupo de individuos que tienen características similares pero que no reciben beneficio alguno del programa en cuestión. Esto es, se construye un escenario contrafactual que permite comparar dos grupos: uno tratado y otro que no recibe el tratamiento. La diferencia en los resultados promedio de ambos grupos constituye el impacto del tratamiento (política pública). A través de la evaluación econométrica de impacto es posible medir los efectos netos del programa sobre los individuos que son tratados.

En el presente estudio no se pretende evaluar el impacto de una política pública, más bien se busca determinar el impacto potencial de un aumento en la temperatura (intervención), generado por el cambio climático, en la población del D.F., segmentada en delegaciones más y menos vulnerables al cambio climático. Es decir, se asume que existen dos grupos de delegaciones en el D.F., aquellas zonas con temperaturas extremas y que están siendo actualmente afectadas por el cambio climático (área tratada por un evento extremo) y aquellas zonas con temperaturas medias normales (área no tratada o afectada). Una vez que se construyen ambos grupos, mediante técnicas de pareamiento por puntajes de propensión, se lleva a cabo la comparación de las delegaciones más expuestas a temperaturas extremas (cambio climático) con las menos expuestas, pero que tiene características similares. Dado que ambos grupos se construyen con características similares (grupos homogéneos), los cambios en los indicadores de pobreza se podrán atribuir de manera exclusiva al tratamiento (en este caso el cambio climático). Esto es, se evalúa si la delegación es o no afectada por una externalidad climática negativa; léase un cambio climático como temperaturas extremas, altas precipitaciones y tormentas eléctricas.

Cabe destacar que para el desarrollo del estudio comparativo se definieron dos grupos de estudio: un grupo de tratamiento, delegaciones que actualmente observan cambios de temperatura asociados al cambio climático y un grupo de control constituido por delegaciones con características similares al grupo de tratamiento, pero que no se encuentran en áreas que sufren de eventos extremos (provocados, por ejemplo, por el cambio climático drástico). Para la realización de las estimaciones de impacto se usó la Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH) 2008. En este análisis únicamente se toma información de las 16 delegaciones que comprenden el D.F., lo cual representa un total de 2, 423,637 hogares en la muestra. La base de datos cuenta con ponderadores o factores de expansión para la proyección de cifras a nivel nacional. Asimismo, el diseño es polietápico, estratificado y por conglomerados, donde la unidad última de selección es la vivienda y la unidad de observación es el hogar.¹³ Para la construcción de los grupos de comparación y para el análisis de los datos se usan dos métodos de regresión, Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y Pareamiento por Puntaje de Propensión (PPP), los cuales se detallan a continuación.

Pareamiento por Puntaje de Propensión

Cuando la asignación de individuos a grupos de control o tratamiento no se da de forma aleatoria, la estimación de los efectos del tratamiento puede estar sesgada. En el trabajo de Rosenbaum y Rubin (1983) se propone el método de PPP (también conocido como *Propensity Score Matching*) para reducir el sesgo en la estimación del efecto de tratamiento, de tal manera que el objetivo de PPP es reducir el sesgo de selección. La manera en que se reduce el sesgo es usando individuos de control y tratados que son tan parecidos como sea posible. Para ello, se genera una probabilidad condicional, tanto para el grupo de control como para el de tratados (usualmente dicha probabilidad se obtiene de una regresión logística). Posteriormente, se eligen a individuos con la misma probabilidad condicional para crear el nuevo grupo contrafactual. Una vez seleccionados ambos grupos, se debe estimar el efecto del tratamiento, es decir, el impacto de vivir en un área afectada por el cambio climático

¹³ Para mayor información sobre el diseño muestral véase ENIGH. Documento Metodológico.

(eventos extremos) con respecto a no vivir en un área afectada, para lo cual se puede utilizar el *método del vecino más cercano*,¹⁴ el cual consiste en tomar cada unidad tratada y buscar las unidades del grupo de control con la probabilidad condicional más cercana. Una vez que han sido acopladas las unidades tratadas con los controles, se calcula la diferencia de los indicadores entre los grupos, lo que se considera el impacto.

La evidencia empírica del impacto del cambio climático en la pobreza del D.F.

Con la finalidad de determinar el impacto del cambio climático en la pobreza urbana se han incorporado una serie de estimaciones sobre las posibles respuestas de variables de pobreza ante cambios en las siguientes variables: 1) la temperatura, 2) la precipitación y 3) el número de días con tormenta. Se utilizaron los métodos MCO y PPP, descritos arriba. Las variables que miden los cambios en los niveles de pobreza son: disponibilidad de agua, salud, migración, ingresos, calidad de vida (índice de marginación) y seguridad alimentaria.

La especificación econométrica que se usó puede expresarse como sigue:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_2 Z_i + \mu_i$$

Donde Y_i es el indicador de pobreza, medido como disponibilidad de agua, salud, migración, ingresos, calidad de vida (índice de marginación) y seguridad alimentaria; X_i se refiere a la variable que mide el cambio climático; Z_i es el vector que indica otros determinantes de la pobreza, como características demográficas y socioeconómicas y μ_i es el término de error. Los resultados del impacto de cambio climático en la pobreza, usando MCO, pueden observarse en el Cuadro 4.

Cuadro 4
Impacto del Cambio Climático en la Pobreza del D.F.
Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) ^{1/2/}

Variable de interés	Temperatura	Precipitación	Mayor número de días con tormenta
Disponibilidad de agua (semanal)	-1.358 [0.154]***	-1.186 [0.200]***	-0.285 [0.075]***
Salud	-	-0.086 [0.050]*	-
Migración	0.05 [0.003]*	-	0.006 [0.003]***
Ingresos (trimestrales)	-1953.43 [940.7]***	-4747.56 [978.29]***	-3778.37 [1434.46]***
Índice de marginación	-0.323 [0.088]***	-0.185 [0.104]*	-0.155 [0.044]***
Seguridad alimentaria	-358.326 [91.27]***	-396.379 [78.127]***	-162.739 [98.475]***

1/ El error estándar se encuentra en paréntesis. *Significativo al 10%; **significativo al 5%; ***significativo al 1%.

2/ El número de observaciones para todas las regresiones es 2, 423,637. Como regresores se usaron las siguientes variables: edad, educación, género, número de residentes en el hogar, recolección de basura en la localidad, número de horas trabajadas por el jefe del hogar, número de cuartos y material del piso en la vivienda.

Nota: el impacto de temperaturas se refiere a bajas temperaturas en el caso de agua e índice de marginación y alta temperatura para ingresos, migración y seguridad alimentaria. Los impactos de precipitación indican precipitación alta, excepto para ingresos y seguridad alimentaria se usó baja precipitación.

14 Existen otros métodos como el emparejamiento radial, emparejamiento por estratificación y el emparejamiento por Kernel. Sin embargo, para el presente trabajo resultó más adecuado usar el *método del vecino más cercano*.

Los resultados, en la primera columna, sugieren que una temperatura más baja reduciría la disponibilidad de agua en 1.358 días a la semana. Lo mismo sucede con el nivel de vida, medido por un índice de marginación, el cual se reduce en 0.323. También, destaca que con temperaturas extremas, la probabilidad de migrar aumenta en 0.05, mientras que el nivel de ingresos trimestrales se reduce en 1,953.43 pesos y las familias disminuyen su gasto en alimentos en \$358.326 pesos al mes. Esto último sugiere que la seguridad alimentaria de los habitantes del D.F. se vería afectada seriamente.

Los resultados, en la segunda columna del cuadro 4, indican también que con precipitaciones extremas, la disponibilidad de agua se reducirá en un día (-1.186), lo mismo que el nivel de vida (-0.185). La misma suerte sufrirá el ingreso trimestral, al caer \$4,747 pesos, y el gasto de alimentos, al reducirse \$396 pesos mensualmente. Los resultados son muy similares cuando se estima que el cambio climático se manifiesta con un mayor número de días con tormentas (columna 3).

Con la finalidad de asegurar la robustez estadística y *confiabilidad* de las estimaciones anteriores, se realiza la misma estimación pero usando métodos de pareamiento por puntajes de la propensión (PPP). Los resultados se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5
Impacto del Cambio Climático en la Pobreza en el D.F.
Pareamiento por Puntaje de Propensión^{1/2/}

Variable de interés	Temperatura	Precipitación	Mayor número de días con tormenta
Disponibilidad de agua (semanal)	-1.401 [0.139]***	-1.511 [0.186]***	-0.386 [0.081]***
Salud	-0.061 [0.033]**	-0.149 [0.083]**	-0.103 [0.062]*
Migración	0.08 [0.005]*	0.022 [0.012]**	0.009 [0.005]*
Ingresos (trimestrales)	-1742.88 [1007.5]*	-9320.636 [5227.69]*	-1973.019 [1190.744]*
Índice de marginación	-0.526 [0.077]***	-0.282 [0.095]***	-0.198 [0.049]***
Seguridad alimentaria	-313.92 [93.494]***	-269.153 [149.97]*	-243.000 [117.765]***

1/ El error estándar se encuentra en paréntesis. *Significativo al 10%; **significativo al 5%; ***significativo al 1%.

2/ El número de observaciones ronda entre 155 a 702 observaciones para el grupo de tratados y entre 245 a 2,232 observaciones para el grupo de control. Como regresores se usaron las siguientes variables: edad, educación, género, nivel de ingresos, número de residentes en el hogar, recolección de basura en la localidad, número de horas trabajadas por el jefe del hogar, número de cuartos, material de piso y techo en la vivienda, superficie construida del terreno y disponibilidad de drenaje y de teléfono en la vivienda.

Nota: el impacto de temperaturas se refiere a bajas temperaturas en el caso de agua e índice de marginación y alta temperatura para salud, migración, ingresos y seguridad alimentaria. Los impactos de precipitación indican precipitación alta. Asimismo, el método reportado es el de vecino más cercano.

Los resultados obtenidos por el método PPP son bastante similares a los obtenidos por el método MCO (cuadro 4). Así, se confirma que la escasez de agua será uno de los problemas más importante ante el surgimiento de fenómenos climáticos extremos.¹⁵ Esto es, con el cambio climático se espera una reducción en la disponibilidad de agua debido a incrementos en la frecuencia de sequías y de la evaporación, así como cambios en los patrones de precipitación. Por ejemplo, si persisten las temperaturas extremas o precipitaciones muy fuertes la disponibilidad de agua se reduciría más de un día a la semana.

Por otra parte, el impacto del cambio climático también afectará la salud de los individuos en situación de pobreza extrema, empeorando la percepción de la salud de los individuos y su vulnerabilidad ante enfermedades

¹⁵ En menos de 60 años la disponibilidad natural media de agua per cápita en México ha disminuido 241m³ en promedio anual, al pasar de 18 mil 053 m³ por habitante al año en 1950, a tan sólo 4 mil 288 m³ por habitante al año en 2008 (cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI).

como el dengue. De acuerdo con datos de la Secretaría de Salud (SSA), de 2001 a 2009 la incidencia del dengue aumentó en México en dos mil 949 por ciento como consecuencia del cambio climático, al hacer migrar al mosquito portador hacia otros estados del país. En este caso, el impacto de mayores precipitaciones y un mayor número de días con tormenta se reflejará en una reducción en los niveles de salud de los individuos pobres del DF.

De igual forma, la movilidad de la población se incrementará con el cambio climático. Por otra parte, los ingresos se reducirían en \$1,743 pesos si las temperaturas son extremas; ante mayores niveles de precipitación sufrirán la misma suerte, cayendo \$9,321 pesos, y \$1,973 pesos si aumentan los días con tormenta. En el caso del índice de marginación, los resultados estimados sugieren que a medida que la zona presenta alteraciones en su clima se perjudica o se reduce el nivel de vida de la población.

Finalmente, el cambio climático traerá consigo la disminución de la capacidad productiva de las tierras cultivables que puede ocasionar una reducción de la oferta en alimentos. Así, con un incremento en la temperatura, en la precipitación o en las tormentas, el consumo en alimentos se reduce en \$314, \$269 y \$243 pesos, respectivamente.

Finalmente, es importante mencionar que la relevancia de contar con las anteriores cifras precisas sobre los costos del cambio climático, a nivel familiar, reside en que constituyen un punto de partida para el planteamiento de medidas de política pública, y presupuestales, para mitigar el impacto del cambio climático en la pobreza.

Conclusión

El objetivo de este trabajo es presentar mediciones numéricas precisas del impacto económico del cambio climático en el nivel de pobreza en los habitantes de la Ciudad de México, que sirvan como referente para el diseño e implementación de políticas públicas para mitigar los impactos del cambio climático en la pobreza urbana. Así, nuestros principales hallazgos muestran que los habitantes de las delegaciones Gustavo A. Madero, Iztapalapa y Tlalpan se encuentran entre los más propensos a presentar mayores niveles de pobreza, y una gran variabilidad en el clima. Adicionalmente, los resultados estimados indican que con el cambio climático (temperaturas más altas) las delegaciones del D.F. recibirían con menor frecuencia agua potable (casi 5 días al mes), tendrían percepciones de su estado de salud más negativas y preferirían migrar hacia otros lugares. Adicionalmente, tendrían menores ingresos (una reducción de \$1,493 pesos al trimestre) y mayores dificultades para acceder a los alimentos (una reducción del gasto alimentario de 358 pesos al mes). Dado lo anterior, se infiere que en el futuro cercano es posible que en la ciudad de México, se pudieran presentar mayores niveles de pobreza y vulnerabilidad de la población, atribuibles a los procesos vinculados con el cambio climático.

Cabe destacar que para determinar los cambios en la pobreza, atribuibles a procesos específicos de cambio climático (temperatura, precipitación, tormentas), en este trabajo se hizo uso de una serie de modelos econométricos. Específicamente, se elaboró un ejercicio contrafactual con dos grupos. El primer grupo aglutinó individuos que actualmente están sujetos a eventos extremos (temperaturas, precipitaciones etc.) en las delegaciones del D.F. El otro grupo consideró individuos de las delegaciones con menos propensión a sufrir eventos extremos, pero con características socioeconómicas similares (estadísticamente homogéneos) a los del primer grupo. Una vez hecho esto, se tuvieron dos grupos comparables, por lo que se procedió a estimar los impactos de *shocks* de cambio climático hipotéticos sobre los indicadores de pobreza tales como ingresos, percepción de la salud, migración, etc.

La importancia de las cifras presentadas en este documento es que constituyen un insumo básico para plantear escenarios, presupuestos y acciones concretas para contener la expansión de la pobreza, derivada del cambio climático, que podría comprometer la viabilidad y el desarrollo sustentable de nuestra ciudad en el mediano plazo. Por ejemplo, se podría diseñar un programa que evite la disminución de los ingresos trimestrales de la población pobre mediante políticas de creación de empleos relacionados con la prevención del cambio climático.

Bibliografía

- Agenda Estadística de la Secretaría de Salud del Distrito Federal, 2009.
- Berz, Gerhard. "Climate change and natural disasters: economic impacts and possible countermeasures", *GeoRisikoForschung*, Münchener Rück. (2004)
- Censo de Población y Vivienda, 2005.
- Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2008.
- Estrada, F., A. Martínez-Arroyo, A. Fernández-Eguarte, E. Luyando y C. Gay. "Defining climate zones in México City using multivariate analysis", *Atmósfera* 22(2). (2009)
- Galindo, L.M. (coord.). "La economía del cambio climático en México", Gobierno Federal, SHCP y Semamat. (2009).
- García Gangutia, Arantxa y Barbero Sierra, Celia. "Cambio climático y pobreza: retos y falsos remedios", *Centro Nacional de Educación Ambiental*. (2010).

Gay C., F. Estrada, A. Sánchez. "Global and hemispheric temperatures revisited, *Climatic Change*", 94, (3-4) 333-349. (2009)

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). "Fourth Assessment Report: Climate Change 2007", consulte <http://www.ipcc-wg2.org/>

Kalkstein Laurence, S. «Global warming and human health: What are the possibilities?» En

Kundzewicz, Z.W., L.J. Mata, N.W. Arnell, P. Döll, P. Kabat, B. Jiménez, K.A. Miller, T. Oki, Z. Sen y I.A. Shiklomanov. Freshwater resources and their management. "Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change", M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, (2007), 173-210.

La Trobe, Sarah. "Climate Change and Poverty", *Tearfund*. (2002)

Le Treut, H., R. Somerville, U. Cubasch, Y. Ding, C. Mauritzen, A. Mokssit, T. Peterson y M. Prather. "Historical Overview of Climate Change". In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. (2007)

McGuigan, Claire, Reynolds R. y Wiedmer D. "Poverty and climate change: assessing impacts in developing countries and the initiatives of the international community", London School of Economics. (2002)

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). "Cambio climático y seguridad alimentaria: un documento marco", Roma. (2007)

Organización Mundial de la Salud. "Cambio Climático y Salud Humana". (2003)

Oswald Spring, Úrsula. "Desarrollo Rural, Cambio Climático y Desastres", en *XXVII Seminario de Economía Agrícola*, CRIM-UNAM. (2007)

Parás, Pablo y Rafael Pérez Escamilla. "El Rostro de la Pobreza: la Inseguridad Alimentaria en el Distrito Federal". (2003)

Riojas Rodríguez, Horacio, M. Hurtado, J. Idrovo y H. Vázquez. "Estudio diagnóstico sobre los efectos del cambio climático en la salud humana de la población en México", Instituto Nacional de Ecología- Instituto Nacional de Salud Pública. (2006)

Rosenbaum P, Rubin D. "The central role of the propensity score in observational studies for causal effects", *Biometrika*, 73:55. (1983)

Secretaría de Gobernación. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), 2004.

Stern, N., S. Peters, V. Bakhshi, A. Bowen, C. Cameron, S. Catovsky, D. Crane, S. Cruickshank, S. Dietz, N. Edmonson, S.-L. Garbett, L. Hamid, G. Hoffman, D. Ingram, B. Jones, N. Patmore, H. Radcliffe, R. Sathiyarajah, M. Stock, C. Taylor, T. Vernon, H. Wanjie, and D. Zenghelis, "Stern Review: The Economics of Climate Change", *HM Treasury*, London. (2006)

Wallerstein, I.. "Ecología y costes de producción capitalistas: no hay salida", *Revista Futuros* núm. 20. Vol. VI. (2008)

Estimación de una demanda potencial de microcréditos en Baja California

Adanelly Avila Arce¹
Martin Arturo Ramírez Urquidy²

Resumen

En el presente trabajo se realiza un análisis sobre la capacidad de endeudamiento de las microempresas de Baja California para identificar una demanda potencial de microcréditos y conocer los factores que inciden en el grado de endeudamiento de las microempresas. Se considera una muestra de 3495 unidades económicas de los municipios de Tijuana, Mexicali, Tecate y Ensenada. A través de la estimación de modelos logit se obtienen diversos resultados, entre los destacan, que existe una demanda potencial de microcréditos puesto que la capacidad de endeudamiento de las microempresas resulta positiva y significativa para el 93% de la muestra. Interesantemente, la probabilidad de éxito de la Capacidad de Endeudamiento está determinada en gran medida por el Valor Presente Neto de las microempresas, la Tasa Promedio de Rendimiento y por el Flujo de Caja de las mismas.

Palabras Clave: Microempresa, Financiamiento, Capacidad de Endeudamiento. Clasificación JEL: D14, D53, G21, G32.

I. Introducción

La proliferación de microempresas en la economía mexicana fue considerada como una ventaja durante los años posteriores a la crisis financiera de diciembre de 1994, debido a que este tipo de entidades repercutieron de manera positiva para evitar elevadas tasas de desempleo, impidiendo con ello problemas económicos y sociales aun más profundos, (Carrasco, 2005). Para finales del siglo XX la economía mexicana se había enfocado en el comportamiento y adaptación de las microempresas al sistema productivo debido principalmente al impacto económico y social, además de estar consideradas como receptoras de mano de obra y generadoras de empleo.

Si bien la importancia de la microempresa se ha basado en el análisis de generación de empleo y crecimiento económico, de acuerdo con Acs (1992), y Mungaray *et al.* (2005), las microempresas juegan un papel muy importante en la creación de empleo, generan contribuciones al mercado industrial, destacando además que su capacidad de innovación y flexibilidad productiva son mayores. Aunque no son los suficientemente fuertes comparadas con las empresas grandes, la dinámica de aperturas y cierres genera un dinamismo de innovación mayor (Carlsson, 1999).

Por otra parte, se puede inferir que en México las microempresas comparten características tales como estar dirigidas por los dueños de manera personalizada y no a través de una estructura administrativa; estar sujetas a un pequeño número de clientes, así como operar en un mercado único. Dichas características parecen limitar su capacidad de competitividad en el mercado, (Iduarte, 2003).

Ampudia (2008) plantea que la falta de financiamiento es la principal causa por la que 40% de estas empresas fracasan. Por su parte, Ramírez (2005) argumenta que son varios los factores que inciden en la escasez del financiamiento para las microempresas por parte de la banca de desarrollo y la banca comercial (sistema financiero privado), entre los cuales se encuentran: el exceso de requisitos, la exigencia de avales y la existencia de burocratismo.

Por tanto, independientemente de la necesidad de trabajadores en la microempresa, existe la necesidad de recursos monetarios que permitan la adquisición o establecimiento de los bienes materiales, los cuales coadyuven al logro de los objetivos de la empresa.

Trabajos como los de Ramírez-Urquidy *et al.* (2008) y Avila (2008) que analizan una pequeña muestra de microempresas marginadas de Baja California donde concluyen que dichas microempresas no muestran señales de restricciones de liquidez, es decir tienen una razón de liquidez mayor a uno, lo cual podría inhibir hasta cierto punto, la solicitud de financiamiento.

¹ Maestra en Ciencias Económicas y alumna del Programa de Doctorado en Ciencias Económicas de la Universidad Autónoma de Baja California. Correo: adanelly.avila@uabc.edu.mx

² Doctor en Ciencias Económicas. Profesor Investigador de Tiempo Completo de la Facultad de Economía y Relaciones Internacionales de la Universidad Autónoma de Baja California. Correo: martinramirezurquidy@uabc.edu.mx

No obstante, existen razones por las que las microempresas podrían solicitar un microfinanciamiento, dentro de las que destacan el pequeño margen de utilidad que presentan las microempresas. Es decir, con un financiamiento se podría generar un crecimiento de su capacidad instalada la cual permitiría hacer frente a un posible crecimiento de la demanda efectiva o bien satisfacer la ya existente de una manera más eficiente.

Como una respuesta al problema de financiamiento de las microempresas, en las últimas décadas han surgido microfinancieras, bancos y organismos no gubernamentales con el objetivo de proveer préstamos a micro y pequeñas empresas que funcionen como generadoras de desarrollo. Estas instituciones otorgan créditos a la población más vulnerable que cuente con emprendimiento de acuerdo a sus necesidades y situación económica, (Agurto *et al.* 2003).

De acuerdo con Kantis *et al.* (2002), el 85% de los microempresarios de América Latina utiliza como fuente de financiamiento más frecuente sus ahorros personales. Los préstamos otorgados por familiares y parientes también constituyen una fuente relevante de financiamiento.

Lo anterior podría implicar que los microempresarios piensen que no requieren un financiamiento de las instituciones al momento de emprender un negocio puesto que consideran que es mejor financiarse a través de préstamos de familiares o bien con ingresos propios, a fin de no adquirir un compromiso de pago en caso de que la empresa llegara a fracasar, aunado a que las instituciones soliciten que la empresa se encuentre establecida de manera formal desde el inicio de su operación.

Curiosamente, el objetivo de las microfinanzas a través de transacciones en pequeños montos de créditos, es desarrollar las habilidades de los receptores de crédito para reiniciar un negocio, ampliar y hacer más productivas a empresas de micro y pequeña escala e instrumentar el autoempleo.

Por su parte, Khandker (2001) menciona que los microcréditos permiten la transmisión de recursos a hogares, microempresas e individuos de los niveles económicos más bajos. De tal forma que el apoyo financiero a los microempresarios con tasas de interés accesibles, facilidades en las garantías, confianza y en algunas ocasiones capacitación técnica, les permite crear y mejorar actividades productivas que contribuyan a mejorar su entorno.

Por tanto, el acceso al financiamiento, tomando en cuenta la capacidad de endeudamiento, puede ser un factor determinante para incrementar la productividad, el volumen de producción (ventas) y la inversión, fomentando así una mejora de los ingresos, pero sobretodo del bienestar social debido a efectos de tipo “spillover”.

Dentro del desarrollo del trabajo se plantea como principal objetivo estimar la demanda potencial de microcréditos en Baja California a través de identificar los determinantes de la capacidad de endeudamiento de las microempresas. Lo anterior nos permite plantear la hipótesis de que es factible caracterizar e identificar una demanda potencial de financiamiento a partir de estimar la capacidad de endeudamiento de las microempresas con base en información socioeconómica y financiera de una muestra de microempresas del estado de Baja California. Además, conocer las características que determinan dicha capacidad de endeudamiento.

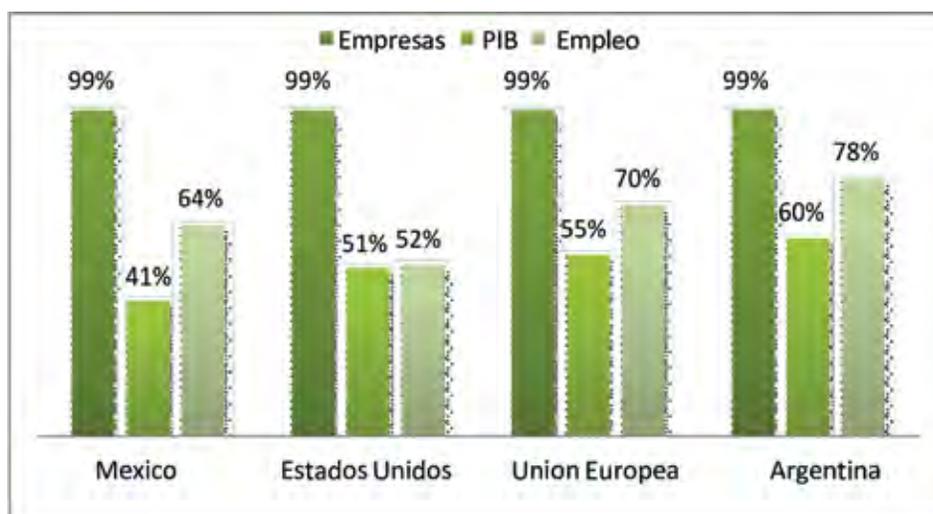
II. La microempresa y el financiamiento en el contexto internacional y nacional.

La importancia de la microempresas en el quehacer de la economía es bastante significativa. De acuerdo con los censos económicos de 2009, éste tipo de unidades económicas representan el 95.2%. Sin embargo, las microempresas no son algo que caracterice únicamente a países subdesarrollados, como el caso de la economía mexicana y gran parte de Latinoamérica.

De acuerdo con Liedholm (2002) y Zevallos (2000), las microempresas representan en la mayor parte de los países entre el 90 y el 99% de todas las unidades económicas, siendo importantes promotoras de la actividad y el empleo. Además, mencionan que las MYPES son las principales responsables de la actividad económica en el mundo desarrollado y a pesar de las múltiples dificultades a las que se enfrentan, las microempresas son consideradas como generadoras de empleo y de ingresos.

En la gráfica 1, se puede ver la importancia de las microempresas en México, Argentina, Estados Unidos y la Unión Europea representando el 99% de las MIPYMES en cada una de las regiones. En términos de producción se tiene una participación de 41%, 51%, 55% y 60% respectivamente; mientras que el impacto en el empleo refleja que en Argentina y la Unión Europea es donde tiene más relevancia con 78% y 70% seguido por México y Estados Unidos representando el 64% y 52% respectivamente.

Grafica 1. Comparación de las MIPYMES a nivel internacional



Fuente: Elaboración propia con datos de Secretaría de Economía y Documento Informativo sobre las pequeñas y medianas empresas en México, 2005

Kantis *et al.* (2002), realiza una investigación comparativa sobre las microempresas y los microempresarios de diversos países de América Latina y el Este de Asia, donde plantea entre otras cosas, que existe un gran número de razones que explican el comportamiento de los empresarios ante cambios que se puedan presentar desde la puesta en marcha de la empresa hasta obstáculos que ocurran a lo largo del proceso de crecimiento.

Mencionan además, que los empresarios latinoamericanos identifican la falta de acceso o disponibilidad del financiamiento necesario como una de las principales barreras que dificultan el desarrollo y crecimiento de nuevas empresas, que los fuerza a reducir la inversión inicial, como comprar maquinaria y equipo de poca calidad, obtener crédito con los proveedores, o bien, iniciar el negocio con un tamaño menor al esperado (Kantis *et al.*, 2002).

Otro claro ejemplo es el que muestran Davies, Mead y Seale (1992), para el caso de Egipto, donde afirman que es parte esencial del desarrollo microempresarial la calidad, las habilidades y mayores niveles de capital inicial que posean los microempresarios. Mientras que Acs y Kallas (2007), y Daniels y Mead (1998) argumentan que los países de bajos ingresos tienen altas tasas de cierre de empresas debido entre otras cosas, a que los empresarios carecen de capital financiero inicial, habilidades empresariales, educación y contactos sociales.

En el caso específico del sistema productivo de México, según Ampudia (2008), éste se encuentra formado por 95.6% de microempresas, lo cual representa aproximadamente 3 millones 837 mil unidades comerciales. Además, generan un 40.6% del empleo total y aportan un 15% del Producto Interno Bruto. Asimismo, éstas son estratégicas para la estructura industrial, ya que fortalecen los mercados nacionales y regionales. Sin embargo, diversos autores mencionan que dichas empresas no cuentan con las características económicas y sociales que les permitiría generar cierto grado de crecimiento y desarrollo con la finalidad de hacer frente a las necesidades del mercado y elevar así su grado de competencia (Mungaray *et al.*, 2005).

En dicho sentido, Aguilar, Ramírez y Barrón (2007) plantean que son determinantes del desempeño de las microempresas mexicanas, el nivel de educación, la edad, la condición familiar y el lugar de procedencia del microempresario. Particularmente, señalan que el financiamiento, bajo ciertas circunstancias, es una variable clave para mejorar la eficiencia microempresarial. Es decir, el financiamiento puede ser el factor que determine el éxito y crecimiento de una microempresa, por tal razón sería necesario considerar un conjunto de características de las microempresas para hacer un análisis del posible impacto que tendría el financiamiento sobre el nivel de crecimiento o eficiencia de las mismas, o bien, si dicho financiamiento sólo se vería reflejado como un incremento del flujo de efectivo de la empresa y no sobre mejoras en su capacidad instalada.

Sin embargo, diversos resultados de la Encuesta Nacional de Micronegocios del INEGI (2002), revelan que el 95% de las microempresas mexicanas inician únicamente con recursos propios y con préstamos de familiares y/o de amigos. Por dicha razón, la mayoría de éstas (aproximadamente el 90%) tienen una estructura enteramente familiar.

Además, la prioridad de este tipo de microempresas, sobre todo las conformadas por miembros de una misma familia, no es la acumulación de capital sino la operación como medida de subsistencia económica de los

integrantes del hogar (Mungaray, *et. al.*, 2005). No obstante, es de gran importancia tomar en cuenta el significado de las microempresas para el desarrollo del país, debido a los efectos económicos y sociales que generan, principalmente sobre la calidad de vida de los hogares mexicanos.

Si bien es de suma importancia identificar los factores que puedan determinar que una microempresa pueda tener acceso a un crédito o financiamiento, ya sea el nivel de educación, el sexo o la capacidad de endeudamiento que posea, el papel de las instituciones financieras, ya sean públicas o privadas, es fundamental puesto que son el puente de acceso formal de financiamiento.

a. La importancia de las instituciones financieras en México

El financiamiento microempresarial es una herramienta que funciona para desarrollar modelos de negocios innovadores que logren establecer una relación adecuada de riesgo y responsabilidad mutua entre instituciones microfinancieras y beneficiarios, es además adaptable a requerimientos culturales y viables en grandes contingentes (González, 2005).

Este instrumento puede ser utilizado como detonador, que permita a los usuarios desarrollar sus habilidades y lograr disminuir costos, incrementar la calidad y cierto nivel tecnológico con características de sensibilidad cultural, ambientalmente sostenibles y económicamente redituables, que brinden a la sociedad donde habitan, efectos positivos de tipo económico social y productivo (Gutiérrez, 2002).

Existe una gran cantidad de institutos alrededor del mundo que enseñan, financian y promueven a las microempresas; tal como lo muestra la creación del Banco Grammen en Bangladesh, el cual tiene como principal objetivo dar créditos a personas de escasos recursos para que se conviertan en microempresarios (Yunus, 1998). Este tipo de entidades ha proporcionado una de las mejores alternativas para la independencia económica, ya que estas empresas representan una gran oportunidad, a través de la cual los grupos en desventaja económica han podido iniciar y consolidarse por méritos propios (Echavarría *et al.*, 2007).

b. La banca comercial: financiamiento a micro y pequeñas empresas.

En el caso de la banca comercial, ésta se compone de siete principales bancos que solicitan diversas características a las empresas para tener acceso a algún tipo de financiamiento.

Cuadro 3. Criterios de la banca comercial para otorgar créditos

BANCO*	BANAMEX	SANTANDER	BANORTE	BBVA	HSBC
Ofrece	Crédito Revolvente	Garantías Complementarias p/ facilitar el Acceso al finan. de Empresas Nuevas/ Marcha	Crediaactivo Banorte	Tarjeta Negocios	Pagos Fijos Negocios
Cantidad mínima	ND.	50,000 para ambas	50,000	75,000	10,000
Cantidad máxima	3,500,000	400,000/500,000	11,000,000	500,000	100,000
Plazo mínimo (meses)	Abierto	18 / 0	12	ND.	ND.
Plazo máximo (meses)	Abierto	36 / 18	60	24	12
Tasa de interés	20%	17%	Fijas y variables	TIE + 10%	24%
Comisión	Incluida en el primer mes	1.2% incluida en la tasa de interés	2%	5%	No aplica
Ventas mínimas anuales de la empresa	ND	3,000,000/4,000,000	Sin ventas mínimas	900,000	90,000
Tiempo de operación de la empresa	24 meses	6 meses / 24 meses	24 meses	24 meses	24 meses
Garantía hipotecaria	No	No / Sí	Sí	No	No
Aval	Sí	No / Sí	Sí	Sí	No
Información contable	Balance, Estado de resultados (últimos 2 años)	Balance, Estado de resultados (últimos 2 años)	Balance, Estado de resultados	Balance, Estado de resultados	Balance, Estado de resultados
Información fiscal	Declaraciones fiscales	Declaraciones fiscales	Declaraciones fiscales	Declaraciones fiscales	Declaraciones fiscales

Fuente: Elaboración propia con datos disponibles en las páginas de internet de los bancos mencionados, 2010.

* Se analizan cinco de los siete principales bancos debido a la poca disponibilidad de acceso a la información.

Como se puede observar en el cuadro 3, el monto mínimo promedio a financiar por parte de la banca comercial oscila entre \$10 mil pesos (HSBC) y

\$75 mil pesos (BBVA). Mientras que en el caso del monto máximo el banco HSBC es el que financia la menor cantidad llegando hasta \$100 mil pesos. En promedio los demás bancos otorgan montos de alrededor de \$500 mil pesos, mientras que Banorte llega a financiar un monto de hasta \$11 millones de pesos.

Por otra parte, el plazo mínimo para adquirir el compromiso bancario es de un año, mientras que el máximo es de cinco años. Aunado a lo anterior, es necesario mencionar que la tasa de interés y la comisión por apertura son un par de elementos indispensables a valorar por parte de los empresarios al momento de pensar en el financiamiento.

Además, existen factores de regulación de la empresa puesto que los bancos solicitan como requisito indispensable cuestiones contables y fiscales al inicio de la solicitud, así como balances y estado de resultados de los últimos dos años y declaraciones fiscales de los mismos. Finalmente, existe la posibilidad de que se ejerza una garantía hipotecaria, y en este caso sólo es requerida por Banorte y por Santander únicamente para aquellas empresas que se encuentran en operación.

Derivado de lo anterior y de acuerdo con Ramírez-Urquidy *et al.* (2004), los criterios solicitados por la banca comercial imposibilitan hasta cierto punto, el acceso al financiamiento por parte de los empresarios, reduciendo el potencial de inversión y el posible crecimiento de las empresas.

Como consecuencia, una de las alternativas a la que recurren los empresarios para financiarse sin acudir a la banca comercial es solicitar créditos con los proveedores. Tal como lo plantea la Encuesta de Evaluación Coyuntural del Mercado Crediticio (2005), argumentando que una de las principales fuentes de recursos de las empresas en México, ha sido el crédito de los proveedores reflejando un porcentaje de 69% para las micro y pequeñas.

De acuerdo con la muestra utilizada en dicha encuesta, el 24% de las empresas (incluyendo microempresas) ha recibido algún financiamiento bancario. El 62% lo utiliza para capital de trabajo, sólo el 15% para inversión dentro de la empresa y el 23% restante no informan hacia donde destinarán el financiamiento otorgado. No obstante, el 76% restante de las empresas que no han utilizado crédito bancario, el 30% fue porque considera que las tasas de interés son altas; el 12% por el rechazo de solicitudes y el 8% por la negativa de la banca comercial para otorgar el crédito solicitado, (Banco de México, 2005).

Actualmente el Banco de México, a través de la Encuesta de Evaluación Coyuntural del Mercado Crediticio (2010) refleja que la situación hasta el tercer trimestre del presente año no es muy diferente del anterior, puesto que las principales fuentes de financiamiento reportadas por las empresas (incluyendo microempresas) son con los proveedores con un

82.7% de las empresas; banca comercial con 29.3%; otras empresas del grupo corporativo con 15%; oficina matriz en el exterior con 4.2%; bancos extranjeros con 3.2%; emisión de deuda con 2.5% y bancos de desarrollo con 1.8%.

Se plantea además que los principales factores que limitan el acceso a algún crédito bancario, señalados por el total de las empresas encuestadas (incluyendo microempresas) que no obtuvieron nuevos créditos bancarios, en orden de importancia, fueron la situación económica del país (46.1%), otras restricciones en las condiciones de acceso (36.1%); la demanda actual y/o esperada por sus productos o servicios (26.9%); las tasas de interés del mercado (23.6%); la posición financiera de la empresa (19.7%); los montos exigidos como colateral (17.8%); las dificultades para el servicio de la deuda bancaria vigente (7.6%); y otros factores (7.2%), (Banco de México, 2010). Curiosamente, dos de los tres principales motivos que le impiden a una microempresa adquirir un crédito no depende directamente del comportamiento y desempeño de la empresa, es decir, se debe estrictamente a factores exógenos.

Derivado de lo anterior, se puede inferir que es relativamente complicado para una microempresa cumplir con todas las características solicitadas tanto en los programas implementados por la banca de desarrollo como en los criterios solicitados por la banca comercial. Además, el Banco de México a través de su informe de 2010, indica que existe un historial crediticio poco favorable para las micro y pequeñas empresas debido al porcentaje de morosidad que se ha ido incrementando en los últimos años y por ende, el monto del crédito de la banca comercial destinado a microempresas es muy pequeño. Todo el escenario propicia que un elevado porcentaje de microempresas prefiera financiarse con recursos propios, prestamos de familiares o bien, con los proveedores de la empresa.

III. Perspectiva teórica de las microempresas y el financiamiento

La literatura en torno a las microempresas y los posibles efectos del financiamiento sugieren que éste último tiene un impacto positivo y significativo sobre el crecimiento, desarrollo y en casos extremos, sobre la supervivencia de las microempresas en el mercado (Blanchflower, 2003).

Sin embargo, dicho financiamiento va acompañado de una suma de requerimientos y características entre las cuales podrían considerarse la rentabilidad de la empresa, el valor presente neto, la capacidad de endeudamiento y el flujo de efectivo de la empresa.

Curiosamente, los determinantes de acceso al crédito podrían verse mermados por un conflicto derivado de las fallas entre el mercado y la comercialización del crédito, donde la posible solución sería un incremento en el nivel de productividad o bien, un mayor monitoreo de las instituciones financieras sobre a quién se otorga el crédito (Cotler, 2008).

No obstante, es de gran importancia considerar otros factores como la experiencia que adquiere el empresario en el mercado o bien el aprendizaje de generación en generación, así como el financiamiento intergeneracional. Dunn y Holtz-Eakin (2000) mencionan que es más significativa la transmisión de habilidades aunada a la riqueza financiera para generar empresas y/o permanecer en el mercado, además de incrementar la posibilidad de éxito empresarial.

Cotler *et al.*, (2009) examina los factores que determinan que los sectores populares hagan uso de diversos productos financieros. Encuentra que entre los múltiples determinantes destacan el índice de riqueza familiar, la existencia de perturbaciones en la región, así como la recepción de transferencias provenientes de Estado.

Por su parte, Evans y Leighton (1989) analizaron la posibilidad de elegir el autoempleo o emprendimiento considerando el valor de los activos así como los ingresos familiares, concluyendo que efectivamente existe una relación positiva entre ambas variables. Asimismo, Evans y Jovanovic (1989) realizaron un estudio en Estados Unidos donde confirman que el nivel de riqueza, considerando los activos, tiene impacto en la decisión de autoemplearse.

En el mismo sentido, se ha analizado la posible relación entre las herencias, los activos y las propiedades en bienes raíces, sobre la posibilidad de volverse empresario, confirmando que dichos factores son significativos, pero curiosamente la variable determinante es la adquisición de herencias (Holtz-Eakin *et al.*, 1994).

Otro de los motivos por lo que los empresarios deciden no utilizar recursos o financiamiento externo es porque de manera implícita, se requiere que estos se encuentren establecidos de manera formal. De acuerdo con Acs *et al.* (2008), los empresarios en los países desarrollados tienen una mayor facilidad e incentivos para incorporar a la empresa los beneficios de un mayor acceso al financiamiento formal, así como para la impuestos y otros fines que no están relacionados directamente con actividades empresariales.

Ramírez-Urquidy *et al.* (2009), mencionan que uno de los determinantes de la creación de una barrera natural a las instituciones formales de crédito es la condición de informalidad bajo la que operan una gran cantidad de microempresas en México. Como consecuencia, los microempresarios tienden a recurrir a otras fuentes de financiamiento informales.

Yunus (1998) plantea que se puede identificar que los microcréditos juegan un papel limitado en la generación de riqueza o bien, en la erradicación de la pobreza, ya que se debe considerar si el financiamiento se utiliza en inversión productiva o bien, para cubrir funciones de supervivencia. Menciona además, que existen factores que son determinantes del nivel de riqueza, tal como el nivel de aprendizaje y el género del microempresario.

En el mismo sentido, Gulli (1999) propone la existencia de medidas sobre cómo las microfinanzas pueden ayudar a disminuir los niveles de pobreza de los empresarios. Considera que es necesario promover la inversión en activos a través del acceso a servicios financieros ofreciendo así un medio para acelerar la acumulación de bienes. Además, se observa que el acceso a créditos puede evitar la venta de los activos productivos en épocas de poco flujo de efectivo, aumentando así la seguridad económica de la familia.

Mientras que Morduch (1999) plantea que es necesario ser más realista sobre los alcances de las microfinanzas. Afirma, durante mucho tiempo el microfinanciamiento consistió en créditos subsidiados a manera de regalo dirigido a los pobres que no reunían las condiciones necesarias para ingresar al sistema bancario. Sin embargo, dicha ayuda fue insuficiente para generar crecimiento y bienestar en las microempresas.

Por su parte, Mungaray y Ramírez-Urquidy (2005) afirman que las microempresas que cuentan con financiamiento externo reflejan mayores y mejores niveles de producción y eficiencia, a diferencia de aquellas empresas que carecen de financiamiento.

Mientras que Hernández-Trillo *et al.* (2005) identifican que el acceso a servicios de capital adecuados ha sido determinante para el desarrollo y crecimiento de las microempresas. Argumenta además, que los préstamos

del Banco tienen un alto grado de eficiencia técnica, lo que indica la existencia de un proceso de selección que funciona bien a pesar de las asimetrías de información existentes.

No obstante, se podría argumentar que los empresarios se rehúsan a solicitar un crédito puesto que los programas y algunas instituciones crediticias están enfocados a dar pequeñas cantidades monetarias que quizá son insuficientes para las necesidades de las microempresas. O bien, su capacidad de endeudamiento es tan baja que dichas instituciones se ven obligadas a negar los recursos monetarios y únicamente pueden otorgar capacitación y orientación sobre el mejor manejo de su empresa.

IV. Análisis Metodológico

Se utilizará una base de datos proporcionada por el Centro de Investigación, Asistencia y Docencia de la Micro y Pequeña Empresa (CIADMyPE), aunado al Programa de Investigación, Asistencia y Docencia de la Micro y Pequeña Empresa (PIADMYPE), desarrollado por la Universidad Autónoma de Baja California a través de la Facultad de Economía y Relaciones Internacionales.

El PIADMYPE surge en agosto de 1999 con la finalidad de que los estudiantes universitarios presten servicio social a través de asistencia técnica en el área administrativa, de producción, costos, análisis del mercado y rentabilidad económica; de tal manera, dicha asistencia se verá reflejada en el mejoramiento de las microempresas, (Ledezma *et al.*, 2008).

Es de suma importancia señalar que la información recabada en dicha base de datos es proporcionada por los microempresarios, corroborando la veracidad de la información. Además, cabe mencionar que debido al tamaño de la muestra así como del tipo de información, se considera el uso de corte transversal en el manejo de la misma.

La muestra consiste en la información socioeconómica y financiera de microempresas del estado de Baja California proporcionada por el Centro de Investigación, Asistencia y Docencia de la Micro y Pequeña Empresa (CIADMyPE). Para este trabajo se cuenta con información de aproximadamente 3495 microempresas de los municipios de Tijuana, Mexicali, Tecate y Ensenada.

Para propósitos de esta investigación la variable de interés que se pretende identificar es la máxima capacidad de endeudamiento de las microempresas. Una de las razones del por qué analizar dicha variable consiste en que las empresas en ocasiones presentan dificultades para financiarse con ahorros personales o con préstamos de familiares y/o amigos, razón por la que es necesario considerar la posibilidad de que las empresas recurran al endeudamiento externo.

No obstante, es importante que todas las empresas conozcan cuáles son sus limitaciones y/o capacidades para endeudarse, por ello, es necesario determinar el índice máximo de endeudamiento que soporta la empresa y que al mismo tiempo le permita tener un equilibrio entre las inversiones y las fuentes de financiamiento, pero sobretodo, que éste sea asumible.

La capacidad de endeudamiento se definirá como el nivel de ingreso disponible que tiene el empresario para solicitar un crédito, una vez que se han descontado los gastos fijos de la empresa, (Santandreu *et al.*, 2000).

Cuadro 4. La variable dependiente y sus características

Variable	Tipo de variable
ITM	Ingresos totales mensuales
GFM	Gastos fijos mensuales
$CE=(ITM-GFM)\times 0.35^*$	Capacidad de endeudamiento de las microempresas

Fuente: elaboración propia con datos del CIADMYPE, 2010

*De acuerdo con la CNBV las entidades financieras no permiten que un porcentaje mayor al 35% de los ingresos netos mensuales se destinen al pago de la cuota mensual del crédito otorgado.

Por otra parte, se utilizarán variables relacionadas con las características personales de los microempresarios, así como algunas observaciones de tipo operacional sobre las microempresas. En el cuadro 5 se describen y se especifican las variables explicativas que se analizarán:

Cuadro 5. Descripción de las variables independientes

	Variable	Tipo de Variable
1	<i>Exper</i>	Año de establecimiento de la empresa
2	<i>RFC</i>	Tiene RFC
3	<i>Unidadeconomica</i>	Tipo de Unidad Económica
4	<i>Sector</i>	Sector de la actividad económica
5	<i>Edad</i>	Edad del empresario
6	<i>Edociv</i>	Estado civil
7	<i>Sex</i>	Sexo del empresario
8	<i>Edu</i>	Nivel de educación
9	<i>FCM</i>	Flujo de caja mensual
10	<i>IGRM</i>	Ingresos Mensuales
11	<i>ValVnta</i>	Valor Mensual promedio de ventas
12	<i>Kini</i>	Monto de Capital inicial
13	<i>Kactual</i>	Monto de Capital actual
14	<i>VPN</i>	Valor Presente Neto
15	<i>TPR</i>	Tasa Promedio de rendimiento
16	<i>DseaFin</i>	Desea Financiamiento
17	<i>Enfrentacomp</i>	Enfrenta Competencia
18	<i>PotenMKT</i>	Existe potencial de mercado

Fuente: elaboración propia con datos del CIADMYPE, 2010.

V. Desarrollo del modelo

En la elaboración de este trabajo se pretende estimar un modelo logístico que permita clasificar los microcréditos que se otorgarían, a través de medir la capacidad de endeudamiento como porcentaje de los ingresos netos de la empresa.

Además, se estimarán y analizarán variables como el valor presente neto de la microempresa, la tasa interna de retorno y la tasa promedio de rendimiento de la empresa. (Ledezma *et al.*, 2004). También, como lo plantean diversos autores (Aguilar, Ramírez y Barrón, 2007; Davies, Mead y Seale 1992, Kantis *et al.*, 2002, Yunus 1998, entre otros), es necesario considerar el nivel de educación, género del microempresario, sector de la empresa, la experiencia en el mercado, entre otras variables, como parte fundamental para conocer cuál es el efecto que tienen dichas variables sobre la máxima capacidad de endeudamiento que soportan las microempresas.

De acuerdo con los diversos trabajos revisados sobre la importancia y el impacto del financiamiento a las microempresas de diversas regiones, se consideraran los siguientes tres modelos:

$$\text{Logit } CE_i = \beta_0 + \beta_1 VPN_i + \beta_2 TPR_i + \beta_3 FCM_i + \varepsilon_i \quad (i)$$

El primer modelo pretende identificar la importancia de las características financieras de la empresa sobre la capacidad de endeudamiento (CE_i), donde ésta dependería en gran medida del Valor Presente Neto de la empresa (VPN_i), así como de la Tasa Promedio de Rentabilidad (TPR_i), y el Flujo de Caja Mensual (FCM_i).

El segundo modelo analizará la posible relación y efecto entre la capacidad de endeudamiento (CE_i) y los sectores de manufactura ($MANU_i$), Comercio (COM_i) y Servicios ($SERV_i$), así como el tipo de unidad económica (TUE_i) para categorizar la demanda potencial e identificar si los sectores económicos incrementan la probabilidad de que se dé una mayor capacidad de endeudamiento. Se representa como:

$$\text{Logit } CE_i = \lambda_0 + \lambda_1 MANU_i + \lambda_2 COM_i + \lambda_3 SERV_i + \lambda_4 TUE_i + \varepsilon_i \quad (ii)$$

El tercer y último modelo considera algunas características de la empresa desde una perspectiva de mercado y necesidades reveladas sobre competencia y financiamiento para medir el impacto de dichas variables sobre la capacidad de endeudamiento:

$$\text{Logit } CE_i = \beta_0 + \beta_1 Ecomp_i + \beta_2 PotenMKT_i + \beta_3 Dseafini + \beta_4 RFC_i + \varepsilon_i \quad (iii)$$

Las variables consideradas en el tercer modelo son si la empresa enfrenta competencia ($Ecomp_i$) en el mercado, si existe potencial de mercado ($PotenMKT_i$) que pueda generar cierto nivel de incremento en la demanda de sus productos, así como la variable desea financiamiento ($Dseafini$) y si la empresa se encuentra establecida legalmente (RFC_i).

El método de estimación de las ecuaciones propuestas será a través de modelos *logit*, y se utilizará el paquete estadístico STATA ya que de acuerdo con diversos econométricos, dicho instrumento es más robusto, lo cual permitirá tener resultados más confiables.

VI. Resultados

El análisis de la muestra utilizada reporta diversos indicadores básicos de las características de las 3495 microempresas, incluyendo factores financieros, descriptivos y de comportamiento de las microempresas, tal como se observa en el cuadro 6:

Cuadro 6. Indicadores de las características de las microempresas

Variable	Observaciones	Resultado
Capacidad de endeudamiento	3495	3902
Empresas con capacidad de endeudamiento (%)	3495	0.9299
VPN (\$)	3495	46038.78
TPR	3495	.8941345
FC (\$)	3495	9275
Ingresos (\$)	3495	23953
Gastos (\$)	3495	12804
Empresas Rentables (%)	3495	0.3375

Empresas con RFC (%)	3495	0.1539
Empresas en sector manufactura (%)	3322	0.1132
Empresas en sector comercio (%)	3322	0.5087
Empresas en sector servicio (%)	3322	0.3781
Principal razón para iniciar negocio	3313	3 (incrementar ingresos)
Financiado por el mismo (%)	3495	0.7672
Financiado por familiares y amigos (%)	3495	0.1584
Financiado por instituciones (%)	3495	0.179*
Desearía financiamiento	3495	0.6004

Elaboración propia con datos del CIADMYPE, 2010.

*El 4.69% de las empresas utilizó una combinación de opciones para financiarse.

Además, se estimó la demanda potencial de microcréditos a través de la evaluación de la capacidad de endeudamiento de las microempresas. Como se mencionó en el cuadro 6, se encontró que el 92% tienen una capacidad de pago mayor a uno (cumpliendo con los criterios planteados en el apartado anterior).

Cuadro 7. Categorización de la capacidad de endeudamiento de las microempresas de Baja California

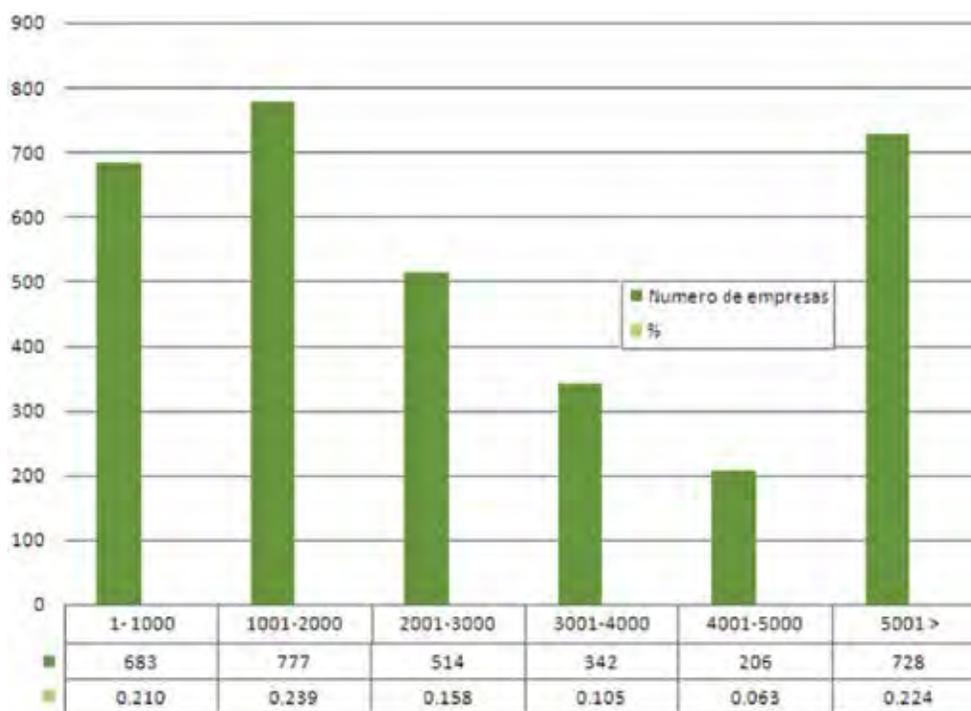
Intervalo	Número de empresas	%
1- 1000	683	0.210
1001-2000	777	0.239
2001-3000	514	0.158
3001-4000	342	0.105
4001-5000	206	0.063
5001 >	728	0.224

Fuente: Elaboración Propia con datos del CIADMYPE, 2010.

Al considerar los diferentes intervalos de capacidad de pago de las microempresas, se puede observar que la mayoría de las empresas, 23.9%, tienen una capacidad de endeudamiento mensual de entre \$1001 y \$2000 pesos, mientras que el 22.4% de las microempresas cuentan con una capacidad mayor a \$5000 pesos. Con un margen bastante pequeño le siguen las empresas que pueden pagar hasta \$1000 pesos mensuales representando el 21%.

Los rangos más pequeños los ocupan las empresas que tienen una capacidad de endeudamiento de \$3001 a \$4000 y de \$4001 a \$5000, con un porcentaje de 10.5% y 6.3% respectivamente.

Gráfica 2. Demanda Potencial de Microcréditos en Baja California



Fuente: Elaboración propia con datos del CIADMYPE, 2010.

Por otra parte, los resultados econométricos del primer modelo planteado en el apartado anterior se presentan en el cuadro 7:

Cuadro 7. Resultados econométricos del modelo 1.

CE	Coefficiente	Error Std.	Estadístico z*
	.000031	9.92e-06	3.13
VPN	12.12414	3.313031	3.66
TPR FCM C	-.0001867	.0000597	-3.13
	-.5273804	.1151294	-4.58

Numero de observaciones= 3495
 Numero de iteraciones: 11
 Log likelihood= -235.17856
 Pseudo R²= 0.7350

Fuente: Elaboración propia.

*Los coeficientes son significativos al 95% de confianza.

En primera instancia, el modelo arroja buenos resultados puesto que el pseudo R² es bastante elevado*. Además, podemos observar que las variables explicativas son significativas en todos los casos, pero de acuerdo con el efecto esperado de las variables sobre la capacidad de endeudamiento, el efecto de los coeficientes es el esperado salvo por la variable Flujo de caja (FCM). Es decir, las variables

* Se considera un buen Pseudo R² cuando éste es mayor a 0.2 debido a la bondad de ajuste del modelo.

valor presente neto (*VPN*) y tasa promedio de rendimiento (*TPR*) incrementan la probabilidad de éxito de que exista la capacidad de endeudamiento.

Mientras que el flujo de caja tiene un efecto negativo sobre la probabilidad de que ocurra o se tenga capacidad de endeudamiento en la microempresa. La variable más importante resulta ser la tasa de promedio rendimiento, puesto que a mayor rendimiento de la empresa, se asume que ésta tiene mayores ingresos y por tanto, una mayor capacidad de solvencia.

Cuadro 8. Resultados econométricos del modelo 2.

CE	Coefficiente	Error Std.	Estadístico z
<i>manufactura comercio</i>	.2208084	.3599909	0.61
<i>servicio</i>	-.0168723	.3029515	-0.06
<i>unidadeconómica</i>	.17772	.3111554	0.57
C	-.0003176	.0562076	-0.01
	2.510977	.3176844	7.90

Numero de observaciones= 3495
Numero de iteraciones: 3
Log likelihood= -886.20336
Pseudo R²= 0.0013

Fuente: Elaboración propia.

*Los coeficientes son significativos al 95% de confianza.

El segundo modelo tiene como objetivo ver el impacto de los sectores de la actividad económica sobre la capacidad de endeudamiento y los resultados indican, con una muestra de 3495 observaciones y una bondad de ajuste de 0.0013, que ningún sector incrementa la probabilidad de que ocurra la capacidad de endeudamiento en las microempresas y además, el sector comercio refleja un impacto negativo sobre la variable dependiente, es decir, si la empresa pertenece a dicho sector, se disminuye la probabilidad de éxito del endeudamiento.

Cuadro 9. Resultados econométricos del modelo 3.

CE	Coefficiente	Error Std.	Estadístico z
<i>Enfrentacomp</i>	.0313387	.1392078	0.23
<i>PotenMKT Dseafinan</i>	-.4825675	.159756	-3.02
<i>RFC</i>	-.1128042	.1432836	-0.79
C	.327419	.2099715	1.56
	2.660559	.2328027	11.43

Numero de observaciones= 3278
Numero de iteraciones: 3
Log likelihood= -829.5075
Pseudo R²= 0.0071

El último y tercer modelo nos refleja características propias del empresario y de la empresa, considerando de manera indirecta el posible impacto del comportamiento del mercado sobre la capacidad de endeudamiento.

Se puede observar, con una muestra de 3278 observaciones y un pseudo R² de 0.0071, que si la empresa indica que enfrenta competencia no tiene un impacto sobre la probabilidad de ocurrencia de la variable dependiente puesto que no es significativa. Además, el hecho de que la empresa tenga RFC

tampoco resultó significativo para el desempeño del endeudamiento. Y curiosamente, la variable significativa del modelo sobre la existencia de potencial de mercado, impacta negativamente la probabilidad de éxito la capacidad de endeudamiento.

VII. Conclusiones

El presente trabajo analiza una muestra de aproximadamente 3495 microempresas del Estado de Baja California con el objetivo principal de medir la demanda potencial de microcréditos a través de estimar la capacidad de endeudamiento de dichas microempresas.

Como primer punto se puede mencionar que de hecho que existe una demanda potencial de microcréditos puesto que la capacidad de endeudamiento de las microempresas resulta positiva y significativa para el

93% de la muestra. De esta manera se comprueba la hipótesis que sostiene esta investigación. Interesantemente, la probabilidad de éxito de la Capacidad de Endeudamiento está determinada en gran medida por el Valor Presente Neto de las microempresas, la Tasa Promedio de Rendimiento y por el Flujo de Caja de las mismas.

Por otra parte, se encontró que la relación entre la capacidad de endeudamiento y los sectores económicos manufactura, comercio y servicios no explican que de hecho exista o se generen efectos sobre la capacidad de pago de las microempresas. En el mismo sentido, parece un tanto curioso que el hecho de que las microempresas se encuentren establecidas de manera formal, es decir que cuenten con RFC, no es un factor determinante de la capacidad de endeudamiento de dichas unidades económicas.

Curiosamente, resulta un tanto insignificante identificar una posible demanda potencial de microcréditos puesto que falta mencionar o bien, falta identificar esa parte que complementaría a la demanda, es decir, la oferta de microcréditos representados a través de las diversas instituciones microfinancieras, bancos, gobiernos, entre otras. El planteamiento anterior, da pie a futuras investigaciones sobre el tema.

VII. Referencias bibliográficas

- [1] ACS, Zoltan (1992). "Small Business Economics: a global perspective". Challenge. Vol. 35. No.6
- [2] ----- And Kadri Kallas (2007). "State of Literature on Small to Medium Size Enterprises and Entrepreneurship in Low Income Communities". Discussion Papers on Entrepreneurship, Growth and Public Policy. George Mason University.
- [3] ----- Sameeksha Desai and Leora Klapper (2008). "What does Entrepreneurship data really show?. A comparison of the Global Entrepreneurship Monitor and World Bank Group Datasets". Policy Research Working Paper. No. 4667.
- [4] AGUILAR José, Natanael Ramírez y Karla Barrón (2007). "Conformación de la microempresa marginada en la frontera norte de México". Estudios Fronterizos. Vol.8. Núm. 15.
- [5] AGURTO, Sonia y Alejandra Guido (2003). "The Social Impact of Microcredit in Nicaragua Perceptions of End Borrowers of Seven Microfinance Institutions". Wisconsin Coordinating Council on Nicaragua (WCCN). Fundación Internacional para el Desafío Global (FIDEG).
- [6] AMPUDIA, Nora (2008). "Microempresa y pobreza: financiamiento y contribución al desarrollo". Economía Informa. Núm. 355.
- [7] AUDRETSCH, David (1999). "Small Firms and Efficiency". In Zoltan Acs, **¿Are Small firms important?** pp. 21-37.
- [8] AVILA, Adanelly (2008). "Restricciones de liquidez: ¿una limitante para el crecimiento microempresarial?". Tesis de Maestría en Ciencias Económicas. Facultad de Economía y Relaciones Internacionales, UABC.
- [9] Banco de México (2010). "Reportes sobre el sistema financiero". Banco de México.
- [10] BATES, Timothy (1993). "Assessment of State and Local Government Minority Business Development Programs". Report to the U.S. Department of Commerce Minority Business Development Agency. Washington, D.C. U.S. Department of Commerce.
- [11] BLANCHFLOWER David, Levine and D. Zimmerman (2003). "Discrimination in the small business credit market". Review of Economics and Statistics, November, 85(4), pp. 930-943.
- [12] BORJAS, George and Stephen Bronars (1989). "Consumer Discrimination and Self-Employment". Journal of Political Economy, 97, pp. 581-605.
- [13] CARLSSON, Bo (1999). "Small business, entrepreneurship and industrial dynamics" In Zoltan Acs, **¿Are Small firms important?**. pp. 99-109.

- [14] CARRASCO, Alan (2005). "La micro y pequeña empresa mexicana", Observatorio de la Economía Latinoamericana, Núm. 45.
- [15] CAVALLUZZO Ken, Linda Cavalluzzo and John Wolken (2002). "Competition, Small Business Financing, and Discrimination: Evidence from a New Survey". *Journal of Business*, Vol. 25 no. 4.
- [16] COTLER, Pablo y Eduardo Rodríguez (2008). "Rentabilidad y tamaño de préstamo de las microfinanzas en México: un estudio de caso". *Economía Mexicana. NUEVA ÉPOCA*, vol. XVII. Núm. 2.
- [17] ----- y Eduardo Rodríguez (2009). "Acceso y participación de los sectores populares mexicanos en el mercado formal de crédito," *El Trimestre Económico*, Fondo de Cultura Económica, vol. 0(303).
- [18] DANIELS, Lisa y Donald Mead (1998). "The contribution of small Enterprises to Household and National Income in Kenya". *Economic Development and Cultural Change*. Vol. 47. No.1
- [19] DAVIES, Stephen, Donald Mead and James Seale (1992). "Small Manufacturing Enterprises in Egypt". *Economic Development and Cultural Change*. Vol. 40. No.2
- [20] DUNN, Thomas, and Douglas J. Holtz-Eakin. (2000). "Financial Capital, Human Capital and the Transition to Self-Employment: Evidence from Intergenerational Links". *Journal of Labor Economics* 18(2): 282-305.
- [21] ECHAVARRÍA, Morales y Varela. (2007). "Alternativas de financiamiento para las pequeñas y medianas empresas (PyMES) mexicanas". *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, N° 80.
- [22] Encuesta de evaluación coyuntural del mercado crediticio (2010). "Evolución del financiamiento a las empresas". Banco de México.
- [23] ESQUIVEL Martínez, Horacio (2006). "Las microfinanzas como respuesta a la información asimétrica: el caso de la ciudad de México". *Comercio exterior*. Vol. 56.
- [24] EVANS, David and Jovanovic Boyan (1989). "An Estimated Model of Entrepreneurial Choice under Liquidity Constraints". *Journal of Political Economy*, Vol. 97 (August), pp. 808-27.
- [25] ----- and Linda Leighton (1989). "Some Empirical Aspects of Entrepreneurship". *American Economic Review*, 79, pp. 519-535.
- [26] GARRIDO, Celso (2000). "Una revisión de las teorías de la empresa para el análisis de las grandes empresas industriales en México y América Latina". En Basave Kunhardt, Jorge. **Empresas Mexicanas ante laglobalización**. Ed. Porrúa. Colección Jesús Silva Herzog. Universidad Nacional Autónoma de México.
- [27] GONZÁLEZ, Gustavo. (2005). "Microcrédito embiste la pobreza". Inter Press Service New Agency (IPS).
- [28] GULLI, Hege (1999). "Microfinanzas y Pobreza: son validas la ideas preconcebidas?". Departamento de Desarrollo Sostenible. Banco Interamericano de Desarrollo.
- [29] GUTIÉRREZ, Nicolás y Cobas Gómez (2001). "Oportunidades de la industria mexicana en el Mercado de la base de la pirámide". EGADE. México.
- [30] HERNÁNDEZ-Trillo, Fausto, José A. Pagán, and Julia Paxton (2005). "Start-up Capital, Microenterprises and Technical Efficiency in Mexico". *Review of Development Economics*. 9(3). Pp. 434-447.
- [31] HOLTZ-EAKIN Douglas, David Joulfaian and Harvey Rosen (1994). "Sticking it out: Entrepreneurial Survival and Liquidity Constraints". *Journal of Political Economy*. Vol. 2.
- [32] IDUARTE, Joaquín y Martha Zarza (2003). "La Administración del diseño en Micro, Pequeñas y Medianas Empresas Mexicanas". Universidad Autónoma del Estado de México.
- [33] KANTIS Hugo, Masahiko Ishida, y Masahiko Komori (2002). "Empresarialidad en economías emergentes: creación y desarrollo de nuevas empresas en América Latina y el Este de Asia". Banco Interamericano de Desarrollo. Washington.
- [34] KHANDKER, Shahid (2001). "Does micro-finance really benefit the poor? Evidence from Bangladesh". The Asian Development Bank, Asian and Pacific Forum on Poverty.
- [35] LEDEZMA David, Alejandro Mungaray y Natanael Ramírez (2004). "Evaluación Económica y Financiera de la microempresa" en Alejandro Mungaray y Martin Ramírez-Urquidy. **Lecciones de microeconomía para microempresas**. Editorial Porrúa. Universidad Autónoma de Baja California.
- [36] ----- Alejandro Mungaray y Juan M. Ocegueda. (2008). "Retornos al servicio social universitario en apoyo a microempresas marginadas de México". *Revista de Educación Superior*. Vol. XXXVI. Núm. 3.

- [37] LIEDHOLM, Carl (2002). "Small Firm Dynamics: Evidence from Africa and Latin America". Department of Economics. Michigan State University.
- [38] MARSHALL, Alfred. (1961). "Principles of economic". 9th variorum, ed. London, Macmillan.
- [39] MORDUCH, Jonathan (1999). "The microfinance promise". Journal of Economic Literature. Vol. XXXVII.
- [40] MUNGARAY Alejandro, Juan Manuel Ocegueda, Ma. Del Carmen Alcalá, David Ledezma, Martín Ramírez, Rubén Roa y Natanael Ramírez (2002). "Micronegocios rentables en Baja California". Comercio Exterior. Vol. 52.
- [41] ----- Natanael Ramírez y Michelle Taxis (2005). "Estructura de mercado y maximización de beneficios en las microempresas". Comercio Exterior. Vol. 55.
- [42] ----- And Martín Ramírez-Urquidy (2005). "Production Efficiency and Credit Availability for Micro and Small Firms in Baja California" in **Industrial Development and Labor Markets in the United States– México Border**. University of California. Chapter Seven. Pp. 129-156.
- [43] PARKER, Simon (2004). "The Economics of Self-Employment and Entrepreneurship". Cambridge. Cambridge University Press.
- [44] RAMÍREZ Acosta, Ramón. (2005). "Financiamiento Bursátil de las empresas pequeñas y medianas en México". Comercio Exterior. Vol. 55, pág. 308-314.
- [45] RAMÍREZ Martín, Alejandro Mungaray y Nidia Guzmán (2009). "Restricciones de liquidez en microempresas y la importancia del financiamiento informal en Baja California". Región y Sociedad. Revista de El Colegio de Sonora. Vol. XXI. No. 44.
- [46] YUNUS, Muhammad (1998). "Hacia un mundo sin pobreza". Editorial Andrés Bello. Santiago de Chile.
- [47] ZEVALLOS, Emilio (2000). "Pequeña y Mediana Empresa. Repensando conceptos". Libre Empresa. COPARMEX.

Análisis estadístico del gasto público en el estado de Sonora durante el periodo 1980 – 2008

M.C. Erika Olivas Valdez¹, M.A. Luis Enrique Ibarra Morales²

Resumen

El presente documento busca analizar el comportamiento del Gasto Público ejercido por las administraciones públicas en turno del Estado de Sonora durante el periodo de 1980 al 2008, con el objetivo de determinar la relación entre esta variable y el Producto Interno Bruto (PIBE) del Estado en mención. Partiendo de la idea keynesiana del efecto multiplicador del gasto y la postura de que a través del gasto público la economía puede reactivarse económicamente. Para lo anterior, se utilizó herramientas de estadística descriptiva, específicamente se midieron indicadores de distribución y dispersión, después de verificar el comportamiento de la serie estadística utilizada. Encontrándose que en la práctica, la relación entre estas variables es directa pero no en el sentido de Keynes, es decir aparentemente el PIBE es quien determina el nivel y tasa de crecimiento del Gasto Público y no a la inversa. Por lo que finalmente se sugiere una técnica econométrica conocida como modelo de vectores autorregresivos para el estudio del Gasto Público, que permita ahondar en el efecto que puede tener dicho gasto, como estrategia de Política Fiscal.

Introducción

México ha sido un país influenciado por las corrientes ideológicas de moda utilizadas por los principales países del mundo, esto ha permitido que los gobiernos en turno, justifiquen sus políticas fiscales a partir del programa económico en boga y a la adopción de ideologías económicas correspondientes. Por ejemplo, en la década de los setentas, el uso de la política fiscal y el gasto público estuvo dirigido a promover el papel proteccionista del Estado. Estas condiciones han cambiando en la medida que la situación económica del mundo se ha globalizado.

De acuerdo al objetivo planteado, se procedió a analizar la evolución del gasto público en el Estado de Sonora, ya que el concepto de política fiscal, no es una variable cuantificable; sin embargo, el gasto público se puede contabilizar a partir de lo reportado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el cual publica cada año el Ingreso y Gasto Público en México por entidades Federativas. Desde una perspectiva de estadística descriptiva, se inició el estudio práctico de dicho gasto, para después correr un modelo de regresión simple y hasta llegar a la conclusión de que se requieren elementos más sofisticados de econometría, para cuantificar el efecto de esta variable sobre el crecimiento económico del estado, representado en este estudio por el Producto Interno Bruto del Estado de Sonora. Para abordar todo lo anterior, primero se realizó una revisión documental sobre esta temática, la cual se aborda a continuación.

Antecedentes y Marco Referencial

En el presente apartado, se realizó una breve secuencia de los principales hechos históricos en materia de política fiscal y gasto público para el caso de México, así como puntualizar los argumentos keynesianos que sustentan la relación entre los niveles de oferta agregada de una economía (representada por el Producto Interno Bruto del Estado) y el gasto público ejercido a través de su política fiscal.

Las decisiones del gobierno en materia de ingresos y gasto público son definidas a través de la Política Fiscal, los tres elementos juntos conforman lo que en México se conoce como Finanzas Públicas (Acevedo, 2010). Por su naturaleza, las decisiones de Política Fiscal, es decir como recaudar, cuanto recaudar y de que forma gastar los ingresos percibidos por el gobierno, pueden tener efectos significativos en los sectores económico, político y social.

En principio podemos mencionar que el déficit fiscal derivado de una fuerte expansión del gasto público y de una débil política de ingresos durante la década de los 70's, obligó a recurrir al endeudamiento y a la emisión monetaria. Además, generó un déficit en cuenta corriente que puso a la economía mexicana en una situación de vulnerabilidad. Esto creó expectativas de insolvencia que provocaron una drástica reducción en los flujos de financiamiento externo y fuga de capitales, que derivaron en las crisis económicas de 1976 y 1982.

¹ Profesora Investigadora del Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora. E mail: eolivas14@hotmail.com

² Profesor Investigador del Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora. E mail: luisim00@hotmail.com

A partir de entonces, los esfuerzos del Gobierno Federal se dividieron entre estabilizar las variables macroeconómicas, atender los crecientes rezagos sociales y cumplir los compromisos de la deuda externa, la que llegó a representar el 46.4% del PIB en 1982. Para enfrentar esta situación, se implantaron diversas reformas estructurales (Chávez, 2002:13).

El eje conductor consistió en redefinir y precisar el papel del sector público en la economía para reorientar su atención al desarrollo social y dar mayor espacio a la participación del sector privado. Se buscó abandonar el concepto paternalista y patrimonialista del sector público.

Finalmente, se ha visto históricamente que tanto las políticas proteccionistas como las liberales, no han podido fortalecer las funciones del Estado como ente generador de estabilidad económica. No obstante, no se puede afirmar que los efectos del Gasto público han sido nulos, por ello es necesario buscar medir dichos efectos en el sector real de la economía de nuestro país.

De acuerdo a los argumentos Keynesiano (Keynes, 1971), se esperaría que un incremento del gasto público, con cantidades de trabajo y capital estables, elevara la oferta agregada (que en modelo empírico estará representada por el PIBE del Estado de Sonora).

Para Keynes, el equilibrio del sistema económico esta determinado por la demanda efectiva, definida como la igualdad entre oferta y demandas globales o agregadas. Lo anterior, significa que haciendo abstracción del sector público y de las relaciones económicas con el exterior, el nivel de empleo y por tanto, la producción ascenderán hasta donde lo permita la demanda de bienes de consumo e inversión. Esta afirmación se puede ver reflejada en la ecuación número 1, que se presenta a continuación³:

$$Y^a = C^d + I^d \quad (1)$$

El argumento central de esta teoría puede sintetizarse de la siguiente forma: Cuando el nivel de empleo aumenta, crecerá el nivel de producción e ingreso real (Y), pero debido a una ley psicológica de la comunidad el consumo total (C) crecerá menos que el ingreso. Por lo tanto, para justificar cualquier cantidad dada de empleo, debe existir cierto volumen de inversión (I) que baste para cubrir dicho empleo. Finalmente este nuevo empleo generará expectativas positivas en los consumidores y por ende se tendrá un mayor consumo privado.

Ahora bien, si el gobierno tiene la facultad de generar empleo a través de obras o inversión pública e incentivar el consumo a través de subsidios y transferencias, entonces esperaríamos que por consecuencia se incrementará el nivel de producción general de la economía; Este efecto es el que se conoce como efecto multiplicador del gasto (Samuelson, 1998).

Metodología y Resultados

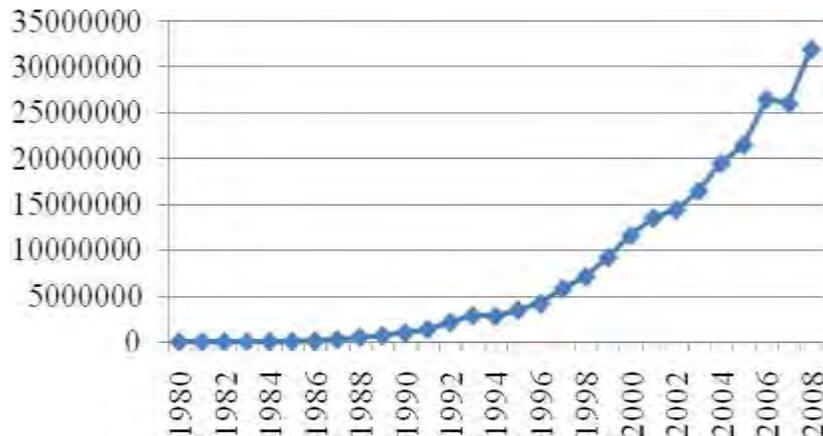
La metodología utilizada en para el desarrollo de este trabajo es de tipo cuantitativo y Ex post Facto “Después del hecho”, ya que se analiza información estadística registrada en periodos pasados y con la que se aplica herramientas de estadística descriptiva. Se utilizó información del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), extraída a través de su biblioteca virtual y publicada en los documentos de “El ingreso y gasto público de México”, con la aplicación de la estadística descriptiva se aprecian indicadores importantes para el estudio en cuestión, pero no son contundentes, por lo que se procedió a realizar una prueba econométrica que permitiera medir la relación entre las dos variables analizadas.

En una segunda etapa se verificó la relación existente entre la variable del PIBE y el gasto público ejercido por los gobiernos del Estado de Sonora, a partir de correr un modelo de regresión lineal para determinar el sentido y significancia de la relación.

Primeramente se grafico la serie de gasto público para identificar algún patrón o tendencia; Al ser una variable expresada en términos monetarios, se detecto una tendencia alcista con el paso del tiempo. Por lo que fue necesario, eliminar el proceso inflacionario implícito en esta variable, sin embargo, se seguía conservando la misma tendencia positiva, por lo que se optó por calcular la tasa de crecimiento del gasto público del estado de Sonora y contrastarla con la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto del Estado de Sonora (PIBE).

Después se realizó una distribución de frecuencias para la primera variable tratando de encontrar mayor información que describiera el comportamiento de esta serie estadística. A continuación se presentan los datos obtenidos de INEGI, sobre el Gasto Público de Sonora expresados en la siguiente grafica.

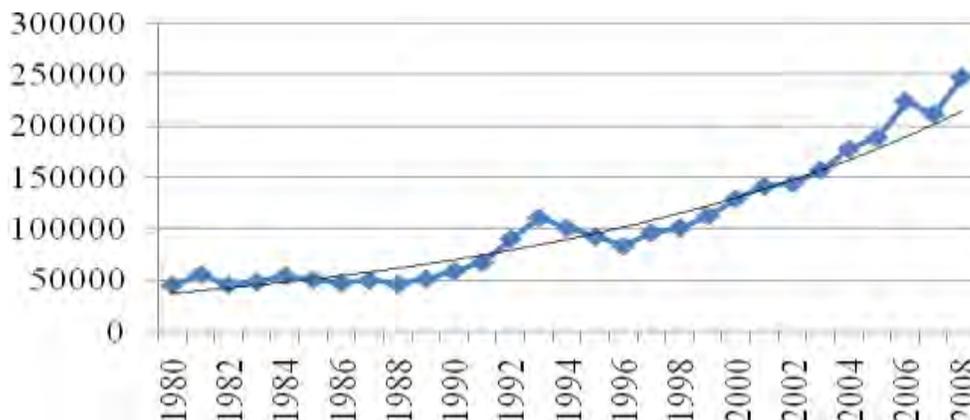
³ Ecuación expresada de acuerdo a los argumentos de la teoría keynesiana en su libro “Teoría General de la Ocupación, el Interés y el Dinero.

Grafica No. 1. Evolución del Total del Gasto Público del Estado de Sonora (Miles de Pesos)

Construcción a partir de información de las publicaciones “El Ingreso y Gasto Público de México”; Ediciones 1980 – 2010, de INEGI. (Ver Referencias Bibliográficas).

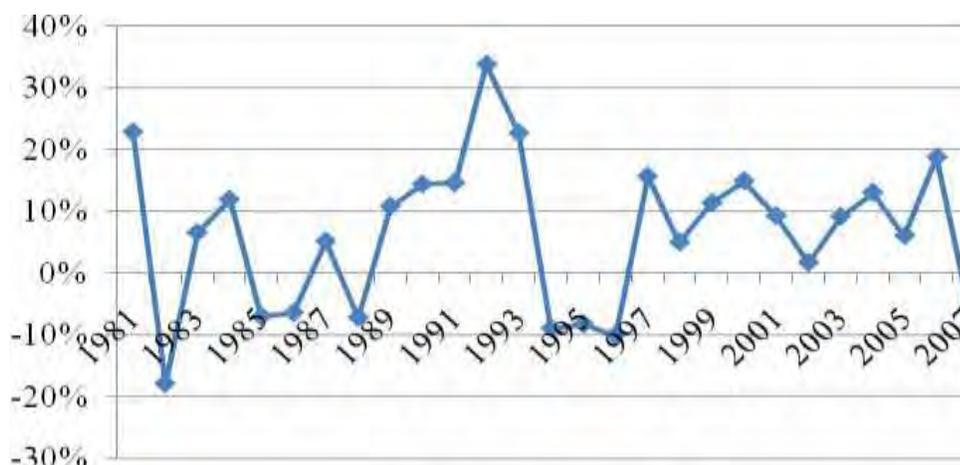
Al graficar el Gasto de Gobierno, se observa un comportamiento lineal y creciente de la variable, ya que esta variable es expresada en términos nominales (miles de pesos). En la Grafica No. 1, se aprecia la evolución de una variable con valores crecientes y pendiente positiva, por lo que se consideró conveniente eliminar el proceso inflacionario a través del uso del Índice Nacional de Precios al Consumidor con base Junio de 2002 = 100.

Al eliminar la tendencia alcista de los precios que implícitamente se encontraba en los montos del Gasto; Se generó una nueva variable, que a partir de este momento conoceremos como Gasto Público Real, la cual muestra una tendencia exponencial, con altibajos en su evolución, como se aprecia a continuación:

Grafica No. 2. Evolución del Gasto Público Real del Estado de Sonora

No obstante, sigue siendo una variable con tendencia creciente, lo que dificulta la aplicación de un análisis de distribución de frecuencias. Por lo anterior, se procedió a calcular la tasa de crecimiento del Gasto Público Real, tratando de encontrar un patrón o una distribución de la variable que explique el comportamiento del mismo. Esta tasa de crecimiento del gasto público se puede apreciar en la grafica No. 3, que se muestra a continuación.

Grafica No. 3. Tasa de Crecimiento del Gasto Público Real del Estado de Sonora



Al observarse la serie correspondiente a la tasa de crecimiento, destaca el hecho de que las tasas de crecimiento negativas que se presentan a lo largo de este serie de tiempo, corresponden a lo periodos donde nuestro País, ha sufrido de crisis económicas y financieras significativas, como son los casos de los años de 1982, 1986, 1998 y 2007, por mencionar las más evidentes.

La teoría keynesiana plantea que el gasto público provoca un efecto multiplicador en la economía, lo que queda en entredicho, cuando se observa lo planteado en el párrafo anterior, ya que aparentemente el decrecimiento del PIB o de la Economía, provocaría disminuciones en el gasto público, es decir el Gasto no determina el crecimiento del PIB, por lo menos a simple vista.

Lo anterior, permite sugerir que se realice un estudio más amplio del Gasto y sus efectos en la economía del Estado.

Por el momento se procedió a analizar la evolución de la tasa de crecimiento a partir del uso de medidas de estadística descriptiva, como son las de medida central, dispersión y desviación.

Tabla No. 1. Medidas de desviación y distribución de la Tasa de Crecimiento del Gasto Público Real del Estado de Sonora

Rango	Media	Mediana	Desviación Estándar	Curtosis	Simetría
52	7%	9%	0.1214	-0.357	-0.108

Buscando obtener una distribución de frecuencias, se agrupó las tasas de crecimiento en intervalos de 10 puntos porcentuales, como se observa a continuación.

Tabla No. 2. Distribución de Frecuencias de la Tasa de Crecimiento del Gasto Público del Estado de Sonora

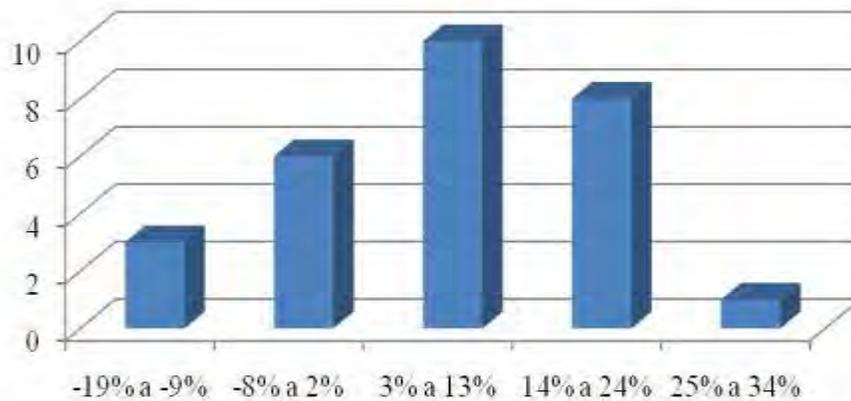
Intervalo	Frecuencia Simple	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
-19% a -9%	3	3	11%	11%
-8% a 2%	6	9	21%	32%
3% a 13%	10	19	36%	68%
14% a 24%	8	27	29%	96%
25% a 34%	1	28	4%	100%

De acuerdo a la distribución de frecuencias simple, se puede inferir que el intervalo donde se presenta la mayor frecuencia es en el de una tasa de 3% a 13%. Que coincide con el valor de la media de 7% y de la mediana de 9%, dentro de este mismo intervalo.

Al graficar dicha distribución, se aprecia una tendencia hacia una distribución asimétrica negativa con tendencia hacia la izquierda, lo que se corrobora con el índice de asimetría que se presenta en la Tabla No. 1, el cual es de un valor de -0.108, es decir menor a uno.

Lo anterior, nos lleva a concluir que la tasa de crecimiento del gasto tiende a presentar decrecimientos y tasas bajas de crecimiento con mayor frecuencia que incrementos en dicha variable. De acuerdo a la grafica No. 4, donde se representa la distribución de frecuencia, se puede observar el argumento planteado en las líneas anteriores.

Grafica No. 4. Distribución de Frecuencias Simple de la Tasa de Crecimiento del Gasto



Finalmente y en el entendido de que analizar el gasto desde esta óptica, solo ofrece una posibilidad muy pequeña de que el gasto afecte en periodos subsecuentes al PIBE, se procedió a realizar un regresión línea, donde el PIB determina el nivel de gasto, contrario al planteamiento keynesiano, se expreso una ecuación lineal donde, el gasto público esta en función del valor del PIBE del periodo anterior, como se aprecia en la siguiente ecuación:

$$GP = C + b*(PIBE_{-1}) \quad (2)$$

Obteniéndose los resultados, que se muestran en la Tabla No. 3, donde se aprecia de acuerdo al valor del coeficiente de la variable del PIBE, el efecto positivo que tiene esta sobre el gasto público, lo cual suena lógico ya que los agentes económicos aportan mayor cantidad de tributos y participaciones en la medida que la economía crece productivamente. Es decir, se corrobora la idea de que el PIBE determina el nivel de gasto público y no a la inversa. No obstante, esta metodología no es contundente para realizar esta afirmación, aún puede estudiarse más esta variable tratando de encontrar indicadores de correlación y efectos de impulso respuesta por parte de las políticas públicas sobre distribución del gasto o ingresos públicos, sobre el resto de la economía estatal.

Tabla No. 3. Resultados de Regresión Lineal con un rezago del PIBE

Variable	Coficiente	Probabilidad
C	-1944483.8	0.0081
PIBE (-1)	0.07857	0.000

Es importante mencionar que el valor de la R cuadrada para esta estimación fue de 0.86, que nos permite afirmar que el grado de certeza de los resultados es confiable. Sin embargo, la parte medular de la idea del efecto multiplicador keynesiano, aún puede seguirse estudiando, solo que en esta ocasión a modo de conclusión, solo se propondrá una técnica econométrica que permita ver los efectos de cada uno de los rubros destinados al gasto público sobre el sector productivo de la economía, esto a través de la construcción de un modelo de vectores autorregresivos.

Conclusión

Después de aplicar herramientas de estadística descriptiva sobre la variable Gasto de Gobierno, para el Estado de Sonora, se encontró que dicha variable es creciente (probablemente estacionaria) y que aparentemente existe una relación entre esta y el crecimiento económico del Estado, expresado a través del Producto Interno Bruto del Estado (PIBE).

No obstante, también se observó que la tasa de crecimiento del gasto tiende a presentar decrecimientos y tasas bajas de crecimiento más que incrementos en dicho gasto, pero más aún,

esos cambios negativos corresponden o coinciden con decrecimientos de la economía expresada a través del PIBE, es decir si el nivel productivo de una economía cae, entonces también caerá su gasto público.

Lo que permite hacer la sugerencia de un estudio más amplio sobre sus efectos en la economía del Estado, pero para ello, que se realizó una regresión lineal que corroboró lo que ya se veía venir con el simple análisis de estadística descriptiva, no obstante y pese a los resultados del modelo econométrico de regresión lineal con un rezago, se sugiere que se requiere de un análisis de Estadística Inferencial más sofisticado, que permita encontrar el tipo de relación o correlación entre la forma en que se distribuye el Gasto Público y el PIBE.

Para ello, se propone el uso de un modelo econométrico de vectores autorregresivos, donde se estudie el efecto de cada uno de los componentes o rubros del gasto sobre el PIBE, por ejemplo si el rubro de obras públicas tiene un efecto impulso – respuesta mayor que el efecto que puede tener el gasto público destinado a transferencias y subsidios, de igual forma incorporar una variable Dummy que represente los fenómenos externos de tipo financiero, social y económico.

Aplicar este tipo de modelo implica el uso de pruebas que garantizan la significancia o calidad del modelo. Con ello, se pretende corroborar si el gasto determina al PIBE o este último al gasto. En caso de que el gasto determine al PIBE, se podrá ver el efecto o impulso que generaría un incremento de cada uno de los rubros en los que se distribuye el Gasto Público, para finalmente poder aportar una propuesta de política fiscal sobre la distribución del gasto público en el Estado de Sonora.

Referencias Bibliográficas

Acevedo Fernández Ernesto, “Finanzas Públicas en México”. Temas Económicos y Sociales de Actualidad en México. Compilador Sepúlveda E., Editorial Mueso Interactivo de Economía, México, 2010. Páginas: 65-76.

Carrillo Huerta Mario, “Análisis del Crecimiento Económico”. Editado por el Instituto Politécnico Nacional. México, D.F., 2007; 439 páginas.

Centro de Estudios de las Finanzas públicas de la Cámara de Diputados, “Estadísticas Históricas de los Ingresos Públicos en México, 1980 – 2002”. Consultado en dirección URL: <http://www.cefp.gob.mx/intr/edocumentos/pdf/cefp/cefp0282002.pdf>. Consulta: Diciembre, 2010.

Chávez Presa Jorge, “Logros y Retos de las Finanzas Públicas en México”. Revista Política Fiscal. Publicada por la CEPAL. México, 2002. Páginas de la 11 – 16.

INEGI, “El Ingreso y Gasto Público de México” (Ediciones 1980 – 2010). Biblioteca Virtual del INEGI. Dirección URL: www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/biblioteca, [Consulta: Marzo de 2011].

Keynes John Maynard, “Teoría General de la Ocupación, el Interés y el Dinero”. Fondo de Cultura Económica, México, 1971. Páginas: 348.

Samuelson Paul Anthony, “Economía”. Editorial Mc Graw Hill México, 1998. Páginas: 780.

Sánchez Silva Mario, “Gobierno y Políticas Públicas”. Editado por el Instituto Politécnico Nacional. Sinaloa, México, 2005; 451 páginas.

Santaella Julio, “La Viabilidad de la Política Fiscal: 2000-2005”. Gaceta de Economía 2001, ITAM, México, 2001. Páginas de la 1-29.

Biografía de los autores

M.C. Erika Olivas Valdez, de nacionalidad mexicana es egresada de la licenciatura en Economía por la Universidad de Sonora, estudio la maestría en Economía Aplicada en el Colegio de la Frontera Norte en Tijuana, Baja California, México. Es profesora investigadora del Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora, desde el año 2000. Recientemente obtuvo su reconocimiento de perfil deseable PROMEP y actualmente estudia el Programa de Doctorado en Ciencias de lo Fiscal del Centro de Especialización para Ejecutivos. Se le puede contactar vía correo electrónico: eolivas14@hotmail.com

M.A. Luis Enrique Ibarra Morales, de nacionalidad mexicana, egresado de la carrera de Ingeniería Industrial y de Sistemas por la Universidad de Sonora, estudió la maestría en Administración de Empresas en la División de Posgrado en Ciencias Administrativas de la Universidad de Sonora. Es profesor investigador de tiempo completo del Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora (CESUES), desde el año 2001. Contacto vía correo electrónico: luisim00@hotmail.com

Un modelo estocástico para la predicción de precipitación en un área geográfica

Francisco Pérez Soto¹
Esther Figueroa Hernández²
Raquel Salazar Moreno³
Rebeca Alejandra Pérez Figueroa⁴

RESUMEN

El agua es un recurso que puede ser limitante dependiendo el área geográfica del sitio. Sin embargo, a fin de dar un adecuado mantenimiento a las áreas verdes, se emplean diferentes técnicas ecológicas y de diseño para conseguir tal objetivo. Las distribuciones de probabilidad empleadas como un método de estimación de datos son una forma para obtener una apreciación o un comportamiento a futuro de un determinado evento como la lluvia. A través de este trabajo se propuso un modelo para la predicción de los niveles de lluvia y un sistema de captación de agua de lluvia para el mantenimiento de un área verde del Campus Córdoba del Colegio de Postgraduados. Por lo tanto se presentará la importancia de la precipitación empleando la técnica de captación de agua de lluvia como fuente de abastecimiento para algún tipo de sistema de riego.

Palabras clave: pronóstico, lluvia, áreas verdes

A stochastic model to predict rainfall levels in a geographic area

Abstract

Water is a resource that can be a constrain depending on the site location. However, in order to rescue and trying to give an appropriate maintenance to green areas, different ecological and from design techniques have been employed to achieve such a goal.

Theoretical probabilistic distributions were used in this job as a data estimation method to obtain a forecast or a future behavior of a certain event, such as rain occurrence and a model to provide water to a green area during winter and spring seasons. Through this project it was proposed a rainfall water harvesting system to the maintenance of a green area located at the Campus Cordoba, Colegio de Postgraduados.

Key words: Rainfall water forecast, green areas maintenance

I. INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso que se debe preservar si se quiere asegurar un desarrollo sustentable, el cual posibilite a generaciones futuras disfrutar de la naturaleza, garantizar el funcionamiento de los ecosistemas y la supervivencia de los seres vivos que los forman.

Por otro lado la conservación y el recicle del agua son primordiales también para el mantenimiento de cualquier superficie verde dependiendo del sitio geográfico. El agua puede ser una limitante, es por eso que la técnica de captación o cosecha de agua de lluvia ha pasado a ser de vital interés en la manutención no solo de áreas verdes o jardines, sino también en los huertos familiares o traspatios, porque significan disponibilidad de agua en épocas de falta de este recurso, así como un ahorro en la economía gubernamental o familiar.

Debido a la necesidad de agua, no solo para necesidades básicas sino para el mantenimiento de áreas verdes, se realizó un proyecto para el manejo sustentable del agua, colectando la precipitación de los meses lluviosos, almacenarla y luego distribuirla a los jardines a través de un sistema hidráulico.

El objetivo general de este proyecto fue realizar la estimación de la precipitación probable en función de un registro histórico de datos. Se emplearon los datos históricos de precipitación para realizar un ajuste a las distribuciones normal, lognormal y raíz cúbica a diferentes probabilidades y llevar a cabo pruebas de bondad de ajuste para estas distribuciones.

1 Profesor investigador de la Universidad Autónoma Chapingo. Email: perezsotof@hotmail.com

2 Profesor de tiempo completo del CU UAEM Texcoco. Email: esfigue_3@yahoo.com.mx

3 Profesor investigador de la Universidad Autónoma Chapingo

4 Estudiante del Colegio de Postgraduados

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Captación de agua de lluvia

Mediante la captación o cosecha del agua de lluvia se puede mejorar el abastecimiento de agua para el uso agrícola, doméstico y cualquier otro uso que sea viable. El aprovechamiento de agua precipitada consiste en filtrar el agua de lluvia captada en una superficie determinada, generalmente los tejados o azoteas de las construcciones y almacenarla en depósitos. Posteriormente el agua debe contar con un tratamiento para poder ser distribuida a través de un sistema hidráulico independiente de la red de agua potable (Ruskin, 2001). La técnica de cosechar agua de lluvia no es reciente, incluso nuestros antepasados la realizaban, precisamente con el objetivo de tener agua de la cual disponer. Conforme el tiempo ha avanzado los objetivos han ido evolucionando, así como el ingenio del hombre por satisfacer sus necesidades hídricas.

Precipitación aprovechable por el suelo y la planta

De acuerdo con el Soil Conservation Service (SCS), con fines de estimación del volumen de agua que escurre (V_e) y el volumen de agua que se infiltra (V_i) y almacena en el suelo, en hidrología se han desarrollado diferentes procedimientos para determinar el volumen que escurre, lo que en este documento se denomina como Precipitación aprovechable por el suelo y las plantas (P_e).

Consumo de agua por las plantas

Normalmente se emplean los términos de Evapotranspiración o Uso consuntivo al hablar del estudio del consumo de agua en las plantas, la diferencia entre ellas es un simple término académico dado que el error que se comete figura dentro del rango normal de mediciones, por lo cual en este trabajo se empleó de manera equivalente. En general el uso consuntivo depende de factores hídricos, edáficos vegetales y climáticos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la precipitación se recurrió a realizar un análisis probabilístico con tres distribuciones, siendo éstas la distribución normal, lognormal y raíz cúbica respectivamente; se analizaron tres probabilidades de ocurrencia que fueron 60 %, 80% y 90% para una serie de datos de 15 años, empleando el criterio de Kolmogorov Smirnov para decidir que distribución fue la que tuvo un mejor ajuste así como el nivel de probabilidad escogido; se empleó de igual manera la prueba de bondad de ajuste de ji cuadrada como auxiliar en este aspecto.

IV. RESULTADOS

Variables climatológicas

Para llevar a cabo dicho proyecto se requirieron de la precipitación media mensual con el mayor número de años de información histórica disponible, en este caso el período comprendió de 1995 a 2010, obteniéndose un promedio de los 15 años de datos, como se puede ver en el cuadro 1.

Cuadro 1. Precipitaciones, temperaturas y evaporación medias mensuales de la estación seleccionada.

Mes	Precip. (mm)	Temp. (°C)	Evap. (mm)
Ene	42.69	18.60	96.07
Feb	32.12	19.26	118.63
Mar	36.14	20.33	165.50
Abr	62.47	25.12	190.94
May	152.52	27.12	188.29
Jun	321.93	24.89	135.50
Jul	288.68	23.64	169.06
Ago	360.01	23.38	154.36
Sep	384.32	23.16	126.91
Oct	256.08	22.01	119.74
Nov	69.65	20.34	93.00
Dic	49.15	17.86	83.74
Total	2055.81		1641.752

Se realizó un ajuste con la serie de datos históricos a tres funciones de distribución de probabilidad, que fueron la distribución normal, distribución lognormal y la distribución raíz cúbica con 60%, 80% y 90% de probabilidad de ocurrencia aunque se trabajó con la probabilidad de 60% en las tres distribuciones para el resto de los cálculos; la distribución lognormal con una probabilidad de 60%, fue la que mostró un mejor ajuste de acuerdo a la prueba de bondad de Kolmogorov-Smirnov, es decir que de las tres pruebas fue la que presentó un valor calculado de prueba menor que las otras dos distribuciones y aunque la distribución normal tuvo un número mayor de meses que se ajustaron el valor mínimo se presentó en la distribución lognormal como se ve en el cuadro 2, es decir que, si se toma en cuenta un periodo de cinco años, se estaría asegurando que cada tres de cinco años se presentarían las precipitaciones estimadas, datos que se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 2 Prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov

Mes	Normal	Lognormal	R. Cúbica	D tablas		
	D calculado	D calculado	D calculado	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.20$	$\alpha = 0.01$
Ene	0.2233	0.0936	0.1265	0.338	0.266	0.404
Feb	0.1298	0.1882	0.1722	0.338	0.266	0.404
Mar	0.1174	0.1676	0.1605	0.338	0.266	0.404
Abr	0.0874	0.1576	0.1143	0.338	0.266	0.404
May	0.2189	0.0714	0.1137	0.338	0.266	0.404
Jun	0.1767	0.1337	0.1319	0.338	0.266	0.404
Jul	0.1626	0.1168	0.1108	0.338	0.266	0.404
Ago	0.1224	0.1779	0.1615	0.338	0.266	0.404
Sep	0.1375	0.1308	0.1068	0.338	0.266	0.404
Oct	0.1368	0.1015	0.0867	0.338	0.266	0.404
Nov	0.1314	0.1928	0.1697	0.338	0.266	0.404
Dic	0.2428	0.2591	0.2546	0.338	0.266	0.404
Mínimo	0.08742	0.07150	0.08677			

Cuadro 3 Precipitación obtenida de la función de distribución lognormal

Mes	Pp (mm)	Pp (cm)
Ene	28.565	2.857
Feb	24.837	2.484
Mar	23.985	2.399
Abr	39.878	3.988
May	96.493	9.649
Jun	270.628	27.063
Jul	228.015	22.802
Ago	305.782	30.578
Sep	316.186	31.619
Oct	179.242	17.924
Nov	58.550	5.855
Dic	43.758	4.376
Total		161.592

De la misma forma se empleó la prueba de bondad de ajuste de ji cuadrada, en la cual resultó que la distribución normal fue la que presentó un mejor ajuste, pero debido a la cantidad de datos se priorizó la prueba de Kolmogorov.

Se calcularon los errores que existen entre cada uno de los ajustes de las diferentes distribuciones empleadas como se muestran en las figuras 1, 2 y 3.

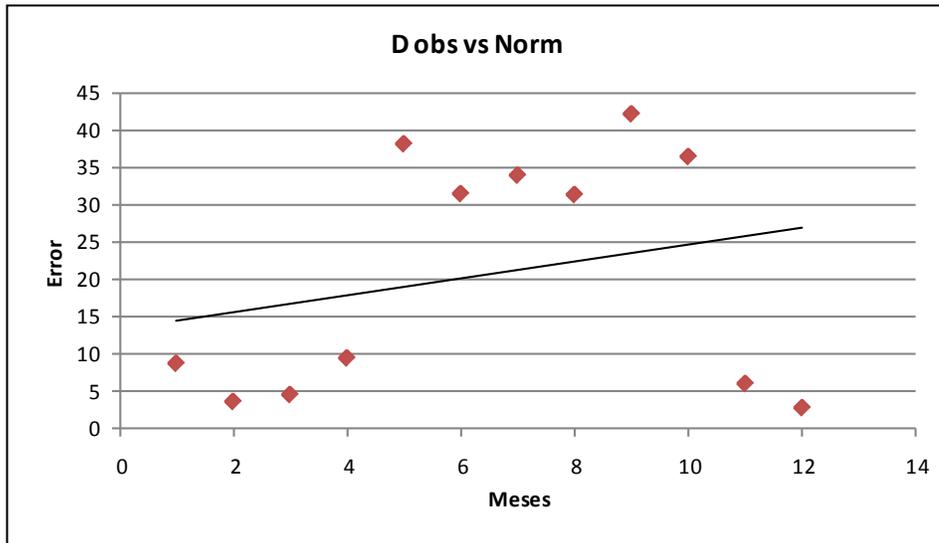


Figura 1. Error calculado con los datos de la distribución Normal

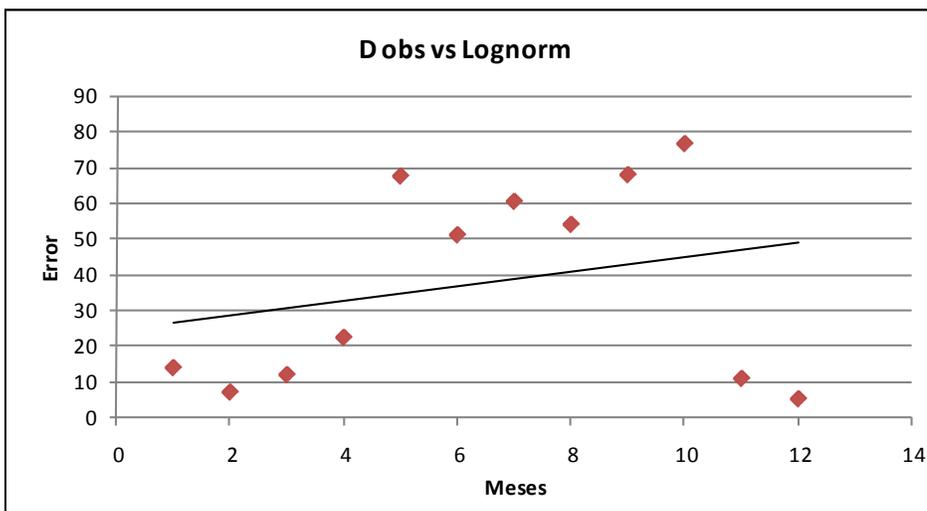


Figura 2. Error calculado con los datos de la distribución Lognormal

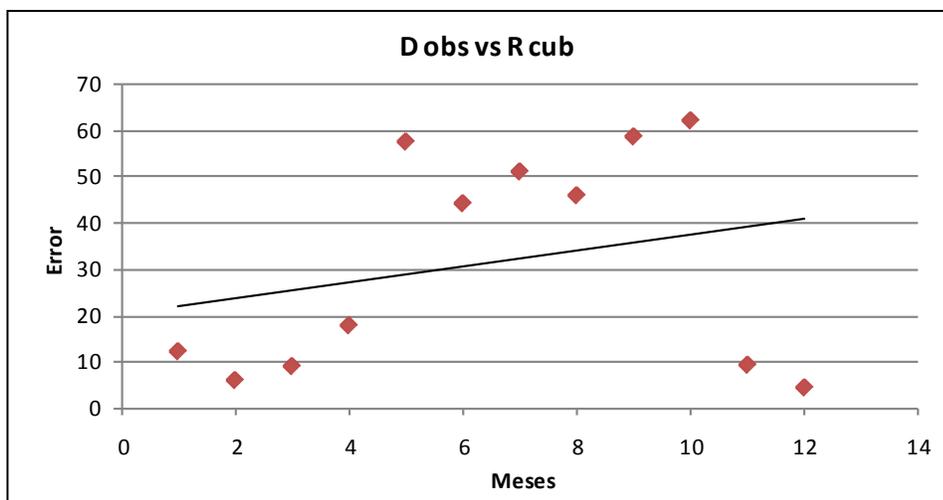


Figura 3. Error calculado con los datos de la distribución Raíz Cúbica

El error que existe entre el dato observado y los estimados, se obtiene de las diferencias de estos dos anteriores, datos que se muestran en los cuadros 4, 5 y 6.

Cuadro 4 Cálculo del error de datos estimados con la distribución Normal

T Meses	Datos observados X_o	Estim. D. Normal X_e	$(X_o - X_e)$
Ene	42.695	33.806	8.888
Feb	32.121	28.330	3.791
Mar	36.149	31.432	4.716
Abr	62.479	52.8752409	9.603
May	164.253	126.077635	38.176
Jun	321.933	290.404778	31.529
Jul	288.687	254.701352	33.985
Ago	360.013	328.611112	31.402
Sep	384.327	342.154269	42.172
Oct	256.080	219.604829	36.475
Nov	69.654	63.46256	6.191
Dic	49.159	46.1912222	2.967

Cuadro 5 Cálculo del error de datos estimados con la distribución Lognormal

T Meses	Datos observados Xo	Estim. D. Lognormal Xe	(Xo-Xe)
Ene	42.695	28.565	14.130
Feb	32.121	24.837	7.284
Mar	36.149	23.985	12.163
Abr	62.479	39.878	22.601
May	164.253	96.493	67.761
Jun	321.933	270.628	51.305
Jul	288.687	228.015	60.671
Ago	360.013	305.782	54.231
Sep	384.327	316.186	68.140
Oct	256.080	179.242	76.838
Nov	69.654	58.550	11.104
Dic	49.159	43.758	5.401

Cuadro 6 Cálculo del error de datos estimados con la distribución Raíz Cúbica

T Meses	Datos observados Xo	Estim. D. R. Cúbica Xe	(Xo-Xe)
Ene	42.695	30.361	12.334
Feb	32.121	26.029	6.092
Mar	36.149	27.029	9.120
Abr	62.479	44.540	17.938
May	164.253	106.573	57.680
Jun	321.933	277.597	44.336
Jul	288.687	237.469	51.217
Ago	360.013	313.949	46.064
Sep	384.327	325.538	58.788
Oct	256.080	193.813	62.267
Nov	69.654	60.247	9.407
Dic	49.159	44.648	4.510

Sistema de captación

El sistema de captación se adapta en función del diseño arquitectónico, en el cual se disponen de 497.8 m² de área totales para captación y un área total de riego de 7242 m². Para realizar los cálculos considera la precipitación efectiva (estimada) en la zona, la eficiencia de captación del techado (coeficiente de escurrimiento) y se determinan las necesidades que presentan la vegetación (pasto).

Cabe mencionar que para calcular la cantidad de agua disponible que pudiera captar el sistema expresado en el cuadro 7, para tal estimación se empleó un coeficiente de escurrimiento $C = 0.85$, el cual fue un valor promedio dentro del rango existente para un material de techo de teja y un tipo de área residencial.

Cuadro 7 Precipitación obtenida con análisis probabilístico así como la precipitación posible a captar.

Mes	Prec (mm)	Prec disp (mm)
Ene	28.56	24.28
Feb	24.83	21.11
Mar	23.98	20.38
Abr	39.87	33.89
May	96.49	82.019
Jun	270.63	230.03
Jul	228.02	193.81
Ago	305.78	259.92
Sep	316.19	268.76
Oct	179.24	152.36
Nov	58.55	49.76
Dic	43.75	37.19
Total	1615.9	1373.5

Se deduce que la precipitación disponible para captar son alrededor de 1370 mm, lo que en otros términos puede traducirse en 1.37 m de lámina de agua de lluvia, lo cual se traduce en 684 m³ posibles a captar dada el área de destinada para este fin; por otro lado se hace notorio que las condiciones de temperatura y precipitación que se suscitan provocan que en determinados meses del año (7 meses, ene-may, jul y ago) se requiera de agua para riego, la lámina de demanda total sería de 194 mm, teniendo que el mes de máxima demanda es abril, el cual requiere de 300 m³, en total para el año se necesitan 1405 m³.

Por el otro lado, se realizó un cálculo de las necesidades hídricas que se presentaran en el área de interés mes a mes, para con esto poder realizar un balance de las entradas y salidas en el sistema y así poder llegar a un volumen de cisterna satisfactorio, que tenga el suficiente volumen para captar el volumen de agua de la época de lluvias

En la figura 4 se muestra gráficamente lo que el pasto necesitará a lo largo del año y lo que se dispone de la precipitación para ser empleado para el riego.

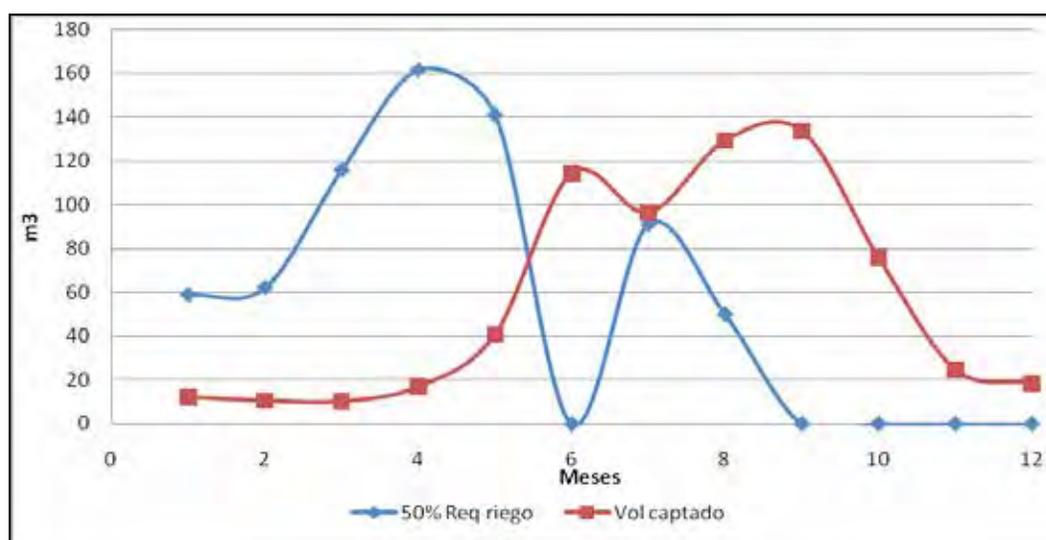


Figura 4 Entradas y salidas del sistema lo largo del año

V. CONCLUSIONES

Con el agua que se capte y almacene se dará mantenimiento al área verde del proyecto en los meses en que se presentó déficit hídrico.

Se escogió un nivel de probabilidad del 60 por ciento de excedencia, debido a que en un intervalo de tiempo dado, se calcula se presenten las estimaciones un número mayor de veces que si se emplea una probabilidad del 50 por ciento.

Se escogió la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov Smirnov para decidir que distribución presentaba un mejor ajuste de los datos, debido a que la cantidad de datos de que se dispusieron fue muy poca, por lo que la prueba de ji cuadrada se descartó.

Se concluye que la cantidad de precipitación estimada no será suficiente para satisfacer el requerimiento hídrico de la especie vegetal en cuestión, por lo que se tendrá que ajustar sus necesidades a la cantidad de agua que se capte.

La capacidad de la cisterna se planteo en función del volumen estimado a almacenar por el sistema de captación, el cual puede ser mayor o menor en función del área disponible para tal propósito.

VI. RECOMENDACIONES

El empleo del agua de lluvia para llevar a cabo el riego de jardines y áreas verdes debería ser una herramienta a poner más en práctica, debido al ahorro de agua potable que significa así como un mejor empleo del agua de lluvia, que muchas veces termina en el drenaje, aumentando la cantidad de aguas residuales y perdiendo así un recurso al que se le puede dar un mejor aprovechamiento; tratando así de disminuir los efectos nocivos para el medio ambiente.

Se recomienda que en trabajos de esta especie se cuente con una más amplia disposición de información histórica de datos de precipitación; esto conllevaría a realizar un análisis y una estimación más apropiada de precipitaciones, empleadas para diferentes fines.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bell, S. 1993 Elements of visual design in the landscape. E & FN SPON. London, UK.

Cruz G. J. A. 2006. Apuntes de Uso Consuntivo y Balance Hídrico. Documento inédito. UNAM. Instituto de Ingeniería. México.

Dunnett N. y Hithmough J. 2004. The dynamic landscape. London Ed. Spon Press. UK

Figuroa S. B. y García J. A. Plan de Trabajo 2006, Línea de Investigación Paisaje y Agronegocios 2006. Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba. México.

Ruskin R. H. 2001 Recolección de agua de cisternas.. <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsacg/e/foro4/18MARZO/Mass/sistemas.pdf> [12-ene-07]

SARH. 1941-1970 Normales climatológicas. SARH

Waterfall, H. P. 1998 Harvesting rainwater for landscape use. Extension Agent, University of Arizona Cooperative. Arizona department of water resources. Az, USA

La utilización de la dinámica estocástica en la construcción de modelos macroeconómicos convencionales.

JOSÉ LUIS HERNÁNDEZ MOTA¹
Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco

Resumen

El presente estudio muestra como el desarrollo del análisis macroeconómico inevitablemente ha estado ligado a la utilización de los métodos matemáticos. Uno de los métodos más utilizados por los economistas para la formulación de modelos económicos que representen las características recurrentes e inciertas de los fenómenos económicos, es el análisis dinámico estocástico, concluyendo que no se debe abusar en la construcción de modelos con uso de técnicas sofisticadas, pero sin contenido económico en sus planteamientos y resultados.

Palabras clave: Análisis Dinámico Estocástico, Modelos Macroeconómicos, Expectativas.
Clasificación JEL: B40, C61, E10, O40.

Introducción.

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

Así, en los inicios de la ciencia económica, el problema central radicaba tanto en el análisis de las causas del progreso económico de las naciones en el marco de un incipiente sistema capitalista, como en la búsqueda de situaciones de equilibrio bajo ciertas condiciones establecidas. Dado la elegancia y aceptación en los resultados que presentaba el segundo punto, durante las últimas dos décadas del siglo XIX y las tres primeras del siglo XX, se le dio a éste una mayor preponderancia dentro de la ciencia económica, avanzando en el establecimiento de los fundamentos microeconómicos que permiten comprender el funcionamiento de los mercados y la actuación de los agentes que en él intervienen por medio del método matemático del análisis estático.

Con la utilización de las técnicas matemáticas de optimización clásica, permitió, dentro del análisis económico, encontrar los valores de las variables de interés, que una vez alcanzadas, tendían a perpetuarse por sí solas, dando por un hecho la posibilidad de alcanzar la posición de equilibrio, aún cuando ocurra un cambio en un parámetro del modelo seleccionado, pues se tendrá un desplazamiento de la posición de equilibrio inicial a la posición de equilibrio final. Por lo tanto, en la segunda década del siglo XX, los economistas habían encontrado un consenso en la utilización de las herramientas microeconómicas con los métodos matemáticos del equilibrio estático para el análisis agregado de corto plazo y de los cambios en la demanda y oferta de bienes y factores productivos.

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

¹ Doctor en Ciencias Económicas, Profesor-Investigador del Departamento de Producción Económica de la UAM-Xochimilco, adscrito al Área de Política Económica y Desarrollo (jlhernandez@correo.xoc.uam.mx). Dirección: Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, C.P. 04960, México, D.F.

adecuadas para entender lo que ocurría con las fluctuaciones de corto y largo plazo de las dos variables básicas de la economía: el producto nacional y el nivel general de precios.

Por tal motivo, para los años 1930s, se retomó el análisis de los ciclos económicos que Clement Juglar describió en 1860, llamándolos ciclos de negocios, así como los denominados ciclos de inventario de Kitchin, propuestos en 1923, y las ondas largas de Kondratieff de 1924 y 1925, mismos que aunque tenían una base netamente empírica, Mitchell (1927) reafirmó con una modelación de la economía basada en retardos, dado la carencia de métodos matemáticos adecuados para el análisis de las fluctuaciones hasta ese momento.

A la par de lo anterior, también se fue desarrollando, a partir de la publicación en 1936 de la **Teoría General de la Ocupación, el Interés y el Dinero** de J. M. Keynes, la teoría macroeconómica como respuesta a la insatisfacción que provocó la microeconomía para el entendimiento de los problemas económicos vigentes, dando una mayor importancia a las condiciones monetarias, a las psicológicas de los agentes económicos y al papel del gobierno en el proceso económico.

El auge de la macroeconomía keynesiana al rango de ortodoxia y el renovado interés de los ciclos económicos, hizo que autores tan disímolos en el análisis económico como Schumpeter, Kalecki, Kaldor y Samuelson proporcionaran las nuevas teorías y modelos modernos del ciclo económico. Posteriormente, al conjugarse con el desarrollo de los sistemas dinámicos en el campo de las matemáticas, dio lugar al establecimiento del análisis dinámico en el proceso de crecimiento de una economía de mercado con decisiones centralizadas o descentralizadas, cuyo objetivo se estableció como la búsqueda de la trayectoria que las diferentes fuerzas (variables) de un modelo deben tender para dirigirse hacia una nueva posición de equilibrio, si inicialmente se encuentran lejos de una posición de equilibrio debido a un cambio en un parámetro que lleva fuera del equilibrio analizando, además, el carácter específico de la trayectoria, en el sentido de si dicho cambio es permanente, fluctuante u oscilatoria que las variables seguirán camino del equilibrio, utilizando para ello los avances de la teoría del control óptimo y del cálculo de variaciones, aplicado para los sistemas dinámicos en tiempo continuo².

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

Asimismo, dado el consenso en torno a que un rasgo esencial que prevalece en las economías reales es la presencia de incertidumbre, tanto en el efecto de un instrumento de política económica como en el de las decisiones de los agentes privados, entonces, la dinámica estocástica es una herramienta matemática que ha venido recibiendo una atención y uso creciente entre los economistas para formular modelos macroeconómicos que expliquen los fenómenos económicos presentes, derivados de los procesos de expansión del sistema de economías de mercado que conlleva per se un alto grado de incertidumbre y no una cotidianeidad económica determinista como se supone en los modelos simples de macroeconomía³.

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

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

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

anterior, en la primera sección se desarrolla un esquema general de la dinámica estocástica, en general, como herramienta matemática para su utilización en la modelización macroeconómica. En la segunda sección se muestra la evolución respecto al uso de la dinámica estocástica en el análisis macroeconómico. Por último, se presentan las conclusiones respecto a las ventajas y desventajas del uso de la dinámica estocástica para la formulación de modelos macroeconómicos en particular.

I.- Dinámica Estocástica.

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

$$1) \dot{x} = f(x)$$

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

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

$$2) x_{t+1} = f(x_t)$$

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

$$3) x_{t+1} = f(x_t, t)$$

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

$$3^a) x_{t+m} = f(x_{t+m-1}, x_{t+m-2}, \dots, x_{t+m-2}, t) = f_t(x_{t+m-1}, x_{t+m-2}, \dots, x_{t+m-2}, x_t)$$

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

En consecuencia, siguiendo la metodología desarrollada, entre otros, por Malliaris and Brock (1991), Aoki (1998), Shone (1997), Lomeli y Rumbos (2003) y Medio (1992), en la formulación de un modelo que presente una dinámica estocástica va a depender de determinar si las observaciones (o datos) que representan las variables siguen un proceso estocástico⁴ (aleatorio) o bien si están generados por un fenómeno no lineal, de tal manera que asume un comportamiento caótico. Por tal motivo, es necesario suponer la linealidad del modelo para que así la existencia del comportamiento estocástico se explique por la introducción de variables aleatorias, conformando un modelo lineal estocástico.

En consecuencia, supongamos que $\{X_t\}$ es una sucesión de variables relacionadas por la ecuación de diferencias:

$$4) x_t = \alpha x_{t+1} + \beta$$

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

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

Haciendo iteración hacia adelante:

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

y la solución existe si se cumple

i) $|\alpha| < 1$

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

si $\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha^n x_{t+n} = 0$, entonces la solución esta dada por $x_t = \frac{\beta}{1-\alpha}$. El término $\beta \sum_{k=0}^{\infty} \alpha^k = \frac{\beta}{1-\alpha}$ es

la **parte fundamental** de la solución. Mientras el término $\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha^n x_{t+n}$ es la **parte de burbuja** de la solución. Si $\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha^n x_{t+n} \neq 0$, entonces la solución no es la parte fundamental y se puede decir que existen **burbujas especulativas**. Sin embargo, aun cuando no existan dichas burbujas y tengamos una variable adicional en la ecuación (4), de forma que se denote la siguiente relación:

$$4^a) x_t = \alpha x_{t+1} + \beta y_t$$

Iterando hacia el futuro:

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

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

Por tanto, si a (4^a) se le da un sentido aleatorio, esta se reescribe como:

$$5) x_t = \alpha \mathbb{E}(x_{t+1}) + \beta y_t$$

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

Por lo anterior, la forma de calcular el valor esperado de la variable X como mejor indicador para el futuro con presencia de incertidumbre, es una elección que depende de lo siguiente: si se toma al valor esperado como el primer momento de la variable aleatoria central, entonces tenemos que $\mathbb{E}(x_{t+1}) = \bar{x}$, donde \bar{x} denota el promedio de los valores pasados; pero, si consideramos a la esperanza matemática como una martingala, de forma que está condicionada por toda la información disponible en el periodo, entonces tenemos que $\mathbb{E}(x_{t+1}/I_t) = x_t$, donde I_t denota el conjunto $\{x_{t-i}, y_{t-i}; i = 0, 1, \dots, t\}$ de toda la información disponible en el periodo t , es decir, todos los valores pasados de las variables, así como también al conjunto de valores de todos los parámetros del modelo. Esto último supone que se tiene toda la información pasada y es idéntica para todos. Si además, se considera que existe un conjunto de información mínima, I_m , contenido en todos los conjuntos de información, entonces es posible tomar la esperanza matemática con respecto a alguna medida de probabilidad común⁵.

Por tanto, para resolver (5), iteramos un periodo hacia el futuro y tomamos la esperanza condicionada a la información en t y obtenemos

⁵ Aunque el valor futuro de x es desconocido y pueda tomar toda una gama de valores, cada uno de ellos con cierta probabilidad, pues es una variable aleatoria para cada periodo, de alguna manera es posible utilizar toda la información disponible para encontrar esta distribución de probabilidad y es con respecto a ésta que se toma el valor esperado o esperanza.

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

aplicando la Ley de Esperanzas Iteradas⁶,

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

y sustituyendo este resultado en (5):

$$6) x_t = \alpha[\alpha \mathbb{E}_t(x_{t+2}) + \beta \mathbb{E}_t(y_{t+1})] + \beta y_t = \alpha^2 \mathbb{E}_t(x_{t+2}) + \alpha \beta \mathbb{E}_t(y_{t+1}) + \beta y_t$$

Si, en cambio, se itera dos periodos a (5), se toma la esperanza condicionada en t y se aplica la ley de esperanzas iteradas, se obtiene

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

y sustituyendo en (5):

$$7) x_t = \alpha^2[\alpha \mathbb{E}_t(x_{t+3}) + \beta \mathbb{E}_t(y_{t+2})] + \alpha \beta \mathbb{E}_t(y_{t+1}) + \beta y_t \\ = \alpha^3 \mathbb{E}_t(x_{t+3}) + \alpha^2 \beta \mathbb{E}_t(y_{t+2}) + \alpha \beta \mathbb{E}_t(y_{t+1}) + \beta y_t$$

Después de n iteraciones se obtiene

$$8) x_t = \alpha^n \mathbb{E}_t(x_{t+n}) + \beta \sum_{k=0}^{n-1} \alpha^k \mathbb{E}_t(y_{t+k})$$

El cual es el equivalente estocástico de la solución de la ecuación (4a). Suponiendo que no hay burbujas especulativas, es decir que se cumple $\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha^n \mathbb{E}(x_{t+n}) = 0$, la solución es $x_t = \beta \sum_{k=0}^{\infty} \alpha^k \mathbb{E}(y_{t+k})$, que es la parte fundamental de una ecuación dinámica estocástica. Sin embargo, se continúa sin conocer el límite de la serie a menos de que tengamos más información acerca de la sucesión $\{\mathbb{E}(y_{t+k})\}_{k=0}^{\infty}$.

Ahora bien, en caso de que $\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha^n \mathbb{E}(x_{t+n}) \neq 0$, es decir, que la solución de la ecuación estocástica (2) admita burbujas (o equilibrios múltiples), además de suponer que x_t^* es la solución fundamental y, por tanto, que

$$9) x_t = x_t^* + \gamma_t$$

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

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

el cual diverge puesto que la esperanza de γ_t es explosiva, por lo tanto, γ_t representa la burbuja de la solución⁷.

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

$$10) x_t = \alpha_0 + \alpha_1 \mathbb{E}_{t-1}(x_t) + \alpha_2 \mathbb{E}_{t-2}(x_t) + y_t$$

donde $\alpha_i \in (0, 1)$ y los valores esperados de x_t que se tuvieron en los dos periodos anteriores. Así, x_t puede expresarse en forma reducida si está en función de $\{\gamma_t\}$. Esto se logra si se toma la esperanza más antigua de (10), \mathbb{E}_{t-2} , a toda esa ecuación, se utiliza luego la ley de esperanzas iteradas y del resultado se despeja $\mathbb{E}_{t-2}(x_t)$, obteniendo

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

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

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

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

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

Sustituyendo $\mathbb{E}_{t-2}(x_t)$ y $\mathbb{E}_{t-1}(x_t)$ en (10), y simplificando se obtiene la forma reducida para x_t :

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

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

Es obvio que el análisis puede extenderse para $\mathbb{E}_{t-k}(x_t)$, $k = 1, \dots, t$. En consecuencia, y_t , en general, puede representar un vector de variables exógenas que pueden incluir shocks estocásticos.

Sin embargo, también es posible que se presenten situaciones donde los valores esperados de x_t , dependen tanto de la varianza que se tuvo de la misma en el periodo anterior, la esperanza del valor futuro y algún parámetro y_t . En este caso, la técnica adecuada es la de coeficientes indeterminados para hallar la solución respectiva.

Ahora bien, generalmente los sistemas dinámicos no lineales presentan un comportamiento caótico. Esto también puede presentarse cuando un fenómeno está descrito por un sistema lineal y una o más variables del modelo son intrínsecamente estocásticas⁸. Por tanto, si identificamos al caos como un comportamiento netamente desordenado, lo que se desea es mostrar la inestabilidad del sistema dinámico definido por (2). Dada una condición inicial x_0 , considérese un punto cercano $y_0 = x_0 + \delta_0$ en donde $|\delta_0|$ es pequeño y mide la separación entre la condición inicial y el punto cercano. Iterando n veces, comenzando con x_0 y y_0 , de manera que se obtenga la separación que existe entre ambos puntos después de n iteraciones, $\delta_n = y_n - x_n$. Si $|\delta_0| \approx |\delta_n| e^{n\lambda}$, donde λ es el **exponente de Liapunov**, que se define como

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

si el límite existe⁹. Por lo tanto, si $\lambda > 0$ existe caos, debido a la sensibilidad de las condiciones iniciales.

II.- Evolución de la Dinámica Estocástica en el Análisis Macroeconómico.

El tipo de economías a las que se les puede aplicar los métodos estocásticos para el análisis económico es sorprendentemente grande, sobre todo cuando se tiene el consenso de que éstas fluctúan con una tendencia marcada y muestran una dinámica que puede ser aproximada mediante una ecuación lineal de movimiento a lo largo del tiempo, con presencia de incertidumbre¹⁰. Dicho comportamiento aunque ha sido observado desde la evolución del sistema capitalista, su análisis mediante el uso de sistemas dinámicos ha sido paulatino, en principio, y excesivamente tratado últimamente.

Sin embargo, a pesar de lo anterior, por mucho tiempo la utilización del tiempo continuo en el análisis económico mostró su utilidad, sobre todo cuando se aproximaban procesos en donde la evolución de una situación a la siguiente no era muy brusca y se tiene la posibilidad adicional de analizar los estados intermedios; por tanto,

⁸ Esto es de particular importancia, pues hacer el tiempo discreto tiene implicaciones para la dinámica del modelo, pues puede generarse un comportamiento caótico en donde antes no lo había. Por lo tanto, se debe tener en cuenta si esta complejidad es o no deseable considerando si ésta es endógena al sistema o resultado de una mala modelización como, por ejemplo, si se considera un modelo logístico, este es simple en tiempo continuo, pero en tiempo discreto tiene un comportamiento complejo, Cfr. Medio (1992), chapter 11.

⁹ Para una idea general de la demostración de la definición, véase Lomeli y Rumbos (2003), pp.189 y ss. donde, además, muestran que también se puede analizar el comportamiento caótico por medio del teorema de Li y Yorke.

¹⁰ Cfr. Malliaris and Brock (1991).

de aquí surge la razón del porque la modelización económica pospuso la consideración del tiempo como variable y se inició con modelos estáticos, donde a partir de un conjunto de hipótesis sobre los agentes (denominadas comúnmente como racionalidad), se llega a la conclusión de la existencia de un equilibrio entre las fuerzas económicas. Pero, también se tiene la deficiencia de no describir como se llega al equilibrio, por lo cual no se identifica lo *aleatorio o estocástico* que aqueja la cotidianeidad económica sino que se considera a ésta como un fenómeno esencialmente determinista, con lo cual se genera una incapacidad predictiva de los modelos, misma que proviene o de la formulación de las ecuaciones, pues las variables pueden ser intrínsecamente estocásticas y, por lo tanto, su evolución es impredecible hasta cierto punto; o de que las variables involucradas sean de origen determinista, pero su evolución esté descrita por un sistema dinámico no lineal que presente un comportamiento caótico fuera de la realidad.

Ahora bien, conforme el análisis de las series de tiempo tradicional, se puede observar que el comportamiento de las variables económicas agregadas pueden separarse en dos partes: la primera es una tendencia determinista y la segunda está formada por fluctuaciones alrededor de dicha tendencia. Este hecho motivó, en principio, al desarrollo de la teoría keynesiana¹¹ con el fin de principal de analizar, reducir, y hasta eliminar, estas fluctuaciones con base en políticas monetaria y fiscal adecuadas, en coordinación con las expectativas de los agentes económicos, bajo el supuesto de que el gobierno (o la autoridad monetaria, en caso de bancos centrales autónomos) tienen la capacidad de anticipar estas fluctuaciones y deben actuar en consecuencia. Sin embargo, dado que los datos de las variables económicas se recopilan y archivan para periodos de tiempo uniformemente espaciados, el análisis de variables macroeconómicas sobre conjuntos discretos de valores de tiempo se fue extendiendo desde la aparición de los trabajos simultáneos de Harrod y Samuelson en 1939¹².

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

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

cuya solución es $Y_t^* = \left(\frac{\beta}{\beta - \alpha} \right)^t Y_0 \Rightarrow I_t = S_t = \alpha \left(\frac{\beta}{\beta - \alpha} \right)^t Y_0$, donde $\frac{\beta}{\beta - \alpha} \geq 1$, dado que el ingreso se asume como no negativo, conjuntamente con las fracciones α y β , siendo las sucesiones $\{Y_t\}$, $\{I_t\}$ y $\{S_t\}$, monótonas crecientes, por lo cual las variables divergen del equilibrio, mostrando una economía inestable, que depende de que las expectativas sean satisfechas y de que se tenga una política económica que fomente el ahorro para la disposición de la inversión que haga posible un crecimiento periodo tras periodo y tener una tasa actual de crecimiento que iguale tanto a la tasa garantizada como a la tasa natural de crecimiento económico.

Por su parte, Samuelson realiza un análisis del ingreso nacional. Se parte planteando un modelo macroeconómico de economía cerrada, donde el ingreso nacional actual es igual al consumo, inversión y gasto público corriente, $Y_t = C_t + I_t + G_t$, siendo el consumo función de la propensión marginal a consumir, que se supone constante, respecto al ingreso anterior, $C_t = \alpha Y_{t-1}$. La inversión se supone igual a una constante del incremento en el consumo respecto al periodo precedente (este es el llamado principio de aceleración), $I_t = \beta(C_t - C_{t-1})$. Por su parte, el gasto público, G_t , se supone exógeno, lo cual implica que es una constante periodo a periodo, entonces $G_t = 1$. Bajo estas tres relaciones macroeconómicas, se genera la siguiente ecuación en diferencias de segundo orden

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

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

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

cuya solución es $Y_t^* = r^t(C_1 \cos \theta_t + C_2 \sen \theta_t) + \frac{1}{1-\alpha}$, siendo $r = \sqrt{\alpha\beta}$, C_1 y C_2 , constantes arbitrarias, si el límite del primer termino tiende a cero, entonces la solución es

$$Y_t^* = \frac{1}{1-\alpha}$$

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

La utilización del análisis dinámico discreto y de la conceptualización macroeconómica keynesiana de Harrod y Samuelson, abrió importantes consensos para el análisis macroeconómico en materia del manejo de la política económica que mantuvieran las fluctuaciones del ingreso nacional y de las principales variables económicas, dejando la cuestión de la tendencia o crecimiento para mejores ocasiones¹³. Sin embargo, dado que el análisis supone coeficientes constantes, sobre todo en lo que respecta a las propensiones marginales a consumir y a ahorrar, la crítica neoclásica, en un primer momento, señaló al respecto que no existe fundamento microeconómico que justifique por qué los individuos se tienen que comportar de esa manera y, en un segundo momento, retomando la incertidumbre respecto a las decisiones de ahorro e inversión planteadas por Keynes, se empezó a formular el importante papel de las expectativas de los agentes económicos para el diseño y resultados de la política económica, en especial de la política monetaria, ante los problemas crecientes de inflación y desempleo.

Por consiguiente, considerando que tanto el análisis de las burbujas especulativas de la solución de un sistema dinámico como la introducción de variables aleatorias en dicho sistema es de gran utilidad para la formulación y tratamiento de modelos monetarios, de manera tal que éstos capten las burbujas en el nivel de precios que conllevan a hiperinflaciones o a deflaciones¹⁴, se puso atención en la infinidad de equilibrios múltiples que se podrían encontrar por la deliberada política monetaria para financiar los déficits públicos, generados por la idea aceptada de que la inversión, pública o privada, podía acelerar el crecimiento. Razón por la cual, el gobierno debía financiar el gasto de inversión con emisión monetaria. Sin embargo, ello supone implícitamente que los individuos tienen previsión perfecta acerca del futuro y que no hay respuestas anticipadas a shocks de política económica, por lo que, en contrario sensu, se planteo la hipótesis neoclásica acerca de que la monetización del déficit conduce a una dinámica inflacionaria que genera una mayor incertidumbre entre los agentes, los cuales reaccionarían ante las medidas de política económica para protegerse. Esto dio pie al nacimiento del debate macroeconómico sobre la efectividad de la política monetaria, introduciendo al análisis dinámico un componente aleatorio respecto al comportamiento del conjunto de variables consideradas.

Así, por ejemplo, Cagan (1956), formula un modelo de dos ecuaciones: una ecuación dinámica de demanda de dinero y una ecuación que describe la formación de expectativas inflacionarias de los agentes como reacción a las medidas de política de monetización de los déficits¹⁵. Por consecuencia, la demanda de dinero es una función exponencial de saldos reales, M_t , que responde inversamente a la tasa esperada de inflación que, en equilibrio, es igual al stock monetario real, y puede ser representada en tiempo discreto de la siguiente manera

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

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

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

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

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

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

despejando los precios:

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

donde $a = \frac{\alpha}{1 + \alpha}$.

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

Bajo este marco de análisis, en los 1970s, el debate sobre la efectividad de la política monetaria llegó a su clímax, con el advenimiento de las expectativas adaptativas por las racionales como forma de racionalidad de los agentes económicos para anticiparse a shocks imprevistos de la autoridad monetaria. Basándose en los trabajos de Lucas (1972 y 1976), sobre la neutralidad de la política monetaria y sobre la crítica respecto al uso de modelos macroeconómicos a gran escala¹⁶, y utilizando la dinámica estocástica como herramienta para el análisis macroeconómico, se formula el siguiente modelo con expectativas racionales

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

La primera ecuación representa la demanda agregada y la segunda un tipo de curva de oferta agregada de Lucas, que relaciona al producto con sorpresas monetarias, que no es más que una curva de Phillips¹⁷ con expectativas. m_t son los saldos monetarios, p_t el índice de precios y v_t y u_t son shocks estocásticos. $\mathbb{E}_{t-1}(p_t/I_t)$ es el valor esperado del nivel de precios dado un conjunto de información en cada periodo que contiene todos los valores pasados de las variables y los shocks, lo cual implica que los individuos forman sus expectativas de manera racional y pueden anticiparse o responder inmediatamente a shocks estocásticos provocados por la autoridad monetaria respecto a la oferta monetaria. Igualando tanto la oferta como la demanda agregada se tiene

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

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

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

Sustituyendo en la ecuación de oferta, se tiene que

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

¹⁶ Es de resaltar que en el trabajo de Lucas (1976) es de donde resulta la llamada *Crítica de Lucas*, la cual radica esencialmente en que dado que para el diseño de las políticas macroeconómicas, se utilizan modelos macroeconómicos que suponen estabilidad en los valores de los parámetros, cuando en realidad no lo son, sobre todo si las políticas cambiaran radicalmente, razón por la cual, las estimaciones econométricas de estos modelos no son confiables en tanto no reflejan la estructura real de la economía, y sobre todo, por que no se estiman correctamente las expectativas de los agentes al suponerlas fijas o adaptables.

¹⁷ La Curva de Phillips originalmente se utilizó para postular una relación de intercambio entre el empleo y el nivel salarial. Posteriormente ha sido utilizada para analizar el trade off entre el nivel de empleo y el nivel de precios.

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

$$m_t = Au_{t-1} + Bv_{t-1}$$

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

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

Por lo cual, si sustituimos este resultado en el producto, Y_t , se tiene que m_t no influye en lo absoluto y sólo es afectado por los shocks estocásticos; es decir, la política monetaria no tiene ningún efecto real, pero sí en el nivel de precios, de manera proporcional. Esto implica que la sorpresa monetaria es una sorpresa inflacionaria, pero, como los agentes tienen expectativas racionales, entonces conocen todos los parámetros, por lo cual m_t es predecible, excepto si ocurre un error en el diseño o ejecución de la política monetaria del banco central. Pero dicho error, al ser estocástico, no es sistemático y, por tanto, no constituye una política, pues el producto sólo se afecta por errores de política monetaria, aunque sí tendrá efectos sistemáticos sobre el nivel de precios.

Este nuevo planteamiento sobre la efectividad de la política monetaria ha llevado a construir respuestas neo keynesianas, afirmando que aun cuando la política monetaria pueda ser prevista por expectativas racionales, ésta puede ser eficaz, si se considera que los ajustes no son instantáneos a los cambios esperados en las políticas¹⁸.

En este sentido, la existencia de contratos limita la conducta de los agentes privados dado que los salarios quedan predeterminados por un periodo en base a toda la información disponible al momento de la firma del contrato. Sin embargo, si una vez firmado el contrato las autoridades cambian su política, aunque los agentes prevean los efectos de dicho cambio, no podrán ajustar el salario porque éste ha sido fijado, evitando así la fluctuación de precios, haciendo que la política monetaria sea eficaz en el corto plazo utilizando un ancla nominal¹⁹, la cual permite que dada una perturbación monetaria no esperada, u_t , una parte de los trabajadores no pueden modificar su salario nominal debido a que está fijo por dos periodos.

Por consecuencia, ante un incremento de la oferta monetaria que provoque un aumento del nivel de precios, aunque los trabajadores conozcan este efecto, no pueden hacer nada, por lo cual los salarios reales disminuyen, provocando un efecto sobre la demanda agregada y sobre el producto, en tanto se retarda el ajuste de los salarios, donde dichos efectos habrán durado dos periodos por la inercia inherente al proceso de ajuste salarial.

Por su parte, el análisis de las fluctuaciones alrededor de la tendencia del producto comúnmente llamados ciclos económicos, después de un letargo de los años 1950s a los 1970s, resurgió con el trabajo de Lucas (1977), mediante el cual se intentó responder a la cuestión del porqué en las economías de mercado, el producto y el empleo oscilan alrededor de una tendencia. Con las herramientas matemáticas de la dinámica estocástica, Lucas definió a los ciclos económicos como las desviaciones del producto agregado alrededor de su tendencia, basadas en las propiedades estadísticas de los co-movimientos de dichas desviaciones en diferentes series de tiempo agregadas²⁰.

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

19 Para deducir estos resultados, siguiendo el modelo desarrollado en Blanchard and Fischer (1996: chapter 9), se plantea la siguiente ecuación del producto: $y_t = \frac{1}{2} \left[\frac{1}{3}(m_t - \mathbb{E}_{t-1}[m_t]) + \frac{2}{3}(m_t - \mathbb{E}_{t-2}[m_t]) \right] + \frac{1}{2} \left[\frac{1}{3}(u_t - \mathbb{E}_{t-1}[u_t]) + \frac{2}{3}(v_t - \mathbb{E}_{t-2}[v_t]) \right]$, que se obtiene de proponer una función de demanda agregada que depende de los saldos reales y de un shock, u_t , una oferta agregada que se establece en base a los salarios reales, y una regla salarial, donde los salarios se suponen fijos en dos periodos, revisándose en el tercero, por lo cual una mitad de trabajadores tienen contratos al inicio del periodo t y lo revisan al principio del periodo t+2 y la otra mitad firma al inicio de t+1 y lo revisan en t+3.

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

Esta definición difiere de la que era aceptada hasta ese momento²¹, aportándose un avance metodológico en la teoría de los ciclos económicos, donde la razón de la nueva definición se encuentra en la observación de los hechos acerca de que la actividad económica en las economías de mercado se ha caracterizado por un crecimiento sostenido, donde también prevalecen las fluctuaciones al igual que en países no industrializados, por lo tanto, la explicación de los ciclos se debe basar en las leyes generales que rigen las economías de mercado en lugar de fundamentarse en las características peculiares de cada país o periodo de tiempo. Así, en su trabajo, Lucas utiliza las técnicas estocásticas en tiempo discreto para mostrar que los shocks monetarios aleatorios y un efecto acelerador interactúan para generar movimientos cíclicos serialmente correlacionados en el producto real y movimientos pro cíclicos en los precios, en la razón inversión-producto y en la tasa de interés nominal, pero alrededor de su tendencia.

Sin embargo, Lucas no define el concepto de tendencia, por lo cual, Kidland and Prescott (1982), proponen que dicho concepto es el conocido estado estacionario de la teoría del crecimiento neoclásica, el cual se caracteriza porque el producto per cápita, el consumo, la inversión, el stock de capital y los salarios reales crecen a una tasa constante determinada por la tecnología y, en consecuencia, basaron su análisis en los fundamentos microeconómicos de la función producción donde se introdujeron shocks de oferta que afectan la producción y otras variables mediante algún mecanismo de propagación.

Lo anterior implica que si tasa de cambio tecnológico fuera constante, entonces la tendencia del producto real debe ser una función del tiempo, aunque la tasa de cambio tecnológico es variante en el tiempo y entre países, por lo cual Kidland y Prescott deducen que esta variación es el problema central del desarrollo económico, debido a que dicha tasa de cambio esta relacionada con los acuerdos institucionales que los individuos esperan utilizar en el futuro. Pues aun en sociedades estables las instituciones cambian en el tiempo y ello genera cambios en el crecimiento de la productividad que hace que las economías fluctúen alrededor de su tendencia, por lo cual los cambios institucionales deben considerarse como shocks estocásticos que inciden en las desviaciones del producto alrededor de su tendencia²².

En cambio, el paradigma keynesiano considera al ciclo económico como resultado de perturbaciones exógenas, ampliadas y prolongadas por mecanismos internos, donde la naturaleza de las perturbaciones se buscan en la demanda agregada, sobre todo en la volatilidad de las decisiones de inversión (animal spirits) derivada de la incertidumbre capitalista. Por lo cual se generan perturbaciones reales con mecanismos de propagación basadas en las rigideces nominales, sobre todo de los salarios, pero donde estas últimas son las determinantes.

III.- Conclusiones.

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

Sin embargo, pese a lo anterior, el principal problema que siguen adoleciendo los modelos macroeconómicos, aún con la utilización de los métodos estocásticos, es que los coeficientes se siguen suponiendo constantes por razones de manejabilidad, pero ello no permite la inclusión de factores exógenos

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

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

por lo que, aun cuando se acepte que muchos de los parámetros económicos tienden a permanecer relativamente constantes para periodos largos de tiempo, no se debe confiar plenamente sobre la validez de las trayectorias de equilibrio de largo plazo de las variables ya que, al aceptar la hipótesis de coeficientes constantes, se congela el ambiente económico el cual depende solo del ajuste endógeno del modelo sin intrusión de factores exógenos que lo perturben.

Por lo tanto, un camino a seguir es estudiar con mayor detenimiento la naturaleza cambiante en el tiempo de las distintas perturbaciones y los mecanismos de propagación, para profundizar en las interrelaciones entre cambio tecnológico, desempleo y recesiones, en un ambiente dinámico, explícitamente estocástico, que reflejen los shocks fundamentales directamente observables, aun cuando no sean controlables, utilizando los métodos del análisis dinámico indispensables para no caer en la construcción de modelos con uso de técnicas sofisticadas pero sin contenido económico en sus planteamientos y resultados.

REFERENCIAS

- Aoki, Masanao, 1998, *New Approaches to Macroeconomic Modeling: Evolutionary Stochastic Dynamics, Multiple Equilibria, and Externalities as Field Effects*, Cambridge university press, Cambridge.
- Azariadis, Costas, 1993, *Intertemporal Macroeconomics*, Blackwell, Cambridge.
- Bellman, R., 1957, *Dynamic Programming*, Princeton University Press, Princeton.
- Blanchard, O. J. and S. Fischer, 1996, *Lectures on Macroeconomics*, MIT Press, Cambridge, 2a edition.
- Brock, W. A. and L. J. Mirman, 1972, "Optimal Economic Growth and Uncertainty", *Journal of Economic Theory*, Vol. 4, No. 3.
- Chiang, A. C., 1992, *Elements of Dynamic Optimization*, McGraw-Hill, New York.
- Chiang, A. C. y K. Wainwright, 2006, *Métodos Fundamentales de Economía Matemática*, McGraw-Hill, México, 4ª edición.
- Cagan, Phillip, 1956, "The Monetary Dynamics of Hyperinflation", in Milton Friedman (ed.), *Studies in the Quantity Theory of Money*, University of Chicago Press. Chicago.
- Diamond, Peter A., 1965, "National Debt in a Neoclassical Growth Model", *American Economic Review*, Vol. 55.
- Flaschel, Peter, Gangolf Groh, Christian Proaño and Willi Semmler, 2008, *Topics in Applied Macrodynamics Theory*, Springer-Verlag, Berlin.
- Gandolfo, G., 1976, *Métodos y Modelos de Economía Matemática*, Edit. Tecnos, Madrid.
- Harrod, R. F., 1939, "An Essay in Dynamic Theory", *The Economic Journal*, Vol. 49, pp. 14-39.
- Kidland, F. E. and E. C. Prescott, 1982, "Time to Build and Aggregate Fluctuations", *Econometrica*, Vol. 50, No. 6, pp. 1345-1370.
- Lomelí, H. y B. Rumbos, 2003, *Métodos Dinámicos en Economía: otra búsqueda del tiempo perdido*, Thomson, México.
- Lucas, Robert E., 1972, "Expectations and the Neutrality of Money", *Journal of Economic Theory*, Vol. 4.
- -----, 1976, "Econometric Policy Evaluation: A Critique", *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, No. 5.
- -----, 1977, "Understanding Business Cycles", *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, No. 5, pp. 7-29.
- Malliaris, A.G. and W.A. Brock, 1991, *Stochastic Methods in Economics and Finance (Advanced Textbooks in Economics, Vol. 17)*, North-Holland, Amsterdam
- Medio, Alfredo, 1992, *Chaotic Dynamics: Theory and Applications to Economics*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Mitchell, Wesley, 1927, *Business Cycles: the problem and its setting*, National Bureau of Economic Research, New York.
- Ramsey, F., 1928, "A Mathematical Theory of Savings", *The Economic Journal*, Vol. 38, pp. 543-559, Reimpreso en español en *Lecturas del Fondo No.*, FCE. México.
- Romer, D., 2002, *Macroeconomía Avanzada*, McGraw-Hill, México.
- Sargent, T. J., (1987), *Dynamic Macroeconomic Theory*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- Shone, R., 1997, *Economic Dynamics*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Slutsky, E., 1937, "The Summation of Random Causes as the Source of Cyclical Processes", *Econometrica*, Vol. 5, pp. 105-46.

- Stokey, N. and R. E. Lucas Jr., 1989, *Recursive Methods in Economic Dynamics*, Harvard University Press, Cambridge.
- Takayama, A., 1985, *Mathematical Economics*, Cambridge University Press, Cambridge, 2a edition.
- Turnovsky, Stephen, (1995), *Methods of Macroeconomic Dynamics*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Welfens, Paul J.J., 2008, *Innovations in Macroeconomics*, Springer-Verlag, Second Edition, Berlin.

Los determinantes de la pobreza en México, 2006

(Un enfoque micro-económico)

M. E. JUAN JOSÉ MENDOZA ALVARADO¹

26 al 30 de septiembre de 2011

Introducción

En el estudio relacionado con la pobreza, es posible identificar una extraordinaria diversidad de perspectivas metodológicas, niveles de análisis y énfasis de estudio. En el presente trabajo se adopta el enfoque propio del análisis microeconómico el cual postula la idea de que la pobreza es un fenómeno que se presenta al nivel de las familias y de sus miembros, de tal forma que su medición y caracterización requieren de la disponibilidad de una base de datos que nos proporcione información al nivel de las familias y de sus integrantes.

En nuestro país contamos desde hace años con el levantamiento de la Encuesta Nacional de Ingreso Gasto de los Hogares (ENIGH) hecha por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) la cual es un instrumento muy valioso para el estudio de los factores determinantes de la pobreza al nivel de los individuos y de las familias mexicanas. Esta encuesta es también un instrumento muy adecuado para el estudio del estándar de vida de las familias.

La presente investigación se centra básicamente en replicar el modelo propuesto por Coulombe y McKay (1996) titulado “Modelando los determinantes de la pobreza en Mauritania” para el caso de México. Por supuesto, se realizan las consideraciones y adecuaciones que hemos considerado pertinentes para llevar a cabo el objetivo propuesto consistente básicamente en modelar los determinantes socioeconómicos de la pobreza en nuestro país. En el primer apartado se presentan algunas consideraciones de carácter gnoseológico que intentan mostrar la complejidad conceptual y metodológica inherente a este tipo de estudios: limitaciones y cortes de conocimiento. En el segundo apartado se presenta el modelo y el enfoque econométrico que fundamenta la investigación: se trata de un Modelo Logit con corrección por selectividad tipo Heckman. Con esta técnica se intenta resolver el problema inherente al sesgo de selectividad de grupo socioeconómico al cual pertenecen los jefes de familia asignado por quien realiza el estudio. En la parte tres se presentan los resultados y el análisis del reporte de regresión; al final se pasa lista a las principales conclusiones obtenidas a la luz de los resultados que aquí se presentan.

1. ASPECTOS CONCEPTUALES EN EL MODELAJE DE LOS DETERMINANTES DE LA POBREZA

En este estudio nos concentramos en el análisis y estudio de los determinantes socioeconómicos del estándar de vida y consecuentemente de la pobreza. En esta perspectiva, el estándar de vida de las familias refleja la disponibilidad de generar ingreso que poseen las familias y sus miembros y las necesidades de las familias, incluyendo en éstas últimos aspectos como tamaño y composición de las mismas.

El uso de la Encuesta Nacional de Ingreso Gasto de los Hogares nos permitirá obtener información de los individuos y las familias mexicanas en un punto en el tiempo, 2006. No obstante, es claro que el estándar de vida de las personas varía a través del tiempo y que este proceso está vinculado a las etapas del proceso evolutivo que viven las personas entre otras cosas; por ejemplo, los jóvenes obtienen en promedio, un menor ingreso que los adultos. En el caso de las variables demográficas, éstas pudieran estar influenciadas por el estándar de vida de las familias en el largo plazo, pero en el corto plazo la dirección de la influencia es más razonable considerarla de las variables demográficas al estándar de vida.

En la presente investigación retomamos la propuesta hecha por Coulombe y McKay (1996) en el sentido de considerar la conveniencia de que el análisis sea conducido al nivel de grupos socioeconómicos. Se consideran cuatro grupos socioeconómicos; en el medio rural: 1) jefes de familia que laboran como empleados (ya sea en el sector público o privado), 2) jefes de familia auto-empleados en actividades agrícolas, 3) jefes de familia auto-

¹ Profesor-investigador en la Unidad Académica de Economía de la Universidad Autónoma de Nayarit

empleados en actividades no agrícolas y 4) jefes de familia desempleados; en el medio urbano se consideran tres grupos socioeconómicos (de la lista presentada para el medio rural se excluyen los jefes de familia auto-empleados en actividades agrícolas). Como señalan los autores mencionados “*en la búsqueda de los determinantes del estándar de vida, debe reconocerse que el grupo socioeconómico al cual pertenece la familia es en sí mismo un determinante potencial del estándar de vida; por ejemplo, el hecho de que una familia esté primariamente auto-empleada en la agricultura pudiera, de alguna manera y por sí misma hacerla probablemente estar en condiciones de pobreza. Si es posible considerar el grupo socioeconómico como exógeno en el horizonte temporal de mediano plazo considerado en este análisis, entonces esto no causará problema adicional alguno. Cuando el grupo socioeconómico es determinado acorde con la actividad económica principal de la familia (como aquí ocurre) o con la fuente principal de ingreso, este pudiera ser endógeno. Cuando las familias poseen múltiples ocupaciones, o cuando sus miembros son capaces de llegar a estar desempleados, entonces su clasificación socioeconómica pudiera variar de uno a otro año. Si esto es importante, entonces necesita incorporársele en el análisis*”. (pag. 1021)

Algunas obvias limitaciones analíticas de esta estructura analítica que hay que mostrar son los supuestos implícitos de que el grupo al cual una familia pertenece es una elección voluntaria, además de que el empleo salarial está siempre disponible. En esta perspectiva, la elección de no trabajar es en cierto sentido voluntaria, y en particular no existe espacio para el desempleo involuntario. Como esto pudiera resultar poco realista; es deseable tomar en cuenta factores que pudieran influenciar la probabilidad de que una familia se encuentre en una situación de desempleo involuntario.

Dos grupos de factores son considerados, aquellos que aplican sin distinción del grupo socioeconómico al cual la familia pertenece, y aquellos que son específicos a un grupo socioeconómico particular.

Variabes demográficas, las más importantes determinantes de las necesidades de las familias, pudieran ser de relevancia horizontal para todas las familias, incluyendo el tamaño de las familias, composición y tasas de dependencia. Las características económicas del jefe de familia, incluyendo nivel educativo, género, grupo étnico y estatus marital, pudiera también ser importante para la determinación del estándar de vida, aun cuando aquí la influencia no es exclusivamente sobre las necesidades de las familias, sino también sobre las ganancias potenciales de las familias.

II. ENFOQUE ECONOMETRICO

Siguiendo la discusión expuesta en la sección anterior, una explicación del estándar de vida de las familias en el corto plazo potencialmente requiere una explicación del grupo socioeconómico (o estatus de actividad económica) al cual la familia pertenece, y condicionado a esa elección, una explicación de los determinantes del estándar de vida de las familias dentro de ese grupo. Si la primera es en efecto endógena, entonces un sesgo de selectividad resultará al considerar sólo al segundo. En tal caso los dos elementos necesitan ser explicados conjuntamente.

Harold Coulombe y Andrew McKay estimaron un modelo de selección multinomial logit para estimar los determinantes de la pobreza en Mauritania (1996) basados en el trabajo de Lee (1983). Nosotros estamos proponiendo estimar un modelo logit con corrección por sesgo de selectividad tipo Heckman. Aplicado al presente contexto, este enfoque modela el estándar de vida basado en dos ecuaciones, la primera capturando la elección de grupo socioeconómico y la segunda la determinación del estándar de vida condicionado al grupo socioeconómico particular. Identificamos el grupo socioeconómico por s , $s = 1, 2, \dots, s$ lo cual se puede resumir en las siguientes ecuaciones:

$$Y_s^* = Z_s \gamma_s + \eta_s$$

$$Y_s = X_s \beta_s + \sigma_s \mu_s$$

Donde γ son matrices de variables explicativas para las familias en el grupo s , γ_s y β_s son coeficientes del grupo específico, y donde se supone que μ_s y η_s son independientes de los componentes de X y Z , para todo j , $j = 1, \dots, s$, y donde $\eta \sim N(0,1)$. La primera ecuación es estimada a través de todas las observaciones y representa la elección del grupo socioeconómico. La familia $i(i=1, \dots, N)$ selecciona el grupo s si y solo si:

$$Y_{si}^* > \text{Max}(Y_{ji}^*); \forall j \neq s$$

Lo cual puede ser interpretado diciendo que ellos obtienen un nivel de bienestar más alto en esa actividad que en cualquier otra. En realidad Y_{si}^* no es observable; lo que es observable es el índice I_i donde $I_i = s$ si el grupo

s es seleccionado por la familia i . Esto es modelado como una función de las variables explicativas específicas de las familias, estimado como un modelo Logit y considerando las mismas variables para todas las familias.

La segunda ecuación aplica solo para aquellas familias seleccionadas como pertenecientes al grupo s (ecuaciones diferentes aplican para familias en otros grupos). Esta segunda ecuación nos da el estándar de vida de las familias (de hecho es su logaritmo en este caso en particular) como función de las variables explicativas relevantes, la cual ahora pudiera incluir variables específicas al grupo. En este caso la variable dependiente es observable y continua. Debido a este problema de selectividad aquí brevemente descrito, las dos ecuaciones deben considerarse conjuntamente. Se pueden estimar usando un procedimiento de dos pasos mientras que el término de selectividad de Heckman derivado de la estimación Logit, es incluido en la segunda ecuación. Habiendo sido incluido este término en la segunda ecuación, entonces se pueden estimar los coeficientes del modelo usando mínimo cuadrados ordinarios de tal manera que sean consistentes.

Las variables explicativas Z y X son variables específicas que influyen las familias, respectivamente, la selección del grupo socioeconómico y el estándar de vida dentro de un grupo dado. Estos vectores pudieran incluir algunas de las mismas variables; la única restricción que es necesaria, para propósitos de identificación, es que la matriz Z contenga al menos algunas variables no presentes en X . Aunque en principio este requerimiento no impone restricciones poco razonables sobre el análisis empírico, la teoría, desafortunadamente, no proporciona mucha ayuda respecto a cuales factores deberían incluirse en Z pero no en X .

La interpretación de los coeficientes en la segunda ecuación es sencilla, es decir, igual que en cualquier estimación convencional por mínimos cuadrados. Los coeficientes del modelo Logit no dan los efectos marginales de las variables en cuestión sobre la probabilidad de pertenecer a un grupo particular. Estos, sin embargo, son fácilmente calculados por una transformación estándar. Son estos impactos marginales así como los resultados de la ecuación de mínimos cuadrados ordinarios corregidos por selectividad los que estaré presentando en la siguiente sección.

III. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ECONÓMETRICO

III.1 Análisis e interpretación del modelo logit

En el caso de las familias rurales se seleccionaron cuatro grupos socioeconómicos: jefes de familia desempleados, asalariados, auto-empleados en el medio agropecuario y auto-empleados no agrícolas; las familias urbanas a su vez se dividieron en jefes de familia desempleados, asalariados y auto-empleados. Condicionados al grupo socioeconómico al cual pertenece una familia, el estándar de vida es modelado como función de una matriz de variables explicativas común para todas las familias y sus grupos socio-económicos y algunas otras muy específicas para determinados grupos. Los resultados producto de la estimación se muestran en las tablas 1 y 2 del presente apartado, hemos hecho un concentrado que nos muestra los coeficientes estimados para el modelo logit y sus valores p , así como los coeficientes para el modelo estimado por mínimos cuadrados ordinarios y sus valores t para los cuales resultan o no estadísticamente significativos los coeficientes mencionados.

En la tabla 1 reportamos los resultados del modelo logit para familias del medio rural y urbano el cual *nos muestra los efectos marginales de las variables explicativas sobre la probabilidad de que una familia en particular pertenezca a un grupo socioeconómico específico.*

III.1.1 Familias del medio rural

En el medio rural se observa que ninguna de las variables explicativas es estadísticamente significativa para explicar la probabilidad de pertenecer al grupo de jefes de familia desempleados. Para los otros tres grupos socioeconómicos encontramos varias variables estadísticamente significativas a un 5% de significancia. En este sentido, la variable propietario de negocio agropecuario es el factor predominante en el medio rural influenciando la elección de grupo socioeconómico y es la variable que posee una mayor probabilidad. Se establece que los poseedores de un negocio agropecuario tienen una probabilidad mayor de pertenecer al grupo de jefes auto-empleados y significativamente menos probabilidad de pertenecer al grupo de jefes de familia asalariados. Para estos tres grupos socioeconómicos la variable “propietario de negocio agropecuario” es estadísticamente significativa.

La variable de jefe de familia mujer es estadísticamente significativa al 5% de significancia para los grupos socioeconómicos de jefes asalariados y de jefes auto-empleados en el sector agropecuario. Es significativa a un 10% de significancia estadística para el grupo de jefes auto-empleados en el medio rural. En este último caso diríamos que las jefas de familia mujeres tienen una probabilidad más alta de pertenecer al grupo de jefes de

familia auto-empleadas en actividades no agrícolas en el medio rural y menor probabilidad de pertenecer al grupo de jefes de familia asalariados y de jefes de familia auto-empleados en el sector agropecuario.

La variable de estado conyugal es estadísticamente significativa para el grupo de jefes de familia auto-empleados en el sector agropecuario. Esta variable establece que hay familias cuyo estado conyugal asigna una mayor probabilidad de elegir el grupo de jefes de familia auto-empleados en el sector agropecuario.

Las variables de edad y edad al cuadrado son estadísticamente significativas para los grupos socioeconómicos de jefes de familia asalariados, auto-empleados en actividades agrícolas y auto-empleados en actividades no agrícolas. Respecto de esta si bien sus probabilidades son muy pequeñas diremos que la edad tiene una mayor probabilidad de ser un factor importante para elegir la actividad relacionada con los jefes de familias auto-empleados en actividades no agrícolas y menor probabilidad de pertenecer al grupo de jefes de familia asalariados o auto-empleados en el sector agropecuario. La forma cuadrática de esta variable nos muestra que posee efectos decrecientes sobre la probabilidad de elección de grupo socioeconómico, esto es, para un cierto tramo es positiva, alcanza su punto máximo y luego empieza a tener efectos negativos. El sentido de los signos de la variable en comento son los adecuados.

La variable de escolaridad de seis años y más es estadísticamente significativa para los grupos de jefes de familias asalariadas y auto-empleadas en el sector agropecuario y auto-empleadas en actividades no agrícolas. Los jefes de familia que tienen una escolaridad de seis años y más tienen una mayor probabilidad de elegir pertenecer al grupo de jefes de familia asalariados y una menor probabilidad de pertenecer a los grupos de jefes de familias auto-empleados en el sector agropecuario y de auto-empleados en actividades no agrícolas.

Tabla 1. Modelo de los determinantes del estándar de vida, parte I: resultados del modelo Logit para familias rurales y urbanas

a) Familias rurales								
	Desempleados		Asalariados		Auto-empleados Sector Agropecuario		Auto-empleados	
Escuela 0_5	0.001022	0.159	0.0029	0.594	-0.0212	0.000	0.0006	0.916
Escuela 6_+	0.000249	0.311	0.0042	0.027	-0.0280	0.000	-0.0066	0.001
Edad	0.000711	0.155	0.0068	0.039	0.0097	0.002	0.0222	0.000
Edad al cuadrado	-8.68E-06	0.102	-0.0001	0.000	-0.0000	0.021	-0.0001	0.000
Estado conyugal	-0.00053	0.304	-0.0066	0.125	0.0128	0.012	0.0068	0.148
Jefe mujer			-0.2051	0.000	-0.1749	0.000	0.3282	0.100
Tamaño fam.	-0.00042	0.385	-0.112	0.610	-0.0037	0.281	-0.0174	0.000
Negocio agropecuario			-0.1123	0.000	0.3628	0.000	0.1576	0.000

b) Familias urbanas						
	Desempleados		Asalariados		Auto-empleados	
Escuela 0_5	.00048	0.435	0.00755	0.1400	-0.0048	0.1820
Escuela 6_+	-0.00040	0.014	0.00734	0.0000	-0.0037	0.0000
Edad	0.0008	0.007	0.01875	0.0000	0.0273	0.0000
Edad al cuadrado	-8e-06	0.007	-0.0003	0.0000	-0.0002	0.0000
Estado conyugal	-0.0005	0.181	-0.0103	0.0010	-0.0040	0.0930
Jefe mujer	-0.00852	0.000	-0.1946	0.0000	-0.0410	0.0000
Tamaño fam.	-0.00029	0.435	-0.0060	0.0250	0.0003	0.8670
Migrante	-0.00144	0.641	-0.0284	0.2170	-0.0201	0.2480

II.1.2 Familias del medio urbano

En el medio urbano encontramos varias variables estadísticamente significativas a un 5% de significancia. La variable que ejerce una mayor influencia es la correspondiente a las familias lideradas por mujeres las cuales

tienen una mayor probabilidad de elegir no pertenecer al grupo socioeconómico de jefes de familia asalariados. Le siguen en orden de probabilidad de no ser elegidos pero con probabilidades más pequeñas los jefes de familias auto-empleados en actividades no agrícolas y de jefes de familia desempleados.

Le sigue en orden de importancia la variable de seis años y más de escolaridad la cual es significativa estadísticamente hablando a un 5% de significancia para los jefes de familia asalariados, auto-empleados en el sector agropecuario y auto-empleados en actividades no agrícolas. Las familias donde el jefe de familia posee seis años o más de familia tiene una probabilidad más alta de elegir participar en el grupo de jefes de familia asalariados y significativamente menos probabilidades de elegir participar en los grupos de jefes auto-empleados en actividades no agrícolas y de jefes de familia desempleados.

La edad y la edad al cuadrado son estadísticamente significativas a un 5% de significancia para los grupos de jefes de familia desempleados, asalariados y auto-empleados en actividades no agrícolas. Los jefes de familia que poseen mayor edad tienen mayor probabilidad de elegir participar en el grupo de jefes de familia auto-empleados en actividades no agrícolas y una menor probabilidad de elegir participar en los grupos de jefes de familia asalariados y desempleados. Los coeficientes estimados de la variable edad al cuadrado aunque estadísticamente significativos tienen una probabilidad muy pequeña. Sin embargo esta nos muestra los efectos decrecientes que la forma cuadrática de esta variable ejerce sobre la probabilidad de elegir pertenecer al grupo de jefes de familia asalariados, auto-empleados y desempleados. Los signos de la variable edad y edad al cuadrado son los esperados.

Finalmente la variable de estado conyugal es estadísticamente significativa para el grupo de jefes asalariados. El coeficiente de la variable estado conyugal disminuye la probabilidad de elegir el grupo de jefes de familia asalariados. Así mismo la variable tamaño de la familia es significativa estadísticamente hablando para el grupo de jefes de familia asalariados, para los cuales el tamaño de la familia disminuye la probabilidad de pertenecer al grupo de jefes de familia asalariados.

III.2 Análisis e interpretación del modelo por Mínimos Cuadrados Ordinarios con corrección por selectividad tipo Heckman

La lambda que hemos incluido en cada uno de los cuadros de la tabla 2 nos muestra la corrección por selectividad tipo Heckman la cual es estadísticamente significativa para el medio urbano y rural y para todos los grupos socioeconómicos que estamos analizando.

III.2.1 Familias rurales

Con relación a la matriz de variables explicativas del logaritmo del estándar de vida del grupo socioeconómico de jefes de familia desempleados en el medio rural se observa que todas son altamente significativas estadísticamente hablando con excepción de la variable del tamaño de la familia. Se observa que un jefe de familia que posee una educación básica, ya sea al nivel de primaria o secundaria tiene un impacto positivo sobre el estándar de vida de este grupo socioeconómico sin importar que se encuentren desempleados. Esta variable pudiera estar recogiendo el efecto sobre algunas familias en las cuales el jefe de familia ha sido educado en el pasado posibilitando al jefe de familia sostenerse más fácilmente en una situación de desempleo.

Las variables de edad y edad al cuadrado indican el impacto de una forma cuadrática convexa en forma de “u” que inicialmente tiene efectos negativos, que alcanza su punto mínimo y luego empieza a tener efectos positivos. Pudiéramos interpretarlo en el sentido de que para edades tempranas de la vida la inversión en capital genera una disminución de bienes lo cual impacta negativamente el estándar de vida hasta alcanzar su punto mínimo para a partir de ese punto empezar a impactar positivamente al jefe de familia. No importa la condición de desempleado del jefe de familia, la variable edad tiene un efecto positivo después de un determinado punto en el tiempo.

La variable número de niños y número de adultos de la tercera edad ejercen un impacto negativo sobre el estándar de vida de los jefes de familia desempleados igual que la condición de jefe desempleado durante el último mes. Ello es creíble en la medida que los niños igual que los miembros de la tercera edad consumen más de lo que aportan en términos económicos a la familia. De igual manera, un menor número de niños o de miembros de la tercera edad incrementa el estándar de vida de los jefes de familia en condición de desempleo.

En relación con los jefes de familia asalariados ocho de las doce variables explicativas son significativas estadísticamente hablando. Se observa que la variable educación secundaria ejerce una influencia positiva sobre el estándar de vida del grupo de jefes de familia asalariados. De igual manera la condición de casado del jefe de familia ejerce una influencia positiva sobre el estándar de vida del jefe de familia asalariado. Los niños, los adultos de la tercera edad y el tamaño de la familia ejercen una influencia negativa sobre el estándar de vida de los jefes

de familia asalariados. La variable experiencia sorprendentemente no es significativa para los jefes asalariados mientras que la experiencia al cuadrado sí es significativa mostrando su signo negativo la presencia de rendimientos negativos una vez alcanzado el punto máximo. De igual manera el signo de la variable sector privado no es el esperado aun cuando la variable sea significativa estadísticamente hablando.

En relación con el grupo de jefes de familias auto-empleados en el sector agropecuario, las variables que ejercen una mayor influencia son la propiedad de un negocio propio en el sector agropecuario, seguido de la posesión de tierra de riego, del uso de insecticidas y de fertilizantes variables todas que ejercen una influencia positiva en el estándar de vida de los jefes de familia de este grupo. La variable de experiencia y su forma cuadrática tienen los signos esperados consistentes con la teoría del capital humano, esto es, la experiencia nos reporta resultados positivos inicialmente, alcanzamos un máximo a partir del cual empiezan a registrarse rendimientos decrecientes. La variable relacionada con niños, tercera edad y tamaño de la familia impactan negativamente el estándar de vida de los jefes de familia auto-empleados en el sector agropecuario. De igual manera la condición de casado y el poseer una educación primaria y secundaria tienen un efecto positivo sobre el estándar de vida de este grupo de jefes de familia.

Para el grupo de jefes de familia auto-empleados en el medio rural la educación primaria y secundaria no son estadísticamente significativos. Las variables denominadas niños, tercera edad y tamaño de la familia impactan negativamente el estándar de vida de los jefes de familia auto-empleados, mientras que el sector comercio y de servicios lo impactan positivamente.

Tabla 2: Modelo de los determinantes del estándar de vida, parte I: resultados del modelo por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)

a) Familias rurales								
	Desempleados		Asalariados		Auto-empleados Sector agropecuario		Auto-empleados	
Lambda	-0.6076	0.000	0.1209	0.000	0.3981	0.000	0.3123	0.032
Constante	11.341	0.000	7.596	0.000	5.4451	0.000	7.1652	0.000
Primaria	0.0201	0.000	-0.028	0.582	0.0303	0.001	-0.0107	0.111
Secundaria	0.0201	0.000	0.0222	0.000	0.0374	0.000	0.0080	0.119
Edadj	-0.0754	0.000						
Edad cuad	0.0009	0.000						
Estado cony	0.1075	0.000	0.0337	0.000	0.0378	0.001	0.0182	0.053
Niños	-0.1634	0.000	-0.1910	0.000	-0.0920	0.000	-0.1460	0.000
Tercera edad	-0.1092	0.001	-0.0417	0.114	-0.0546	0.114	-0.0860	0.019
Tamaño fam.	0.0089	0.444	-0.0395	0.000	-0.0700	0.000	-0.0655	0.000
Trabj	-0.1173	0.041						
Experiencia			-0.0001	0.966	0.0291	0.000	0.0061	0.379
Exp. Cuad			-0.0001	0.001	-0.0002	0.000	-0.0001	0.076
Sector Púb.			-0.0821	0.614				
Sect priv.			-0.329	0.023				
Neg agropec					0.5281	0.000		
Fertilizante					0.0524	0.136		
Insecticidas					0.1006	0.003		
Riego					0.3838	0.000		
Trab pago					0.0268	0.000		
Comercio							0.1536	0.000
Servicios							0.0886	0.014
Industria							-0.1684	0.000
R ²	0.274		0.232		0.321		0.260	

b) Familias urbanas						
	Desempleados		Asalariados		Auto-empleados	
Lambda	0.0515	0.000	0.0497	0.0220	-0.2104	0.0000
Constante	6.2531	0.000	6.8990	0.0000	7.6994	0.0000
Escuela 0_5	0.1025	0.000	0.1110	0.0000	0.1018	0.0000
Escuela 6_+	0.0814	0.000	0.0933	0.0000	0.0834	0.0000
Edad	0.0243	0.000				
Edad cuad	-0.0001	0.000				
Estado cony	0.0301	0.000	0.0302	0.0000	0.03362	0.0000
Niños	-0.1256	0.000	-0.126	0.0000	-0.1449	0.0000
Tercera edad	-0.0789	0.000	-0.100	0.0000	0.04381	0.0000
Tamaño fam.	-0.0871	0.000	-0.084	0.0000	-0.0868	0.0000
Trabj	0.0975	0.000				
Experiencia			0.0156	0.0000		
Exp. Cuad			-0.0001	0.0000		
Sect paraest.			0.1850	0.0000		
Sect priv.			-0.0233	0.3250		
R ²	0.461		0.463		0.450	

II.2.2 Familias urbanas

Nuestra matriz de variables explicativas es completamente significativa estadísticamente hablando con excepción de la variable sector privado para el grupo de jefes de familia asalariados.

En relación con las variables de educación primaria y secundaria observamos que estas ejercen su mayor impacto positivo sobre el estándar de vida del grupo de jefes de familia asalariados resultado consistente con la idea de que para desempeñarse laboralmente hablando en el medio urbano es importante contar con el nivel de educación básica. Enseguida mantienen el mismo impacto positivo sobre los jefes de familia desempleados y auto-empleados respectivamente. Las variables de edad y edad cuadrática mantienen los signos correctos para explicar que la edad es un factor importante en el estándar de vida hasta el punto en que alcanza su óptimo para a partir de ese momento mostrar rendimientos decrecientes.

Las variables denominadas niños y tamaño de la familia ejercen una influencia negativa sobre el estándar de vida de los jefes de familia auto-empleados, asalariados y desempleados pues los niños consumen más de lo que aportan económicamente hablando y el tamaño de la familia influye en la cantidad de recursos que se distribuyen entre los miembros de la misma. La variable relacionada con los adultos de la tercera edad impacta positivamente el estándar de vida de los jefes de familia auto-empleados mientras que lo hace negativamente para los jefes de familia desempleados y asalariados.

La experiencia y su forma cuadrática tienen los signos esperados consistentes con la teoría del capital humano; es decir, la experiencia impacta positivamente inicialmente el nivel de vida de los jefes de familia asalariados hasta llegar a un punto máximo a partir del cual empezará a mostrar rendimientos decrecientes. De igual manera el sector paraestatal impacta positivamente el estándar de vida de los jefes de familia asalariados.

BIBLIOGRAFÍA

Becker, Gary S. *El capital Humano*. España, Edit. Alianza Universidad Textos, 1983.

Bruin, J.. *Newtest: command to compute new test*. UCLA: Academic Technology Services, Statistical Consulting Group, 2006.

<http://www.ats.ucla.edu/stat/stata/ado/analysis/>.

Cigno, Alejandro. *A microeconomic analysis of the timing of births*. European Economic Review, 33 (1989), pp. 737-760.

Coulombe, H, and McKay, A., “*Modeling Determinants of poverty in Mauritania.*” World Development, Vol 24, No 6 (1996), pp. 1015-1031.

Johnston, J. y Dinardo J. *Métodos econométricos*. España, Edit. Vicens Vives, 2001.

Kakwani, N. “*Measuring Poverty: Definitions and Significance Tests with Application to Cote d’Ivoire.*” Chapter 2 of Lipton, M, and Van Der Gaag, J, “Including The Poor”, World Bank, 1993.

Mendenhall, William, Beaver, Robert J. y Beaver Bárbara M. *Introducción a la probabilidad y estadística*. México, Edit. Thompson, 2002.

Mendenhal, William, Scheaffer, Richard L. y Wackerly, Dennis D. *Estadística Matemática con aplicaciones*. México, Grupo Editorial Iberoamericana, 1986.

Munguía, Irma y Salcedo, José Manuel. *Redacción e investigación documental I*. México, Edit. SEP, 1981.

Pagán, José A. y Sánchez, Susana M. *Gender differences in labor market decisions: evidence from rural Mexico*. Economic Development and Cultural Change, vol. 48, No. 3, (april 2000), pp. 619-637

Pindyck, Robert S. y Rubinfeld, Daniel L. *Econometría, modelos y pronósticos*. México, Edit. Mc Graw Hill, 2001.

Rodriguez, Adrián G. y Smith, Stephen M. *A comparison of determinants of urban, rural and farm poverty in Costa Rica*. World Development, vol. 22, No. 3, pp. 381-397, 1994.

Székely, Miguel. “*Números que mueven al Mundo: La Medición de la Pobreza en México.*” Cap 4, Medición de la Pobreza: Variantes Metodológicas y Estimación Preliminar. Ed Porrúa, 2005.

Székely, Miguel. “*Números que Mueven al Mundo: La Medición de la Pobreza en México.*” Cap 5 Presentación de la medición oficial de la pobreza en México en el año 2000. Los números que mueven al mundo.

Verner, Dorte. *Poverty in rural and semi-urban Mexico during 1992-2002*. World Bank, Working paper 3576, april 2005.

Wooldridge, Jeffrey M, *Introducción a la Econometría*. México, Edit. Thompson, 2001.

Aplicaciones de la distribución weibull en ingeniería de confiabilidad

Raquel Salazar Moreno¹
Abraham Rojano Aguilar²
Esther Figueroa Hernández³
Francisco Pérez Soto⁴

1. INTRODUCCIÓN

La calidad de los productos y sistemas es un concepto muy amplio que incluye: confiabilidad, desempeño inicial, durabilidad, fácil de usar, reputación, seguridad, compatibilidad con diferentes ambientes. De todos estos aspectos, la confiabilidad es la característica más importante de un producto, expresado por la probabilidad de que realizará sus funciones, bajo determinadas condiciones, durante un periodo específico de tiempo. Se debe hacer la distinción entre la confiabilidad actual de un sistema, la cual solo puede ser calculada durante el uso del producto y la confiabilidad predicha, la cual se calcula utilizando datos de laboratorio (Kececioglu, 1991).

El significado de la confiabilidad en la “vida” de una máquina, se puede comparar con el significado de la salud en la vida de una persona. La utilidad o la “calidad de vida” de una persona la determinan muchas propiedades: inteligencia, rasgos de carácter, dedicación al trabajo, su aspecto físico, etc. Sin embargo, la salud es la propiedad más importante de todas, porque de la misma, depende la manifestación de otras de sus cualidades. La persona saludable se enferma menos y puede realizar más trabajo, también se necesitan menores gastos materiales, financieros y de tiempo para su descanso y recuperación.

En este sentido, la confiabilidad de la máquina es su “salud” y las fallas o la pérdida de capacidad de trabajo son sus “enfermedades”. La máquina que posee mayor confiabilidad con menos frecuencia pierde su capacidad de trabajo. La medida cuantitativa de la confiabilidad es la tasa de falla, tasa a la cual se espera que un componente falle bajo condiciones conocidas.

La medición de la confiabilidad es de suma importancia en el mercado competitivo actual, ya que involucra dinero, prestigio y los negocios futuros. La teoría de la confiabilidad desarrolla métodos para determinar lo que está funcionando mal en un sistema, como se puede prevenir lo que no está funcionando bien y si algo está funcionando mal como puede recuperarse el sistema y minimizar las consecuencias (Dhillon, 1999).

Cuando las metodologías de la confiabilidad se toman a la ligera pueden producir resultados desastrosos. Un ejemplo claro de ello fue la falla catastrófica del Challenger en 1986. Esta nave espacial explotó después de 73 segundos de ser lanzada en el Centro espacial Kennedy en Florida. Los oficiales de la NASA afirmaban que la probabilidad de falla era aproximadamente .001% con un nivel de confianza del 50%. El error fue que los oficiales de la NASA interpretaron que las naves espaciales enviadas anteriormente con éxito era indicación de seguridad. Gran parte de los datos que se utilizaron para estimar la probabilidad de falla fueron a temperaturas de lanzamiento mayores a los 65° F, y el cálculo de la probabilidad de falla a 31° F (temperatura a la cual Challenger fue lanzado) fue de al menos 13%.

La lección que se aprendió después de esta catastrófica falla en donde murieron 7 astronautas, fue que las incertidumbres relacionadas con la calidad de los datos y la selección del modelo frecuentemente tienen que ser compensadas haciendo elecciones conservativas de los modelos y parámetros, para disminuir la invalidez de algunos supuestos, previendo factores de seguridad. No debe de olvidarse que la alta confiabilidad depende de la buena ingeniería (Nash, 1999).

1 Universidad Autónoma Chapingo, Km 38.5 Carr. México-Texcoco, Chapingo Edo. México.
raquels85@yahoo.com.mx. perezsotof@hotmail.com.

2 Universidad Autónoma Chapingo, Km 38.5 Carr. México-Texcoco, Chapingo Edo. México.
raquels85@yahoo.com.mx. perezsotof@hotmail.com.

3 Universidad Autónoma del Estado de México. Texcoco, Estado de México. esfigue_3@yahoo.com.mx

4 Universidad Autónoma Chapingo, Km 38.5 Carr. México-Texcoco, Chapingo Edo. México.
raquels85@yahoo.com.mx. perezsotof@hotmail.com

2. TEORÍA DE FALLAS

El término falla se refiere a cualquier incidente o condición que cause la degradación de un producto, proceso o material de tal forma que ya no pueda realizar las funciones de una manera segura, confiable y a un costo razonable para las que fue concebido. Las fallas ocurren de manera incierta y son influenciadas por el diseño, manufactura o construcción, mantenimiento y operación, así como factores humanos; algunas de ellas pueden llegar a ser catastróficas, como la falla de un puente, o de un avión, que implica la muerte de personas. No existen formas en que las fallas puedan ser eliminadas del todo, cualquier objeto llega a fallar algún día sin importar que tan bien haya sido diseñado, lo único que se puede hacer es reducir la incidencia de tales fallas dentro de cierto límite de tiempo, con la integración efectiva de buena ingeniería y manejo de dichos objetos. Un puente al que no se le da un mantenimiento apropiado o se permite que sea sobrecargado, puede llegar a colapsarse a pesar de haya sido bien diseñado y construido (Nash, 1999).

Curva Típica de Flujo de Fallas

Es una curva que representa los diferentes tipos de falla que un equipo o componente del mismo sufre durante el periodo de tiempo desde su puesta en operación hasta que termina su ciclo de vida útil. La Figura 1 representa los tres componentes que forman la curva típica de flujo de fallas:

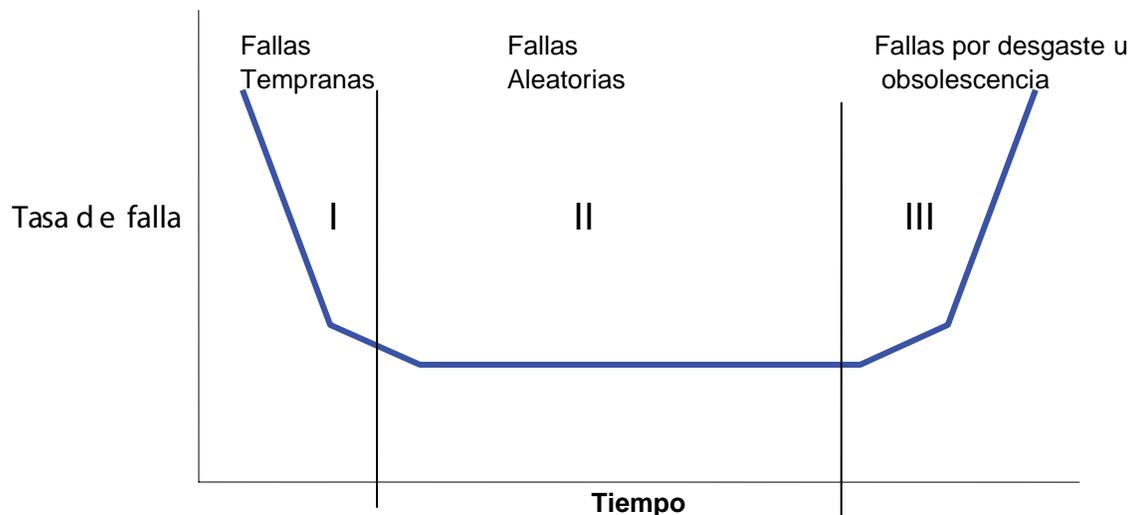


Figura 1. Curva típica de flujo de fallas

Fallas tempranas

Se representan por la primera parte de la curva, las tasas de falla están asociadas con equipo nuevo y pueden ser causadas por partes faltantes, falta de capacitación de las personas que instalan el equipo, daño causado a los aparatos o dispositivos, o fallas por defectos de fabricación de las máquinas y por insuficiente asentamiento de las piezas y uniones.

Fallas aleatorias

Este tipo de fallas son inesperadas y pueden surgir por sobrecargas o averías, causadas por factores externos que generan las fallas aún de las piezas mejor construidas (región II de la gráfica de la Figura 1. A este tipo de fallas se les llama fallas aleatorias y se representan por una línea horizontal, quiere decir que cada miembro de la población de componentes tiene la misma probabilidad de sufrir una falla.

Fallas por desgaste u obsolescencia

Se representan por la tercera parte de la gráfica de la Figura 1. Son las fallas debido a obsolescencia, por la edad, fatiga, corrosión, deterioro mecánico, eléctrico, hidráulico, o por el bajo nivel de mantenimiento y reparación.

Existe cierta similitud entre la curva típica de flujo de fallas y las tasas de mortalidad y sobre vivencia humana.

3 DISTRIBUCIÓN WEIBULL

En 1930, el ingeniero y matemático suizo Waloddi Weibull propuso una función de distribución de tres parámetros cuyas características para su época eran difíciles de manejar. Al principio, las expectativas de dicha propuesta, presentaban dificultades que radicaban en el manejo de las no linealidades, para encontrar los parámetros de ajuste. Sin embargo, con el tiempo el desarrollo tecnológico ha permitido hacer un uso intensivo de dicha distribución sobre todo empezando por el medio industrial; y ahora también ha habido un crecimiento explosivo de aplicaciones en el área de las ciencias agrícolas.

La versatilidad de dicha función radica en las diferentes formas que adopta dependiendo de los valores que toman sus parámetros. Las implicaciones físicas, teóricas, algebraicas, y gráficas son algunos aspectos interesantes que generan y dan lugar a una gran cantidad de trabajos diversos.

Físicamente, los valores extremos de la función Weibull están ligados a la vida útil de los productos en estudio, y han generado toda una filosofía o iniciativas de perfeccionamiento relacionado con los círculos de calidad, o de cero-falla entre otros. Teóricamente, podemos observar que los cambios de los parámetros generan una familia de distribuciones cuyos casos específicos coinciden con otras distribuciones como la exponencial, gaussiana, o chi-cuadrada, entre muchas otras.

Algebraicamente, la función de distribución Weibull, así como su acumulada son formas cerradas desde el punto de vista matemático, sin embargo encontrar sus parámetros requiere estrategias algebraicas no tan triviales, de índole no lineal que trae como consecuencia el uso de algoritmos especializados del tipo Newton. Gráficamente, también se han desarrollado estrategias para encontrar los parámetros de la función Weibull haciendo uso de escalas logarítmicas, sin embargo poco a poco los métodos computacionales han ido ganando más terreno en el ajuste de curvas (Wallace et al. 2000).

Características generales de la Distribución Weibull

La función Weibull de densidad está dada por

$$f(T) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{T - \gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{T - \gamma}{\eta} \right)^\beta} \quad (1)$$

β - parámetro de forma – es indicador del mecanismo de falla

η - parámetro de escala – vida característica

γ - parámetro de localización – la vida mínima

La Figura 2 muestra el comportamiento de la distribución Weibull para diferentes valores del parámetro de forma β .

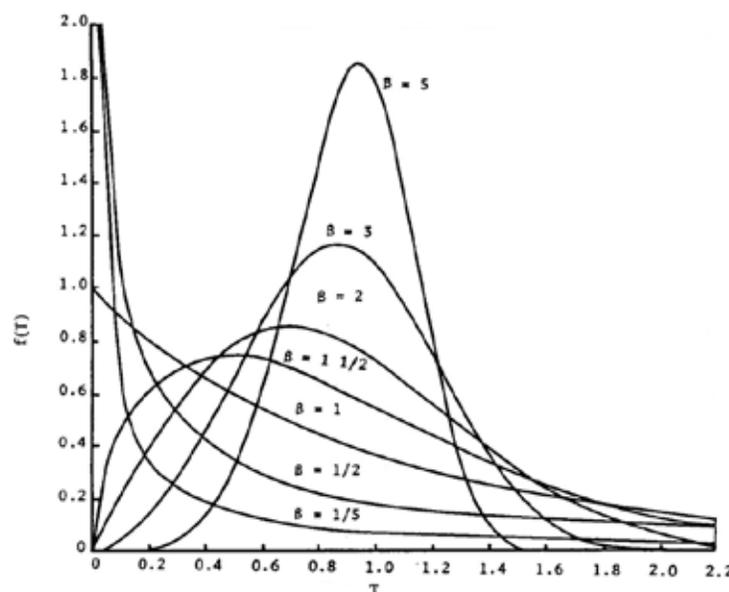


Figura 2. Función de densidad de probabilidad Weibull para varios valores de β

1) Para $0 < \beta < 1$, $f(T)$ decrece monótonamente y es convexa

2) Para $\beta = 1$ se obtiene la función exponencial con 2 parámetros

$$f(T) = \frac{1}{\eta} e^{-\left(\frac{T-\gamma}{\eta}\right)} \quad \text{donde} \quad \eta = \frac{1}{\lambda}$$

$$f(T) = \lambda e^{-\lambda(T-\gamma)} \quad \gamma \geq 0 \quad t \geq \gamma \quad \eta > 0$$

3) Para $\beta > 1$ $f(T)$ asume formas parecidas a la distribución normal, cuyas aplicaciones son para la de tasa de falla de componentes que han sufrido desgaste

Para $2.6 < \beta < 5.3$ se aproxima a la distribución normal siempre que $\eta = 1$ $\gamma = 0$.

4) Un cambio en el parámetro de escala η tiene el mismo efecto en la distribución que un cambio de escala de la abscisa, esto es, para un mismo valor de β y γ en una distribución normal, si η se incrementa la distribución se contrae y si η disminuye la distribución se expande.

5) El parámetro de localización γ sirve para ubicar el inicio de la distribución a lo largo del eje x.

6) La media \bar{T} es

$$\bar{T} = \eta \left\{ \Gamma\left(\frac{2}{\beta} + 1\right) - \left[\Gamma\left(\frac{1}{\beta} + 1\right) \right]^2 \right\}^{1/2} \quad (2)$$

7) Respecto a las unidades, el parámetro β es un número adimensional, pero los parámetros η y γ tienen las mismas unidades que T , tales como horas, ciclos, miles, etc. Asimismo, γ con valor negativo indica fallas antes del inicio de la prueba.

(Kececioglu, 1991).

Características de la función de confiabilidad Weibull

La función de confiabilidad Weibull se expresa en la ecuación (3).

$$R(T) = e^{-\left(\frac{T-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \quad (3)$$

La Figura 3 muestra la función de confiabilidad para diferentes valores de β y η

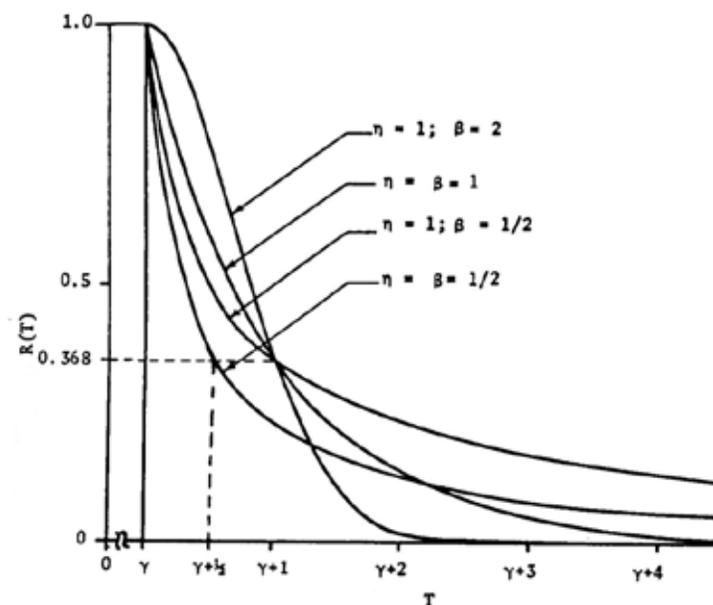


Figura 3 Función de confiabilidad Weibull para varios valores de β

La función de confiabilidad Weibull se inicia en 1, dado que se supone que al iniciar la misión todos los equipos se encuentran en buenas condiciones y conforme pasa el tiempo la confiabilidad va disminuyendo como se muestra en la figura, para valores de β menores de 1 la función de confiabilidad disminuye de manera asintótica. Al igual que la función de densidad, para valores de $\beta=1$ la función de confiabilidad asume la forma exponencial,

Propiedades de la función de confiabilidad Weibull

1- Para $\beta = 1$ la curva decrece monótonamente más rápido que para $0 < \beta < 1$.

2- La confiabilidad para una misión $(\gamma + \eta)$ empezando la misión a la edad cero es

$$R(T) = e^{-\left(\frac{\gamma + \eta - T}{\eta}\right)^\beta} = e^{-1} = 0.368 \quad (5)$$

Lo anterior significa que para una misión de duración $(\gamma + \eta)$, únicamente el 36.8% de los equipos sobrevivirán.

3- La función de confiabilidad condicional

$$R(T, t) = \frac{R(T+t)}{R(T)} = \frac{e^{-\left(\frac{T+t-\gamma}{\eta}\right)^\beta}}{e^{-\left(\frac{T-\gamma}{\eta}\right)^\beta}} \quad (6)$$

$$R(T, t) = e^{\left[\left(\frac{T+t-\gamma}{\eta}\right)^\beta - \left(\frac{T-\gamma}{\eta}\right)^\beta\right]} \quad (7)$$

(Kececioglu, 1991).

La ecuación (7) proporciona la confiabilidad de una nueva misión de duración t habiendo acumulado T horas de operación al iniciar la nueva misión.

Vida Confiable

La vida confiable T_R , para una confiabilidad específica, es definida empezando la misión a la edad de cero como

$$R(T) = e^{-\left(\frac{T-\gamma}{\eta}\right)^\beta}$$

$$-\left(\frac{T-\gamma}{\eta}\right)^\beta = \ln R(T)$$

$$\frac{T_R - \gamma}{\eta} = [-\ln R(t)]^{1/\beta}$$

$$T_R = \gamma + \eta \{-\ln R(t)\}^{1/\beta} \tag{8}$$

La ecuación (8) representa la vida para la unidad que estará funcionando exitosamente con probabilidad $R(T_R)$; si $R(T_R) = 0.50$, entonces $T_{R=0.50} = \bar{T}$ es la vida media

Función de tasa de falla Weibull

La función de tasa de falla Weibull se muestra en la ecuación (9) y la Figura (4)

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{T-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} = \frac{f(T)}{R(T)} \tag{9}$$

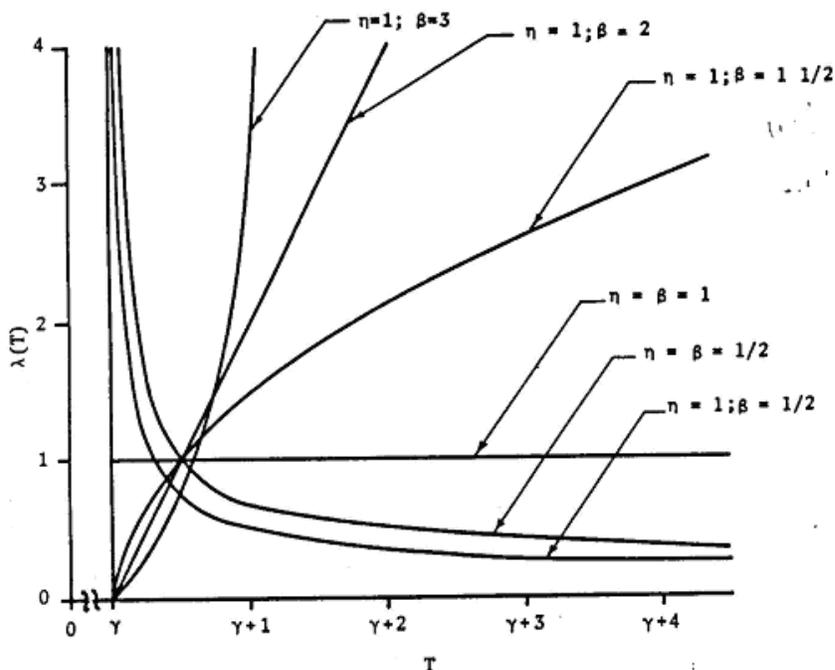


Figura 4 Función tasa de falla Weibull para varios valores de β

La tasa de falla Weibull para $0 < \beta < 1$ se inicia en ∞ cuando $T = \gamma$, después decrece monótonamente cuando $T \rightarrow \infty$ y $\lambda \rightarrow 0$. Este comportamiento de la distribución Weibull la hace viable para utilizarse en unidades que exhiben tasas de falla que decrecen con la edad, es decir se identifica con la parte I de la curva típica de fallas.

Para $\beta = 1 \rightarrow$ la función representa la tasa de falla constante de la vida útil de las unidades que corresponde a la zona II de la curva típica de fallas, para este valor coincide con la función exponencial.

$$\lambda(T) = \frac{1}{\eta} = \lambda \quad (10)$$

Para $\beta > 1$, $\lambda(T)$ crece cuando T se incrementa y se puede utilizar para representar la falla de unidades exhibiendo fallas por desgaste, corresponde a la zona III de la curva típica de fallas.

Para $1 < \beta < 2$ la curva es cóncava, y la tasa de falla se incrementa a una tasa decreciente

Para $\beta = 2$ se tiene el caso de la distribución Raleigh, en donde la tasa de falla es:

$$\lambda(T) = \frac{2}{\eta} \left(\frac{T - \gamma}{\eta} \right) \quad (11)$$

Para $2.6 < \beta < 5.3$ se aproxima a la tasa de falla normal siempre que $\eta = 1$ $\gamma = 0$, también utilizada para modelar las fallas debido a la edad u obsolescencia.

4. ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS DE LA DISTRIBUCIÓN WEIBULL PARA UN CASO ESPECÍFICO

El método de máxima verosimilitud es uno de los más robustos y poderosos para obtener una aproximación de confiabilidad. La evaluación por el método de máxima verosimilitud permite encontrar los valores más probables de los parámetros de una distribución de densidad de probabilidad para un conjunto de datos; Lo cual se logra usando métodos iterativos para estimar los valores de los parámetros que maximicen la función de verosimilitud, que puede resultar difícil y tomar tiempo, particularmente cuando se trate de una distribución de tres parámetros.

$$f(x; \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k) \quad (12)$$

Donde x son los datos (tiempo de falla); $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k$ son los parámetros que se estiman y k el número de parámetros a evaluar. Para un conjunto de datos la función de verosimilitud es un producto de la función de la densidad de la probabilidad, con un elemento por cada punto en el conjunto de datos (13).

$$L(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k | x_1, x_2, \dots, x_R) = L = \prod_{i=1}^R f(x_i; \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k) \quad (13)$$

Donde R es el número de observaciones independientes que corresponden al tiempo de falla, x_i el i ésimo tiempo de falla. Matemáticamente, es más fácil manipular esta función tomando su logaritmo (14).

$$\Lambda = \ln L = \sum_{i=1}^R \ln f(x_i; \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k) \quad (14)$$

Los valores de los parámetros $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k$ que maximizan L ó Λ se obtienen tomando la derivada parcial de la ecuación de Λ para cada uno de los parámetros e igualándolos a cero:

$$\frac{\partial \Lambda}{\partial \theta_j} = 0, \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (15)$$

Esto resulta en igual número de ecuaciones y variables, las cuales pueden resolverse simultáneamente. Si existen las soluciones de forma cerrada para las derivadas parciales la solución puede ser relativamente simple. En otras situaciones, se emplean algunos métodos numéricos.

El método de estimación de máxima verosimilitud tiene varias propiedades que hacen atractiva su aplicación: es consistentemente, asintótico. Lo anterior significa que mientras el tamaño de muestra aumenta, las estimaciones convergen a los valores correctos. Además, para conjuntos de datos grandes produce estimaciones más exactas. La distribución de las estimaciones es normal, si el conjunto de datos es bastante grande. Desafortunadamente, el tamaño necesario de la muestra para alcanzar estas características debe ser bastante grande: desde 30 hasta cientos de muestras de tiempos exactos de falla, dependiendo de la aplicación.

La ecuación (16), muestra la función de verosimilitud de una función de la densidad de la probabilidad exponencial, con lambda λ como parámetro a estimar. Esta ecuación diferencial está en forma cerrada, debido a la naturaleza misma de la función de la densidad de probabilidad exponencial.

$$\begin{aligned}
 L(\lambda|t_1, t_2, \dots, t_n) &= \prod_{i=1}^n f(t_i) \\
 &= \prod_{i=1}^n \lambda e^{-\lambda t_i} \\
 &= \lambda^n \cdot e^{-\lambda \sum_{i=1}^n t_i}
 \end{aligned} \tag{16}$$

Tomamos el logaritmo natural de la función de verosimilitud:

$$\Lambda = \ln(L) = n \ln(\lambda) - \lambda \sum_{i=1}^n t_i \tag{17}$$

Derivando la ecuación con respecto a λ e igualando a cero se obtiene:

$$\frac{\partial \Lambda}{\partial \lambda} = \frac{n}{\lambda} - \sum_{i=1}^n t_i = 0 \tag{18}$$

Reordenando los términos o resolviendo para λ la expresión queda:

$$\hat{\lambda} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n t_i} \tag{19}$$

Obviamente, este es el ejemplo más sencillo, pero sirve para ilustrar el proceso. La metodología es más compleja para distribuciones con múltiples parámetros en donde no exista una solución cerrada.

Superficie de la función de verosimilitud: Es una representación tridimensional de la función logarítmica de verosimilitud para dos parámetros, los parámetros están en los ejes Y y X, y los valores logarítmicos de la verosimilitud en el eje Z. La Figura 5, es un ejemplo de la superficie de una función de verosimilitud para una distribución Weibull de dos parámetros. En esta gráfica “la cima” de la superficie corresponde a los valores de los parámetros que maximizan la función de verosimilitud.

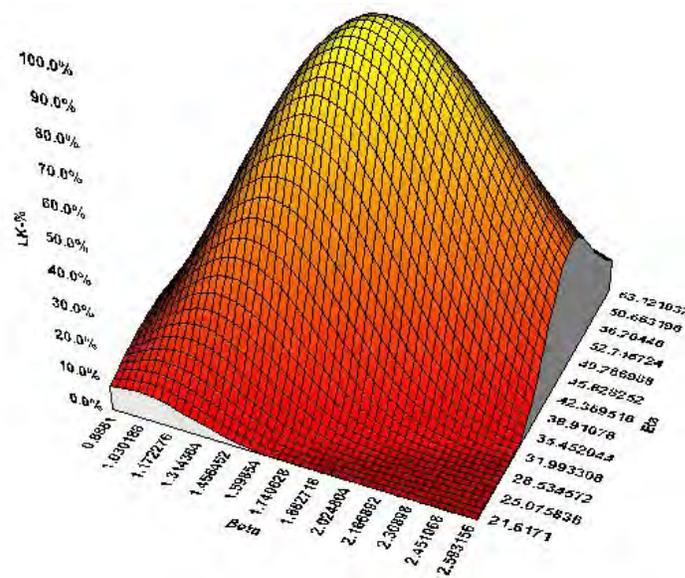


Figura 5. Función de verosimilitud en tres dimensiones.

Algoritmo de Nelder-Mead.

La función de densidad de probabilidad Weibull, se utiliza como el modelo que rige el comportamiento de la longitud y ancho máximo del grano de avena, como parte del entendimiento estadístico de sus dimensiones y que permitirá implementarlo en los procesos de selección, clasificación y limpieza del mismo, en su procesamiento e industrialización.

El procedimiento para tomar la muestra de 100 granos de avena, híbrido cosechado en el ciclo primavera verano 2003, en la zona de influencia de la Universidad Autónoma Chapingo fue el siguiente: se tomaron 10 costales con aproximadamente 35 kg de grano cada uno, tomando tres muestras aleatorias de cada costal y se midieron con un calibrador las dimensiones mostradas en la Figura 6.

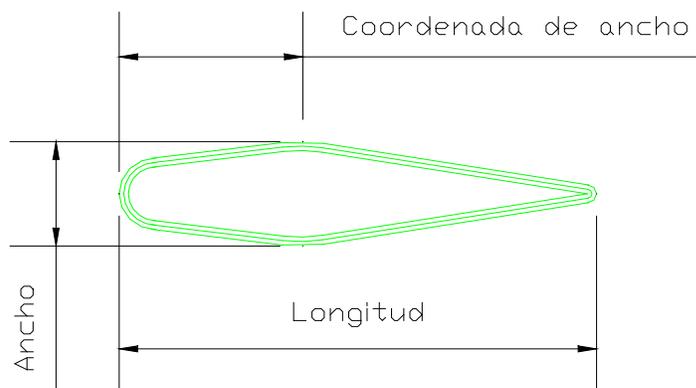


Figura 6. Dimensiones de grano de avena.

El Cuadro 1, muestra los datos obtenidos al medir las dimensiones del grano de avena
Cuadro 1. Muestra de grano de avena.

Dimensiones de grano de avena (mm)														
L	A	C	L	A	C	L	A	C	L	A	C	L	A	C
13.0	3.0	4.0	14.5	3.0	4.0	13.0	3.0	5.0	12.0	2.5	5.0	14.0	3.5	7.0
13.0	3.0	5.5	12.5	3.0	4.0	14.0	3.0	7.0	11.5	3.0	7.5	12.0	2.5	6.0
11.5	3.0	5.5	12.5	3.0	4.5	12.0	2.5	4.0	10.0	2.0	5.0	12.5	3.0	5.5
11.0	3.5	4.0	13.0	3.5	5.0	10.0	3.0	4.5	12.0	3.5	5.0	11.5	3.0	4.0
09.0	2.5	4.5	11.0	3.5	3.5	11.0	3.0	4.5	11.5	3.0	5.0	10.5	3.0	5.0
09.0	2.5	4.5	08.0	2.5	5.0	12.0	2.5	4.0	12.0	3.0	4.5	13.0	3.0	4.0
10.0	2.5	6.0	09.0	2.5	4.0	13.5	3.0	5.5	12.0	4.0	5.0	12.5	2.5	6.0
10.0	2.5	4.0	08.5	2.5	5.0	11.0	2.0	4.5	09.0	2.5	5.0	11.0	2.5	5.0
12.0	3.0	6.0	10.0	2.5	5.0	10.5	3.0	4.0	08.5	2.5	4.0	11.0	3.0	5.0
12.0	2.5	5.0	11.5	3.0	6.0	09.5	2.5	5.0	11.5	2.5	5.5	11.0	3.0	5.0
09.5	3.5	6.0	14.0	2.5	4.5	10.0	2.5	5.5	13.5	3.0	5.0	08.5	2.5	5.0
09.0	2.5	4.5	11.0	2.5	5.0	10.0	2.5	5.5	12.0	3.0	5.5	09.5	1.5	5.0
11.0	3.0	3.0	12.0	2.5	5.5	10.5	3.0	4.5	10.5	2.5	5.5	08.5	2.5	4.5
10.0	2.0	4.0	13.0	3.0	5.0	09.0	2.5	4.0	10.0	3.0	4.0	13.0	2.0	5.0
09.5	2.0	6.0	12.5	2.5	6.0	11.0	3.0	5.5	12.5	3.5	5.0	10.5	2.5	5.0
12.0	3.0	5.0	12.5	3.0	6.0	14.0	3.0	5.5	13.5	3.0	5.0	10.5	3.0	6.0
12.0	3.0	5.0	14.0	3.0	5.0	09.5	2.5	6.0	12.0	3.0	5.0	13.5	2.5	5.0
13.5	3.5	5.0	10.0	2.5	5.0	11.0	3.0	5.0	13.0	3.0	5.0	11.5	2.5	5.0
11.5	2.5	5.5	12.0	3.0	5.0	12.5	3.0	5.5	10.5	2.5	4.5	11.0	3.0	6.0

L = Largo, A = Ancho, C = Coordenada de A.

Debido a la versatilidad de la función Weibull, se busca ajustar las características dimensionales del grano de avena al modelo de distribución de probabilidad Weibull de tres parámetros expresada en (1).

Con función de probabilidad acumulada (20)

$$f(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \quad (20)$$

Donde: β es el parámetro de forma, γ es parámetro de localización, η parámetro de escala, x variable independiente representa la longitud o ancho del grano.

El Cuadro 2, muestra la frecuencia acumulada de longitud l_i y ancho a_i de grano, en intervalos de 0.5 mm. Estos datos junto con el modelo Weibull de frecuencia acumulada, permiten plantear dos sistemas no lineales, uno para los datos de longitud l_i y otro para el ancho a_i .

$$f(x)_i = 1 - e^{-\left(\frac{l_i-\gamma}{\eta}\right)^\beta}$$

$$f(y)_i = 1 - e^{-\left(\frac{a_i-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \quad (21)$$

Los parámetros de forma, localización y escala (β , γ y η), se obtienen al resolver por separado cada sistema de ecuaciones, utilizando como herramienta de cálculo MatLab (The MathWorks, 2003). La instrucción de `fminsearch`, determina el mínimo local de una función escalar de variable múltiple, con una estimación inicial, generalmente referida a una optimización no lineal sin restricciones. `fminsearch` usa el método simplex de Nelder-Mead (Byatt and Coope, 2003).

Si n es la longitud de x , un simplex en un espacio unidimensional es caracterizado por los $n+1$ vectores distintos que son sus vértices. En espacio 2, un simplex es un triángulo; en espacio 3, es una pirámide o tetraedro. En cada caso de la búsqueda, un nuevo punto interior o cercano al simplex en turno generado. El valor de la función en el nuevo punto es comparado con los valores de la función en los vértices del simplex y, usualmente, y uno de los vértices es remplazado por el nuevo punto, generando un nuevo simplex. Este paso es repetido hasta que el diámetro del simplex es menor que la tolerancia especificada. Este es un método directo que no utiliza un gradiente numérico o analítico.

El Cuadro 2 muestra los valores de los parámetros que caracterizan las dimensiones del grano de avena, con una función de densidad de probabilidad Weibull.

Cuadro 2. Parámetros de la función Weibull

Parámetros de la función Weibull			
Dimensión	Beta	Eta	Gama
Longitud	5.5474	8.4388	3.2666
Ancho	3.9894	1.3368	1.3339

Los parámetros del Cuadro 2 generan las funciones de densidad de probabilidad Weibull que modelan la longitud y ancho del grano de avena.

$$f(l) = \frac{5.5474}{8.4388} \left(\frac{l - 3.2666}{8.4388} \right)^{5.5474-1} e^{-\left(\frac{l-3.2666}{8.4388} \right)^{5.5474}}$$

$$f(l) = 0.6573 \left(\frac{l - 3.2666}{8.4388} \right)^{4.5474} e^{-\left(\frac{l-3.2666}{8.4388} \right)^{5.5474}} \quad (22)$$

$$f(a) = \frac{3.9894}{1.3368} \left(\frac{a - 1.3339}{1.3368} \right)^{3.9894-1} e^{-\left(\frac{a-1.3339}{1.3368} \right)^{3.9894}}$$

$$f(a) = 2.9842 \left(\frac{a - 1.3339}{1.3368} \right)^{2.9894} e^{-\left(\frac{a-1.3339}{1.3368} \right)^{3.9894}} \quad (23)$$

y las distribuciones de probabilidad acumulada Weibull para la longitud l y ancho máximo a , del grano avena.

$$f(l) = 1 - e^{-\left(\frac{l-3.2666}{8.4388} \right)^{5.5474}}$$

$$f(a) = 1 - e^{-\left(\frac{a-1.3339}{1.3368} \right)^{3.9894}} \quad (24)$$

La Figura 3, muestra la solución numérica de la distribución de probabilidad acumulada del modelo Weibull implementado y su ajuste con los puntos medidos de longitud y ancho máximo de grano del avena. Esta gráfica permite inferir sobre la pertinencia del método simplex de Nelder-Mead, aplicado en la determinación numérica de los parámetros de la función Weibull.

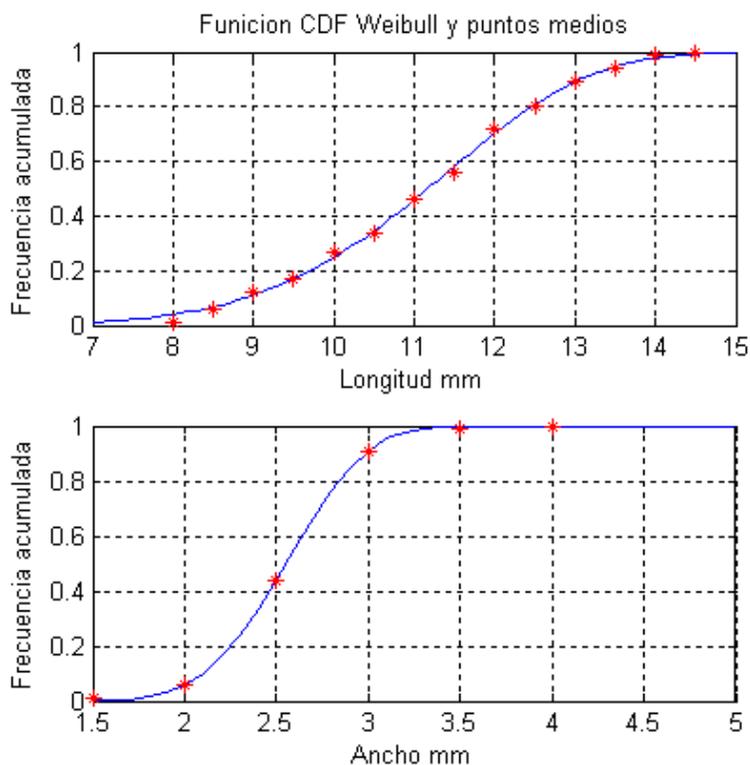


Figura 8. Distribución de probabilidad acumulada Weibull

Esta gráfica permite inferir sobre la pertinencia del método simplex de Nelder-Mead, aplicado en la determinación numérica de los parámetros de la función Weibull.

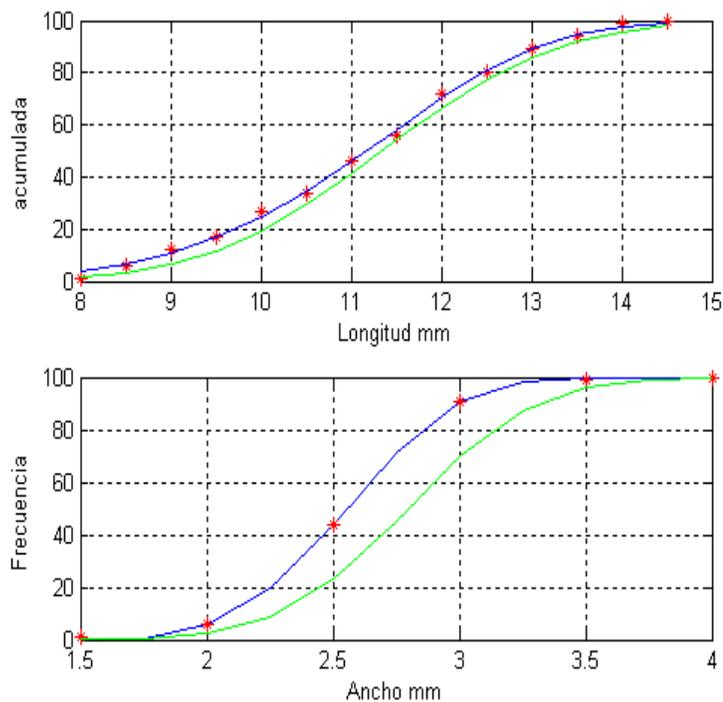


Figura 9 Comportamiento del modelo Weibull y normal

Finalmente, la distribución de probabilidad conjunta (25), permite analizar el comportamiento estadístico simultáneo de la longitud y ancho del grano de avena.

$$f(l,a) = f(l) * f(a) \quad (25)$$

Expresada como función de densidad acumulada, tiene la forma:

$$f(l,a) = (1 - e^b)(1 - e^c) \quad (26)$$

Sustituyendo 24 en 25, la función de densidad de probabilidad conjunta de la longitud y ancho del grano de avena es:

$$f(l,a) = 1.9615.m.n.e^b.e^c \quad (27)$$

Donde:

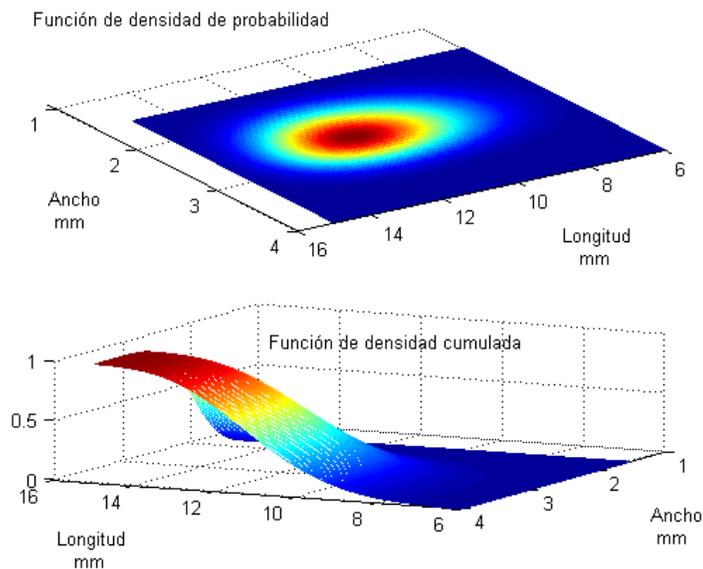
$$b = -\left(\frac{l - 3.2666}{8.4388}\right)^{5.5474}$$

$$c = -\left(\frac{a - 1.3339}{1.3368}\right)^{3.9894}$$

$$m = -\left(\frac{l - 3.2666}{8.4388}\right)^{4.5474}$$

$$n = -\left(\frac{a - 1.3339}{1.3368}\right)^{2.9894}$$

En la gráfica de la función de densidad de probabilidad, ver Figura 10, la elipse interna indica los intervalos conjuntos de dimensiones del grano más frecuentes, el ancho de 2.5 a 3.0 mm está relacionado con una longitud de 11 a 13 mm de longitud. De igual manera la elipse externa indica los intervalos conjuntos menos frecuentes de dimensiones, el ancho de 3.5 a 2.0 mm está relacionado con la longitud de 8.5 a 14.5 mm.



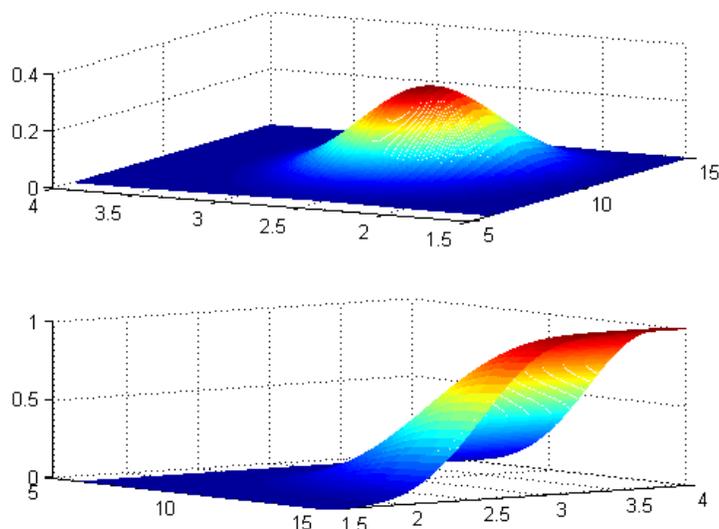


Figura 10. Función de probabilidad conjunta.

De igual manera la Figura 10, muestra como el cambio de pendiente más pronunciado se presenta en la parte media de la gráfica, donde 8.5 mm y 14.5 mm de longitud, son los extremos del intervalo de dimensiones de grano menos frecuente.

La función `fminsearch` (método simplex de Nelder-Mead) del Matlab, es una solución numérica que genera resultados aceptables al modelar el comportamiento dimensional del grano de avena con una función de densidad Weibull, permite resolver apropiadamente los sistemas de ecuaciones no lineales sin restricciones, facilita la determinación de los parámetros de la función Weibull dada una muestra aleatoria y fortalece la estadística no paramétricas (Lagarias, 1995).

Sin embargo, antes de generalizar el modelo Weibull, como la función de densidad de probabilidad que modela el comportamiento dimensional del grano de avena, se recomienda explorarlo en diferentes variedades de avena, ya sea forrajeras o para grano, con el propósito de crear patrones de referencia que permitan inferir sobre el comportamiento dimensional de las distintas variedades de grano de avena. Igualmente se puede recomendar la implementación de estos métodos numéricos y herramientas de cálculo para caracterizar el comportamiento estadístico de las dimensiones de los cereales y otros granos, así como la determinación de parámetros que caracterizan a las funciones de densidad de probabilidad.

BIBLIOGRAFIA

- Dhillon, B.S. "Design Reliability Fundamentals and Applications", CRC Press, United States of America. 1999.
- Byatt. D., Coope. P. I C. 40 Years of the Nelder-Mead Algorithm, University of Canterbury, New Zealand, November 5, 2003.
- Kececioglu, D. Reliability Engineering Handbook. Prentice Hall Inc. 1991.
- Lagarias, J. C.; Cañas, J. A. Características de la convergencia del algoritmo de Nelder-Mead en dimensiones bajas. Tech De los Laboratorios de AT&T Bell. Representante. Colina De Murray, NJ. 1995.
- Nash, F.R. Estimating Device Reliability: Assessment of Credibility. Kluwer Academic Publishers. 1999.
- The MathWorks Release 13. Statistics Toolbox 4.1, The MathWorks, Inc. 2003.
- Ushakov, I.A., Harrison, R.A. Handbook of Reliability Engineering. John Wiley & Sons. Inc. 1994.
- Wallace, R., Blischke, D. N., Prabhakar, M. Reliability Modeling Prediction and Optimization. John Wiley & Sons Inc. 2000.

Capítulo III

“Decisiones de Consumo e Inversión en una Economía con Preferencias Heterogéneas”.

Un análisis de la tasa subjetiva de descuento como variable aleatoria

Alumno: Alfredo Omar Palafox Roca
Director de tesis: Francisco Venegas Martínez

Resumen

Este trabajo presenta el supuesto de una tasa subjetiva de descuento con parámetro aleatorio; esto representa una alternativa con respecto a investigaciones anteriores. En particular, se estudia el caso de una función de utilidad con parámetro de aprendizaje en el consumo.

Abstract

This paper presents the assumption of a subjective discount rate with random parameter; this represents an alternative with respect to previous research. Particularly, the case of a utility function with a learning parameter in the consumption is studied.

1. Introducción

La tasa subjetiva de descuento (o factor subjetivo de descuento) es un concepto empleado con gran frecuencia en la literatura relacionada al problema de maximización de la utilidad del agente representativo. Este concepto estrechamente relacionado a la elección intertemporal es intuido por economistas como Adam Smith y John Rae, quienes buscan determinar las diferencias entre las riquezas de las naciones, es John Rae, al igual que Eugen von Böhm Bawerk quien contempla la posibilidad de que son factores psicológicos los que determinan la cantidad de bienes a producir de las naciones [Epstein, L. G., Hynes, J. A., (1983)].

Sin embargo, es Paul Samuelson quien propone el primer modelo de utilidad descontada, el cual perdura hasta nuestros tiempos, con pocas modificaciones. Samuelson, a diferencia de Rae y von Böhm Bawerk, establece las relaciones matemáticas que considera reflejan el comportamiento de los agentes, y asigna una constante como parámetro de descuento. El mismo Samuelson identifica una serie de anomalías que el modelo posee en forma inherente [Samuelson, P. (1937)]; a pesar de eso, los economistas de la época aceptaron favorablemente el modelo, principalmente, por su fácil uso, por las ventajas matemáticas por destacar algunos aspectos.

Nuevas modificaciones se han propuesto a lo largo de todo este tiempo. Tanto investigaciones empíricas donde se busca medir el nivel de impaciencia de los consumidores [Van Praag, B. M. S., Booij, A. S., (2003)] hasta análisis con formas funcionales alternas tal que se considera el consumo agregado [ver Epstein, L. G., Hynes, J. A., (1983)]. En el presente trabajo se asume que el parámetro que representa la tasa subjetiva de descuento es una variable aleatoria.

Mediante esta variable es posible que el consumidor pondere con base en su preferencia temporal entre el consumo presente y futuro, dicha preferencia está representada por una función de probabilidad. Esta función representa la experiencia, o aprendizaje, del consumo previo, o bien, la creencia de que algún evento ocurrirá de una forma específica aún cuando no exista información previa.

En particular se analizan los casos donde la tasa subjetiva de descuento se distribuye exponencial o gama, para ambas situaciones se asume la misma función de utilidad. En ambos escenarios se obtienen las soluciones al problema propuesto tal que todos los parámetros involucrados son conocidos por el consumidor, permitiendo de esta forma generar una senda de consumo óptima.

2. El Modelo

Primero, recordemos el modelo de utilidad descontada convencional con horizonte finito y con función de utilidad como sigue:

$$u(c_t) = -e^{-c_t}. \quad (1)$$

El problema de maximización de la utilidad descontada es entonces

$$\begin{aligned} &\text{Maximizar} && \int_0^T u(c_t) e^{-\rho t} dt \\ &\text{sujeto a} && \frac{y}{r} (1 - e^{-rT}) = \int_0^{\infty} c_t e^{-rt} dt. \end{aligned}$$

Donde la dotación o ingreso inicial, que en este caso es constante, es igual al valor presente del consumo. La solución para este problema, es decir, la trayectoria de consumo óptima es

$$c_t = \frac{y}{r} + (r - \rho) \left\{ t - \left[\frac{1 - e^{-rT} (1 + T)}{1 - e^{-rT}} \right] \right\}. \quad (2)$$

A continuación se introduce el parámetro ρ de tal manera que tiene una función de probabilidad a priori asociada. La función de utilidad es como en (1). Supongamos que ρ se distribuye exponencial con media $1/\alpha$.

$$\begin{aligned} u(c_t; \theta) &= -e^{-c_t}, \quad \alpha > 0 \\ f_P(\rho) &= \alpha e^{-\alpha \rho}, \quad E[P] = 1/\alpha, \quad \text{Var}[P] = 1/\alpha^2 \end{aligned}$$

$$\text{Maximizar} \quad \int_0^{\infty} \left(\int_0^T u(c_t) e^{-\rho t} dt \right) f_P(\rho) d\rho$$

$$\text{sujeto a} \quad \frac{y}{r} (1 - e^{-rT}) = \int_0^{\infty} c_t e^{-rt} dt$$

El problema a resolver después de algunas simplificaciones se muestra a continuación, para ver a detalle el procedimiento véase el anexo 1.

$$\text{Minimizar} \quad \int_0^T \frac{e^{-c_t}}{t + \alpha} dt$$

$$\text{sujeto a} \quad \frac{y}{r} (1 - e^{-rT}) = \int_0^{\infty} c_t e^{-rt} dt$$

El consumo óptimo que se obtiene depende exclusivamente de parámetros conocidos para el consumidor, con excepción del tiempo t , el cual es definido con respecto al momento que se desee realizar el cálculo del consumo óptimo en ese instante del tiempo.

$$\begin{aligned} c_t = & rt - \log(t + \alpha) + \frac{y}{r} + \left\{ r \left[1 - e^{-rT} (1 + T) \right] - e^{r\alpha} \left[-\frac{1}{r} \log(T + \alpha) e^{-r(T+\alpha)} + \frac{1}{r} \log(\alpha) e^{-r\alpha} \right] \right. \\ & \left. + e^{r\alpha} \left[\log|T + \alpha| - \log|\alpha| \right] \right\} / (1 - e^{-rT}) \quad 3 \end{aligned}$$

Esta expresión es más compleja que (2), pero incorpora más información. Para llegar a (3) se aplican algunos resultados del análisis matemático y de análisis real. El primer caso se aplica al tomar el límite que se menciona en el anexo 1, pues la serie alternante converge absolutamente. Para el intercambio de las integrales se hace uso del teorema de Fubini.

Por último, analizaremos el problema con una función de utilidad como se propone en Venegas Martínez, F. (2000). A diferencia de la investigación antes mencionada, r no representa la tasa subjetiva de descuento sino la tasa libre de riesgo, en este trabajo ρ es el parámetro relevante del nivel de impaciencia por el consumo, el cual es variable aleatoria. Ningún supuesto adicional a la función de utilidad es considerado.

Se supone que la función de utilidad toma la forma funcional $u(c_t; \theta) = -e^{-\theta c_t}$, $\theta > 0$. El problema al que se enfrenta el consumidor se describe a continuación.

$$u(c_i; \theta) = -e^{-\theta c_i}, \quad \theta, \alpha, \lambda > 0$$

$$f_{\theta}(\theta) = \lambda e^{-\lambda \theta}, \quad E[\theta] = 1/\lambda, \quad \text{Var}[\theta] = 1/\lambda^2$$

$$f_P(\rho) = \alpha e^{-\alpha \rho}, \quad E[P] = 1/\alpha, \quad \text{Var}[P] = 1/\alpha^2$$

$$\text{Maximizar} \quad \int_0^{\infty} \left(\int_0^{\infty} \left(\int_0^T u(c_i; \theta) e^{-\rho t} dt \right) f_{\theta}(\theta) d\theta \right) f_P(\rho) d\rho$$

$$\text{sujeto a} \quad \frac{y}{r} (1 - e^{-rT}) = \int_0^{\infty} c_i e^{-r t} dt$$

La función de distribución del parámetro del aprendizaje del consumo es exponencial, en primera instancia. Al igual que para el problema del consumidor sin aprendizaje en el consumo pero con función de densidad para la impaciencia en el consumo, se hace uso del teorema de Fubini, sólo que se aplica dos veces.

Después de resolver un par de integrales el problema se transforma en

$$\text{Minimizar} \quad \int_0^T \frac{1}{(t + \alpha)(c_i + \lambda)} dt$$

$$\text{sujeto a} \quad \frac{y}{r} (1 - e^{-rT}) = \int_0^T c_i e^{-r t} dt.$$

La solución para la trayectoria óptima de consumo es

$$c_t = \frac{1}{r} (y + \lambda) (1 - e^{-rT}) e^{\frac{r}{2}(t-\alpha)} \frac{1}{\sqrt{\pi(t + \alpha)} \left(\text{erf} \sqrt{r} \sqrt{T + \alpha} - \text{erf} \sqrt{r} \sqrt{\alpha} \right)} - \lambda$$

Como se puede apreciar, ρ no aparece en esta expresión, no obstante aparece α , que es parámetro de la función de densidad de $f_P(\rho)$. Las letras erf hacen referencia a una función de error. En el anexo (2) se muestran todos los pasos para llegar a la anterior expresión del consumo.

Un caso significativo es considerar $f_P(\rho)$ como una función de probabilidad gama, esto porque la exponencial es un caso particular de la familia gama, así pues estudiemos el problema en forma más general.

$$u(c_i; \theta) = -e^{-\theta c_i}, \quad \theta, \alpha, \lambda > 0$$

$$f_{\theta}(\theta) = \lambda e^{-\lambda \theta}, \quad E[\theta] = 1/\lambda, \quad \text{Var}[\theta] = 1/\lambda^2$$

$$f_P(\rho; \alpha, \beta) = \frac{\beta^{\alpha}}{\Gamma(\alpha)} \rho^{\alpha-1} e^{-\beta \rho}, \quad E[P] = \alpha/\beta, \quad \text{Var}[P] = \alpha/\beta^2$$

El planteamiento del problema es similar a los casos anteriores. Obsérvese que en todas las situaciones presentadas la restricción no ha cambiado. Esto permite establecer comparaciones entre las diferentes propuestas, toda vez que el marco contextual permanece igual.

$$\text{Maximizar} \quad \int_0^{\infty} \left(\int_0^{\infty} \left(\int_0^T u(c_i; \theta) e^{-\rho t} dt \right) f_{\theta}(\theta) d\theta \right) f_P(\rho) d\rho$$

$$\text{sujeto a} \quad \frac{y}{r} (1 - e^{-rT}) = \int_0^{\infty} c_i e^{-r t} dt$$

Una vez realizados los cálculos pertinentes se aprecia que el consumo se divide en tres casos, con requisitos específicos sobre los parámetros.

$$c_t = -\lambda + \frac{e^{rt/2}}{\sqrt{(t+\beta)^{\alpha+1}}} \frac{1}{2r} (y+\lambda)(1-e^{-rT}) e^{-\frac{r\beta}{2}} \begin{cases} \frac{(r/2)^{\alpha+1/2}}{\frac{1}{2}\Gamma\left(\frac{\alpha+1}{2}\right)} & (\alpha > -1, (r/2) > 0) \\ \left(\frac{2^{k+1}(r/2)^k}{(2k-1)!!}\right) \sqrt{\frac{r}{2\pi}} & (\alpha=2k, k \in \mathbb{Z}, (r/2) > 0) \\ \frac{2\left(\frac{r}{2}\right)^{k+1}}{k!} & (\alpha=2k+1, k \in \mathbb{Z}, (r/2) > 0) \end{cases}$$

A medida que la complejidad de los planteamientos se incrementa, las soluciones también se complican, sin embargo ha sido posible encontrar explícitamente las mismas. Sin duda, la elección de la función de probabilidad dependerá del deseo de consumo intertemporal del individuo. Presentar estas alternativas abre la posibilidad para experimentos con nuevas funciones de densidad (y también de utilidad) tal que representen en forma más adecuada el comportamiento de los consumidores.

3. Conclusiones

Esta investigación se ha centrado en la representación de una nueva alternativa del modelo de utilidad descontada. Permitir que el parámetro de intensidad por consumir sea una variable aleatoria supone un reto mayor para el planteamiento del problema, así como para las soluciones que de éste se deriven. A pesar de esto, lo que se pierde en simplicidad se compensa con la posibilidad de modelar en mejor forma las decisiones intertemporales de los consumidores.

Las posibles aplicaciones de este modelo comprenden el análisis estadístico del consumo de los individuos; extensiones más generales; y el empleo directo para situaciones específicas como los seguros, pensiones para el retiro, etc.

ANEXO 1.

Ro con distribución exponencial, sin aprendizaje en el parámetro de consumo.

$$u(c_t; \theta) = -e^{-c_t}, \quad \alpha > 0$$

$$f_p(\rho) = \alpha e^{-\alpha\rho}, \quad E[P] = 1/\alpha, \quad \text{Var}[P] = 1/\alpha^2$$

$$\text{Maximizar} \quad \int_0^\infty \left(\int_0^T u(c_t) e^{-\rho t} dt \right) f_p(\rho) d\rho$$

$$\text{sujeto a} \quad \frac{y}{r} (1 - e^{-rT}) = \int_0^\infty c_t e^{-rt} dt$$

$$\int_0^\infty \int_0^T -\alpha e^{-c_t} e^{-\rho t} e^{-\alpha\rho} dt d\rho = \int_0^T \int_0^\infty -\alpha e^{-c_t} e^{-\rho(t+\alpha)} d\rho dt$$

$$= \int_0^T -\alpha e^{-c_t} \int_0^\infty e^{-\rho(t+\alpha)} d\rho dt = \int_0^T -\alpha e^{-c_t} \left[-\frac{e^{-\rho(t+\alpha)}}{t+\alpha} \right]_0^\infty dt$$

$$= \int_0^T -\frac{\alpha e^{-c_t}}{t+\alpha} dt = -\alpha \int_0^T \frac{e^{-c_t}}{t+\alpha} dt$$

El problema a resolver tras estas simplificaciones se muestra a continuación

$$\text{Minimizar} \quad \int_0^T \frac{e^{-c_t}}{t+\alpha} dt$$

$$\text{sujeto a} \quad \frac{y}{r}(1-e^{-rT}) = \int_0^{\infty} c_t e^{-rt} dt$$

$$\mathcal{L}(c_t) = \frac{e^{-c_t}}{(t+\alpha)} + \mu c_t e^{-rt}$$

$$\mathcal{L}_{c_t} = \frac{-e^{-c_t}}{(t+\alpha)} + \mu e^{-rt} = 0 \quad e^{c_t - rt} = \frac{1}{\mu(t+\alpha)} \quad c_t = rt + \log[\mu(t+\alpha)]^{-1}$$

$$\frac{y}{r}(1-e^{-rT}) = \int_0^T (rt + \log[\mu(t+\alpha)]^{-1}) e^{-rt} dt$$

$$\begin{aligned} \frac{y}{r}(1-e^{-rT}) &= \int_0^T (rt - \log \mu - \log(t+\alpha)) e^{-rt} dt \\ &= r[1 - e^{-rT}(1+T)] - \log \mu(1 - e^{-rT}) - \int_0^T (\log(t+\alpha)) e^{-rt} dt \end{aligned}$$

Sea $u = t + \alpha$.

$$\begin{aligned}
-\int_{\alpha}^{T+\alpha} (\log u) e^{-r(u-\alpha)} du &= -e^{r\alpha} \int_{\alpha}^{T+\alpha} (\log u) e^{-ru} du = -e^{r\alpha} \left[-\frac{1}{r} (\log u) e^{-ru} \right]_{\alpha}^{T+\alpha} + e^{r\alpha} \int_{\alpha}^{T+\alpha} \frac{e^{-ru}}{u} du \\
&= -e^{r\alpha} \left[-\frac{1}{r} \log(T+\alpha) e^{-r(T+\alpha)} + \frac{1}{r} \log(\alpha) e^{-r\alpha} \right] + e^{r\alpha} \left[\log|u| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n (ru)^n}{n \cdot n!} \right]_{\alpha}^{T+\alpha}
\end{aligned}$$

Tomando $\lim n \rightarrow \infty$

$$= -e^{r\alpha} \left[-\frac{1}{r} \log(T+\alpha) e^{-r(T+\alpha)} + \frac{1}{r} \log(\alpha) e^{-r\alpha} \right] + e^{r\alpha} [\log|T+\alpha| - \log|\alpha|]$$

$$\begin{aligned}
\frac{y}{r}(1-e^{-rT}) &= r[1-e^{-rT}(1+T)] - \log \mu(1-e^{-rT}) - e^{r\alpha} \left[-\frac{1}{r} \log(T+\alpha) e^{-r(T+\alpha)} + \frac{1}{r} \log(\alpha) e^{-r\alpha} \right] \\
&\quad + e^{r\alpha} [\log|T+\alpha| - \log|\alpha|]
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\log \mu(1-e^{-rT}) &= -\frac{y}{r}(1-e^{-rT}) + r[1-e^{-rT}(1+T)] - e^{r\alpha} \left[-\frac{1}{r} \log(T+\alpha) e^{-r(T+\alpha)} + \frac{1}{r} \log(\alpha) e^{-r\alpha} \right] \\
&\quad + e^{r\alpha} [\log|T+\alpha| - \log|\alpha|]
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\log \mu &= -\frac{y}{r} + \left\{ r[1-e^{-rT}(1+T)] - e^{r\alpha} \left[-\frac{1}{r} \log(T+\alpha) e^{-r(T+\alpha)} + \frac{1}{r} \log(\alpha) e^{-r\alpha} \right] \right. \\
&\quad \left. + e^{r\alpha} [\log|T+\alpha| - \log|\alpha|] \right\} / (1-e^{-rT})
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
c_t &= rt - \log(t+\alpha) + \frac{y}{r} + \left\{ r[1-e^{-rT}(1+T)] - e^{r\alpha} \left[-\frac{1}{r} \log(T+\alpha) e^{-r(T+\alpha)} + \frac{1}{r} \log(\alpha) e^{-r\alpha} \right] \right. \\
&\quad \left. + e^{r\alpha} [\log|T+\alpha| - \log|\alpha|] \right\} / (1-e^{-rT})
\end{aligned}$$

ANEXO 2.

Ro con distribución exponencial, con aprendizaje en el parámetro de consumo.

$$u(c_i; \theta) = -e^{-\theta c_i}, \quad \theta, \alpha, \lambda > 0$$

$$f_{\theta}(\theta) = \lambda e^{-\lambda \theta}, \quad E[\theta] = 1/\lambda, \quad \text{Var}[\theta] = 1/\lambda^2$$

$$f_P(\rho) = \alpha e^{-\alpha \rho}, \quad E[P] = 1/\alpha, \quad \text{Var}[P] = 1/\alpha^2$$

$$\text{Maximizar} \int_0^{\infty} \left(\int_0^T \left(\int_0^t u(c_i; \theta) e^{-\rho t} dt \right) f_{\theta}(\theta) d\theta \right) f_P(\rho) d\rho$$

$$\text{sujeto a} \quad \frac{y}{r}(1-e^{-rT}) = \int_0^{\infty} c_t e^{-rt} dt$$

$$\begin{aligned}
 & \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^T -\alpha \lambda e^{-\theta c_t} e^{-\rho t} e^{-\lambda \theta} e^{-\alpha \rho} dt d\theta d\rho = \int_0^T \int_0^\infty \int_0^\infty -\alpha \lambda e^{-\theta(c_t + \lambda)} e^{-\rho(t + \alpha)} d\rho d\theta dt \\
 & = \int_0^T \int_0^\infty -\alpha \lambda e^{-\theta(c_t + \lambda)} \int_0^\infty e^{-\rho(t + \alpha)} d\rho d\theta dt = \int_0^T \int_0^\infty -\alpha \lambda e^{-\theta(c_t + \lambda)} \left[-\frac{e^{-\rho(t + \alpha)}}{t + \alpha} \right]_0^\infty d\theta dt \\
 & = \int_0^T \int_0^\infty -\frac{\alpha \lambda e^{-\theta(c_t + \lambda)}}{t + \alpha} d\theta dt = \int_0^T -\frac{\alpha \lambda}{t + \alpha} \int_0^\infty e^{-\theta(c_t + \lambda)} d\theta dt \\
 & = \int_0^T -\frac{\alpha \lambda}{t + \alpha} \left[-\frac{1}{c_t + \lambda} e^{-\theta(c_t + \lambda)} \right]_0^\infty dt = -\alpha \lambda \int_0^T \frac{1}{(t + \alpha)(c_t + \lambda)} dt
 \end{aligned}$$

El problema a resolver tras estas simplificaciones se muestra a continuación

$$\text{Minimizar } \int_0^T \frac{1}{(t + \alpha)(c_t + \lambda)} dt$$

$$\text{sujeto a } \frac{y}{r}(1 - e^{-rT}) = \int_0^T c_t e^{-rt} dt$$

$$\mathcal{L}(c_t) = \frac{1}{(t + \alpha)(c_t + \lambda)} + \mu c_t e^{-rt}$$

$$\mathcal{L}_{c_t} = \frac{-1}{(t + \alpha)(c_t + \lambda)^2} + \mu e^{-rt} = 0$$

$$\frac{1}{(t + \alpha)(c_t + \lambda)^2} = \mu e^{-rt} \quad (c_t + \lambda)^2 = \frac{e^{rt}}{\mu(t + \alpha)} \quad c_t + \lambda = \left(\frac{e^{rt}}{\mu(t + \alpha)} \right)^{1/2} \quad c_t = \frac{e^{rt/2}}{\sqrt{\mu(t + \alpha)}} - \lambda$$

Sustituyendo en la restricción

$$\begin{aligned}
 \frac{y}{r}(1 - e^{-rT}) &= \int_0^T -\lambda e^{-rt} dt + \int_0^T \frac{e^{-rt/2}}{\sqrt{\mu(t + \alpha)}} dt \\
 &= -\frac{\lambda}{r}(1 - e^{-rT}) + \frac{1}{\sqrt{\mu}} \int_0^T \frac{e^{-rt/2}}{\sqrt{t + \alpha}} dt
 \end{aligned}$$

$$\frac{1}{r}(y + \lambda)(1 - e^{-rT}) = \frac{1}{\sqrt{\mu}} \int_0^T \frac{e^{-rt/2}}{\sqrt{t + \alpha}} dt$$

$$\text{Sea } u = \sqrt{t + \alpha}, \quad u^2 = t + \alpha, \quad u^2 - \alpha = t$$

$$du = \frac{1}{2\sqrt{t + \alpha}} dt$$

$$\begin{aligned}
& \frac{2}{\sqrt{\mu}} \int_{\sqrt{\alpha}}^{\sqrt{T+\alpha}} e^{-\frac{r(u^2-\alpha)}{2}} du = \frac{2}{\sqrt{\mu}} e^{\frac{r\alpha}{2}} \int_{\sqrt{\alpha}}^{\sqrt{T+\alpha}} e^{-\frac{ru^2}{2}} du = \frac{2}{\sqrt{\mu}} e^{\frac{r\alpha}{2}} \sqrt{\frac{\pi}{4r}} \left(\operatorname{erf} \sqrt{r\sqrt{T+\alpha}} - \operatorname{erf} \sqrt{r\sqrt{\alpha}} \right) \\
& = \frac{1}{\sqrt{\mu}} e^{\frac{r\alpha}{2}} \sqrt{\frac{\pi}{r}} \left(\operatorname{erf} \sqrt{r\sqrt{T+\alpha}} - \operatorname{erf} \sqrt{r\sqrt{\alpha}} \right) \\
& \frac{1}{r} (y + \lambda) (1 - e^{-rT}) = \frac{1}{\sqrt{\mu}} e^{\frac{r\alpha}{2}} \sqrt{\frac{\pi}{r}} \left(\operatorname{erf} \sqrt{r\sqrt{T+\alpha}} - \operatorname{erf} \sqrt{r\sqrt{\alpha}} \right) \\
& \frac{1}{\sqrt{\mu}} = \frac{1}{r} (y + \lambda) (1 - e^{-rT}) e^{-\frac{r\alpha}{2}} \sqrt{\frac{r}{\pi}} \frac{1}{\left(\operatorname{erf} \sqrt{r\sqrt{T+\alpha}} - \operatorname{erf} \sqrt{r\sqrt{\alpha}} \right)} \\
& c_t = \frac{1}{r} (y + \lambda) (1 - e^{-rT}) e^{\frac{r}{2}(t-\alpha)} \sqrt{\frac{r}{\pi(t+\alpha)}} \frac{1}{\left(\operatorname{erf} \sqrt{r\sqrt{T+\alpha}} - \operatorname{erf} \sqrt{r\sqrt{\alpha}} \right)} - \lambda
\end{aligned}$$

ANEXO 3.

Ro con distribución gamma, con aprendizaje en el parámetro de consumo.

$$u(c_t; \theta) = -e^{-\theta c_t}, \quad \theta, \alpha, \lambda > 0$$

$$f_{\Theta}(\theta) = \lambda e^{-\lambda \theta}, \quad E[\theta] = 1/\lambda, \quad \operatorname{Var}[\theta] = 1/\lambda^2$$

$$f_P(\rho; \alpha, \beta) = \frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} \rho^{\alpha-1} e^{-\beta \rho}, \quad E[P] = \alpha/\beta, \quad \operatorname{Var}[P] = \alpha/\beta^2$$

$$\text{Maximizar } \int_0^\infty \left(\int_0^\infty \left(\int_0^T u(c_t; \theta) e^{-\rho t} dt \right) f_{\Theta}(\theta) d\theta \right) f_P(\rho) d\rho$$

$$\text{sujeto a } \frac{y}{r} (1 - e^{-rT}) = \int_0^\infty c_t e^{-rt} dt$$

$$\begin{aligned}
& \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^T -\frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} \rho^{\alpha-1} \lambda e^{-\theta c_t} e^{-\rho t} e^{-\lambda \theta} e^{-\beta \rho} dt d\theta d\rho = \int_0^T \int_0^\infty \int_0^\infty -\frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} \rho^{\alpha-1} \lambda e^{-\theta c_t} e^{-\rho t} e^{-\lambda \theta} e^{-\beta \rho} d\rho d\theta dt \\
& = \int_0^T \int_0^\infty -\lambda e^{-\theta(c_t + \lambda)} \frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} \int_0^\infty \rho^{\alpha-1} e^{-\rho(t+\beta)} d\rho d\theta dt = \int_0^T \int_0^\infty -\lambda e^{-\theta(c_t + \lambda)} \frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} \left(\frac{\Gamma(\alpha)}{(t+\beta)^{\alpha+1}} \right) d\theta dt \\
& = \int_0^T \frac{-\lambda \beta^\alpha}{(t+\beta)^{\alpha+1}} \int_0^\infty e^{-\theta(c_t + \lambda)} d\theta dt = \int_0^T \frac{-\lambda \beta^\alpha}{(t+\beta)^{\alpha+1} (c_t + \lambda)} dt = -\lambda \beta^\alpha \int_0^T \frac{1}{(t+\beta)^{\alpha+1} (c_t + \lambda)} dt
\end{aligned}$$

$$\text{Minimizar } \int_0^T \frac{1}{(t + \beta)^{\alpha+1} (c_t + \lambda)} dt$$

$$\text{sujeto a } \frac{y}{r}(1 - e^{-rT}) = \int_0^T c_t e^{-rt} dt$$

$$\mathcal{L}(c_t) = \frac{1}{(t + \beta)^{\alpha+1} (c_t + \lambda)} + \mu c_t e^{-rt}$$

$$\mathcal{L}_{c_t} = \frac{-1}{(t + \beta)^{\alpha+1} (c_t + \lambda)^2} + \mu e^{-rt} = 0$$

$$\frac{1}{(t + \beta)^{\alpha+1} (c_t + \lambda)^2} = \mu e^{-rt} \quad (c_t + \lambda)^2 = \frac{e^{rt}}{\mu(t + \beta)^{\alpha+1}} \quad c_t + \lambda = \left(\frac{e^{rt}}{\mu(t + \beta)^{\alpha+1}} \right)^{1/2} \quad c_t = \frac{e^{rt/2}}{\sqrt{\mu(t + \beta)^{\alpha+1}}} - \lambda$$

Sustituyendo en la restricción

$$\begin{aligned} \frac{y}{r}(1 - e^{-rT}) &= \int_0^T -\lambda e^{-rt} dt + \int_0^T \frac{e^{-rt/2}}{\sqrt{\mu(t + \beta)^{\alpha+1}}} dt \\ &= -\frac{\lambda}{r}(1 - e^{-rT}) + \frac{1}{\sqrt{\mu}} \int_0^T \frac{e^{-rt/2}}{(t + \beta)^{\alpha+1/2}} dt \end{aligned}$$

$$\frac{1}{r}(y + \lambda)(1 - e^{-rT}) = \frac{1}{\sqrt{\mu}} \int_0^T \frac{e^{-rt/2}}{(t + \beta)^{\alpha+1/2}} dt$$

$$\text{Sea } u = (t + \beta)^{\alpha+1/2}, \quad u^2 = (t + \beta)^{\alpha+1}, \quad u^{2/\alpha+1} - \beta = t$$

$$du = \frac{\alpha + 1}{2(t + \beta)^{\alpha+1/2}} dt$$

Haciendo el cambio propuesto se tiene que

$$\begin{aligned} \frac{1}{\sqrt{\mu}} \int_0^T \frac{e^{-rt/2}}{(t + \beta)^{\alpha+1/2}} dt &= \frac{2}{(\alpha + 1)\sqrt{\mu}} \int_{\beta^{\alpha+1/2}}^{(T+\beta)^{\alpha+1/2}} e^{-\frac{r(u^{\frac{2}{\alpha+1}} - \beta)}{2}} du \\ &= \frac{2}{(\alpha + 1)\sqrt{\mu}} e^{\frac{r\beta}{2}} \int_{\beta^{\alpha+1/2}}^{(T+\beta)^{\alpha+1/2}} e^{-\frac{ru^{\frac{2}{\alpha+1}}}{2}} du \quad \dots\dots(a) \end{aligned}$$

$$\text{Sea } x^2 = u^{\frac{2}{\alpha+1}}, \quad x = u^{\frac{1}{\alpha+1}}. \text{ Despejando, } x^{\alpha+1} = u.$$

$$\text{Derivando ambos lados de la última expresión } (\alpha + 1)x^\alpha dx = du.$$

Luego,

$$\int_{\beta^{1/2}}^{(T+\beta)^{1/2}} e^{-\frac{rx^2}{2}} dx = (\alpha+1) \begin{cases} \frac{\frac{1}{2}\Gamma\left(\frac{\alpha+1}{2}\right)}{(r/2)^{\alpha+1/2}} & (\alpha > -1, (r/2) > 0) \\ \left(\frac{(2k-1)!!}{2^{k+1}(r/2)^k}\right) \sqrt{\frac{2\pi}{r}} & (\alpha=2k, k \in \mathbb{Z}, (r/2) > 0) \\ \frac{k!}{2\left(\frac{r}{2}\right)^{k+1}} & (\alpha=2k+1, k \in \mathbb{Z}, (r/2) > 0) \end{cases}$$

Sustituyendo en (a)

$$\frac{2}{(\alpha+1)\sqrt{\mu}} e^{\frac{r\beta}{2}} \int_{\beta^{1/2}}^{(T+\beta)^{1/2}} e^{-\frac{ru^2}{2}} du = \frac{2}{\sqrt{\mu}} e^{\frac{r\beta}{2}} \begin{cases} \frac{\frac{1}{2}\Gamma\left(\frac{\alpha+1}{2}\right)}{(r/2)^{\alpha+1/2}} & (\alpha > -1, (r/2) > 0) \\ \left(\frac{(2k-1)!!}{2^{k+1}(r/2)^k}\right) \sqrt{\frac{2\pi}{r}} & (\alpha=2k, k \in \mathbb{Z}, (r/2) > 0) \\ \frac{k!}{2\left(\frac{r}{2}\right)^{k+1}} & (\alpha=2k+1, k \in \mathbb{Z}, (r/2) > 0) \end{cases}$$

$$\frac{1}{r}(y+\lambda)(1-e^{-rT}) = \frac{2}{\sqrt{\mu}} e^{\frac{r\beta}{2}} \begin{cases} \frac{\frac{1}{2}\Gamma\left(\frac{\alpha+1}{2}\right)}{(r/2)^{\alpha+1/2}} & (\alpha > -1, (r/2) > 0) \\ \left(\frac{(2k-1)!!}{2^{k+1}(r/2)^k}\right) \sqrt{\frac{2\pi}{r}} & (\alpha=2k, k \in \mathbb{Z}, (r/2) > 0) \\ \frac{k!}{2\left(\frac{r}{2}\right)^{k+1}} & (\alpha=2k+1, k \in \mathbb{Z}, (r/2) > 0) \end{cases}$$

$$\frac{1}{\sqrt{\mu}} = \frac{1}{2r}(y + \lambda)(1 - e^{-rT})e^{-\frac{r\beta}{2}} \begin{cases} \frac{(r/2)^{\alpha+1/2}}{\frac{1}{2}\Gamma\left(\frac{\alpha+1}{2}\right)} & (\alpha > -1, (r/2) > 0) \\ \left(\frac{2^{k+1}(r/2)^k}{(2k-1)!!}\right)\sqrt{\frac{r}{2\pi}} & (\alpha=2k, k \in \mathbb{Z}, (r/2) > 0) \\ \frac{2\left(\frac{r}{2}\right)^{k+1}}{k!} & (\alpha = 2k + 1, k \in \mathbb{Z}, (r/2) > 0) \end{cases}$$

$$c_t = -\lambda + \frac{e^{rt/2}}{\sqrt{(t + \beta)^{\alpha+1}}} \frac{1}{2r}(y + \lambda)(1 - e^{-rT})e^{-\frac{r\beta}{2}} \begin{cases} \frac{(r/2)^{\alpha+1/2}}{\frac{1}{2}\Gamma\left(\frac{\alpha+1}{2}\right)} & (\alpha > -1, (r/2) > 0) \\ \left(\frac{2^{k+1}(r/2)^k}{(2k-1)!!}\right)\sqrt{\frac{r}{2\pi}} & (\alpha=2k, k \in \mathbb{Z}, (r/2) > 0) \\ \frac{2\left(\frac{r}{2}\right)^{k+1}}{k!} & (\alpha = 2k + 1, k \in \mathbb{Z}, (r/2) > 0) \end{cases}$$

Referencias

Epstein, L. G., Hynes, J. A., (1983) “The Rate of Time Preference and Dynamic Economic Analysis”, The Journal of Political Economy, Vol. 91, Issue 4, pp. 611-635.

Frederick, S., Loewenstein, G. and O’ Donoghue, Ted. (2002) “Time Discounting and Time Preference: A Critical Review”, Journal of Economic Literature, Vol. 40, No. 2, pp. 351-401.

Samuelson, P. (1937) “A Note on Measurement of Utility”, The Review of Economic Studies, Vol. 4, No. 2, pp. 155-161.

Van Praag, B. M. S., Booij, A. S., (2003) “Risk Aversion and the Subjective Time Discount Rate: A Joint Approach”, Tinbergen Institute Discussion Paper.

Venegas Martínez, F. (2000) “Utilidad, aprendizaje y estabilización”, Gaceta de Economía, Num. 10, pp 153-169.

El papel de la inversión extranjera directa en el turismo

Aline Concepción Estrada González¹

RESUMEN

Los flujos monetarios internacionales se han caracterizado por su participación en el mercado del turismo con efectos de crecimiento económico en los lugares de destino, en esta ocasión la percepción en la captación de la inversión extranjera directa en el estado de Nayarit destinados al auge turístico que se manifiesta desde ya algunas décadas atrás impulsado por los tratados y acuerdos entre países extranjeros cuyo fin principal ha sido el desarrollo de infraestructura que contribuya al sector turismo, tal es el caso de los establecimientos hoteleros en particular los de cinco estrellas por ser los receptores de los visitantes que dejan la derrama económica importante por la prestación de estos servicios.

Palabras claves: inversión extranjera directa, turismo, desarrollo de infraestructura.

INTRODUCCIÓN

En las últimas tres décadas del siglo veinte, se detona la actividad turística en el litoral nayarita, específicamente de la costa sur, cuya vecindad con Puerto Vallarta, uno de los principales destinos turísticos con reconocimiento internacional, contribuyó favorablemente a dicho auge turístico. Otro de los medios que hicieron posible el desarrollo de dicha actividad, son los atractivos naturales que caracterizan la región (Mercado, *et al.*, 1993; Nelson, 1993; Furiò, 1996; Barkin, 2001; McManus, 2002). Carrascal (1987) señalaba que entre los factores que intervienen para el desarrollo turístico se encuentran las inversiones de dinero, obras de infraestructura y la institucionalización de los fideicomisos ejidales, entre otros. En general todos y cada uno de los argumentos utilizados para justificar el desarrollo turístico son indispensables, pero en particular es difícil concretar a uno en específico, pues se articulan conjuntamente, centrando la atención en esta ocasión en las inversiones extranjeras y la infraestructura hotelera que permite el desarrollo de la actividad turística con inicio en el periodo de análisis de 1999.

Retomado el hecho del protagonismo del fenómeno turístico en la economía internacional, señala Poza, et al. (2000) El turismo es una actividad que responde a las nuevas características de la globalización, ya que tanto las inversiones como la operación, la comercialización y la transportación están manejadas en forma global; sintetizando el proceso económico en la globalización real que es la financiera (Arnaiz, Fernández y César 2001:59-60) Helpman (2004), hacia el señalamiento, que durante más de cien años todos los desarrollos de la infraestructura más avanzada se dirige hacia los puertos de México, siendo las regiones más favorecidas, siempre en aras de beneficiar el comercio internacional. Es el sector de servicios el de mayor atracción para la IED, por encima de las principales demandas del mercado mundial (materias primas), que generan un incremento de los flujos de IED dirigidos al aprovechamiento de recursos naturales (Leaman,

2006; Esquivel y Larraín, 2001). Ofreciendo el país la posibilidad de invertir en zonas que constituyen atracción en la rama turística, como una de las más rentables (CEPAL, 2004).

Ramírez y Flores (2006) definen la inversión extranjera como aquella que proviene de una natural o jurídica del exterior, cuyo capital es invertir en un país con la intención de tener injerencia directa de largo plazo en el desarrollo de una firma, con el fin de obtener rentabilidad. Por otro lado IED como la inversión que contribuye al capital de una empresa; la cual puede ser constituida en el país o establecida en él. La inversión trae consigo, de acuerdo con su definición, una ampliación en el tamaño de los mercados y un incremento en las utilidades de las empresas de los países receptores y emisores de dichos capitales. Para los países receptores los beneficios se presentan en variables como el crecimiento económico, que tiene una correlación positiva con la IED y es generado por un aumento de la productividad, la cual a su vez es ocasionada por la transferencia de conocimientos por las firmas extranjeras y por los incrementos en los niveles de competencia al interior del país; lo anterior se logra siempre y cuando la economía cuente con un capital mínimo, tanto físico como humano, que posibilite la transmisión de tal efecto (Gaviria y Gutiérrez, 1993; Guerrero, López y Morales, 2007; Jaèn y Lino, 2009)

¹ Egresada de La Maestría en Desarrollo Económico Local. aestrada_gonzalez@hotmail.com

La gran mayoría de los autores que retoman el turismo afirman que es una actividad con una clara característica de crecimiento económico, (Balaguer y Cantavella, 2002; Capó *et al.*, 2007A y 2008B; Dritsakis, 2004; Durbarry, 2004; Hyun Jeong *et al.*, 2006; Chali, 1976) citados por (Brida *et al.*, 2008: 36) claro es que con la apertura de los mercados internacionales los grandes flujos de personas en busca de ocio y negocios han aumentado en busca de condiciones agradables que les permitan tener una estancia satisfactoria que la mayoría de los casos son creadas con la participación y ayuda de estas grandes derramas de inversiones, aumentando de esta manera el recurso monetario empleado para la creación adecuada que permitan la prestación del servicio de la actividad turística, que la hace atractiva y de preferencia para los destinos turísticos, tal es el caso de la denominada Riviera Nayarit, en la que se destaca en municipio de Bahía de Banderas por el fenómeno de movilidad de flujos de capital.

Butler, (1980) describe que cuando el destino de playa se encuentra en fase de declinación en donde los niveles de capacidad exceden e impactan a la degradación ambiental, esto conlleva a una pérdida en la atracción del destino y por ende a su competitividad, disminuyendo la afluencia turística, entonces si se enfoca el destino a mantenerse estable, rediseñar sus estrategias, incrementar su calidad y sostener sus niveles de capacidad, repercutiendo en una estabilidad llegando a un rejuvenecimiento del destino, siempre y cuando exista el suficiente capital de apoyo para un rediseño del mismo y pueda impactar a la imagen y al atractivo de dicho nicho turístico de palaya. Fenómeno que en las últimas dos décadas se ha presentado en el desarrollo turístico activado en la costa sur nayarita, en las distintas facetas que se mencionan.

Tabla 1, Evolución de Hoteles y cuartos de cinco estrellas.

Años	Part.hoteles5*en Bahía de Banderas	Part. cuartos 5*en Bahía de Banderas
1999	75%	94%
2000	70%	95%
2001	75%	91%
2002	77%	95%
2003	65%	95%
2004	62%	94%
2005	61%	97%
2007	63%	96%
2008	65%	94%
2009	70%	95%

Fuente: INEGI estadísticos municipales, Elaboración propia.

En este periodo de diez años en donde más del 68 % del total de los hoteles se ha concentrado en el municipio de Bahía de Banderas que varían del 1 al 15 % con una tendencia creciente, en lo que corresponde a cuartos de esta misma categoría y municipio ubica más del 94% del total estatal con una mínimas variaciones

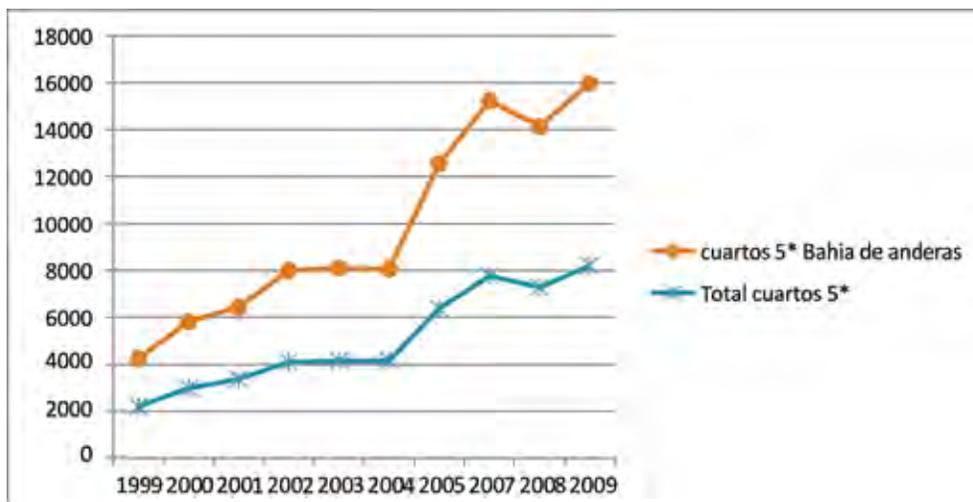
Vásquez (2005), señala la acumulación de capital impulsan el desarrollo empresarial y la formación de redes de empresas. La liberación del comercio, de los pagos y de las finanzas tiene una enorme importancia en el proceso de mundialización de la economía y será una de las bases para expansión imparable de las empresas multinacionales y su posterior imperio para los procesos económicos. La internacionalización de la economía no se produjo solo por la movilidad de las empresas y de los capitales, sino principalmente por la enorme expansión del comercio y la progresiva apertura al exterior de las economías nacionales, siendo en los países subdesarrollados superiores Capanegra (2008:115-117).

Cabe destacar que en la generalidad de la dinámica económica se puede observar este comportamiento de los factores de producción, sin embargo, en algunas actividades como el turismo, particularmente el capital se moviliza hacia las regiones pobres (principalmente en las zonas costeras) con el propósito de recapitalizarse a partir de la renta del suelo mediante el negocio inmobiliario, y el aprovechamiento de la mano de obra barata. El turismo como actividad global tiende a conformar regiones globales que se integran a los círculos de capital

mundial en donde las inversiones extranjeras son factores determinantes en la conformación de las estructuras económicas. El turismo es la actividad económica que ha tenido mayor dinamismo en los últimos tiempos a nivel mundial, se ha convertido en punta de lanza del capitalismo global, significa un vehículo muy eficaz para la globalización financiera y el movimiento mundial de capitales, (César y Arnaiz, 2002).

El turismo se convierte en un modelo dentro del capitalismo global y por tanto, reproduce todas sus externalidades. El modelo es de carácter inmobiliario, produce espacios y territorios con grandes influencias y modificaciones de las estructuras económicas, sociales, políticas, culturales y ambientales. Los capitales determinan sus movimientos y se trasladan desde áreas distantes a los espacios turísticos que construyen, obedeciendo siempre la lógica del mercado, en muchos casos provocando altos costos sociales asumidos por los grupos receptores, se convierten en sociedades controladas por desarrolladores y empresarios turísticos, (César y Arnaiz, 2006).

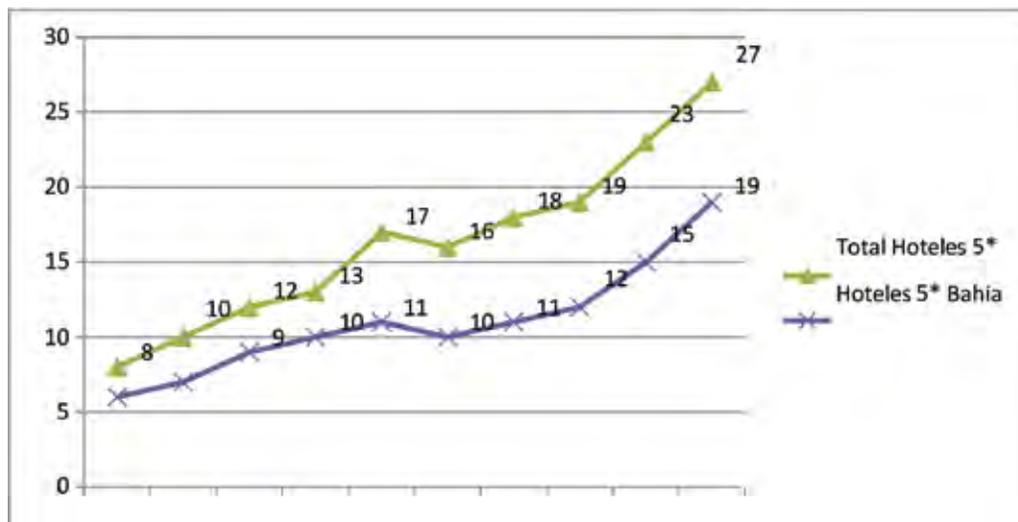
Grafico 1. Comparación del Total de cuartos por Estado y municipio de Bahía de Banderas.



Fuente: INEGI estadísticos municipales de Bahía de Banderas, Elaboración propia.

En el año 2001 se da un importante incremento en la IED que se ve reflejado en la construcción de cuartos que continuó su crecimiento para el siguiente año que le seguiría un bajo crecimiento en los próximos tres años, seguido de una crecimiento para el 2005 con una pequeña caída en el 2008 pero siguiendo esta misma tendencia-

Grafico 2. Comparación del total de hoteles por estado y municipio de Bahía de Banderas.



Fuente: INEGI estadísticos municipales, Elaboración propia.

La relación tan estrecha que se tiene en estas dos variables con la tendencia siempre creciente en este periodo de estudio con un crecimiento distinguido en el año del 2003, pero en los demás años las variaciones han sido muy pocas.

En Septiembre del 2009 Nayarit tenía un 36.68 por ciento de participación a nivel nacional con 616.54 MDD, siendo el primer lugar en captación privada, en este año Bahía de Banderas, Nuevo Vallarta y Punta de Mita son de los principales destinos de playa para proyectos hoteleros con 101 proyectos, seguido de los desarrollos turísticos inmobiliarios con 99, este último receptor d 1116.78 MDD del total que sumo 1680.68 MDD de lo cual el 25.59% es de procedencia extranjera aunque se reflejo en tan sólo 18 hoteles la inversión en estos fue del 50%de este capital (SECTUR, 2009).

Nayarit ocupo en el 2008 el 2do. Lugar en inversión privada de las entidades federativas en el 2008 con 778.49 MDD con una participación de 16.77%, que es seguida del Estado de Quintana Roo con 1,575.40 MDD que representa el 33.94% de las entidades. Las inversiones identificadas por regiones turísticas para este mismo año en las que se encuentra el estado nayarita en destinos de playas con el mayor porcentaje de inversión 77.2% lo correspondiente al 3,580.80 MDD cuya variación al anterior año es de 69.95%, ya que en el 2007 se capto para este destino de playas 2,107.0 MDD. Clasificando las inversiones turísticas por tipo de proyectos hoteleros quien ocupa el primer lugar de captación con 37% del total del proyectos, seguido por los desarrollos turísticos inmobiliarios con una pequeña diferencia de 14 proyectos , quien aparece con 102 proyectos que es el 33% del total de proyectos. Para el 2007 el orden de las inversiones fue igual con pequeñas diferencias en las inversiones en las primeros dos, sin embargo en los proyectos turísticos hubo una significativa variación de 105.63% la participación de la Riviera Nayarit hizo su presencia en los tres proyectos (SECTUR, 2008).

El origen de las inversiones en el 2008 52% es nacional y el 48% extranjera en la que participan los países de España 42.86% y Estados Unidos 46.59% entre otros, siendo la Riviera Nayarit señalada entre los principales destinos turísticos con inversión extranjera de los países antes mencionados. Las inversiones orientadas a proyectos hoteleros para los destinos de playa del que forma parte la Riviera Nayarit para este mismo año fue de 30 captando 778.49 MDD destinados a 41 proyectos turísticos. El comportamiento de las inversiones fue el siguiente 48% Desarrollos turísticos inmobiliarios, 32% proyector turísticos y 13% hotelero, siendo el origen de los países antes señalados Estados Unidos, España y Canadá (SECTUR, 2008).

En 2007 el origen de estas inversiones 56.24% nacional y 43.76% extranjera en donde se señala a Nayarit entre los principales destinos turísticos con inversiones de los países ya destacados con 37 proyectos hoteleros captando para este año 371.75 MDD correspondiendo el 65.9% Desarrollo turístico inmobiliario y 25% hotelero, de los países que participan en estas inversiones es España, Holanda y Canadá con ese mismo orden de importancia (SECTUR, 2007).

METOLÓGIA

El vastísimo crecimiento económico que se puede observar tras la inversión extranjera directa promovida por el aprovechamiento de los recursos naturales que permitan el desarrollo en la infraestructura que detone la actividad turística

(Carrascal, 1987; Esquivel y Larraín, 2001; Cèsar y Arnaiz 2006; Brida, 2008). En este documento dirige el análisis de panel de datos en la relación a lo largo de este período siendo la ecuación: $IED = \alpha + \beta_1 ESTHOSP + \beta_2 TOTHOT5$

$+ \beta_3 HOT5BB + \beta_4 TOTCUA5 + \beta_5 TOTCUA5BB + u$, En donde IED significa la inversión extranjera directa, las variables ESTHOSP los establecimientos de hospedaje del estado de Nayarit, TOTHOT5 es el total de hoteles de cinco estrellas en todo el estado nayarita, HOT5BB son los hoteles de cinco estrellas correspondientes al municipio de Bahía de Banderas, TOTCUA5 el total de cuartos de cinco cuartos en Nayarit, TOTCUA5BB solo el total de cuartos de cinco estrellas en Bahía de Banderas, u es el error del periodo de los diez años de análisis de 1999 al 2009.

RESULTADOS**Estadísticos descriptivos**

	Media	Desviación t�p.	N
IED	2717605,6		
	2	1703805,735	10
ESTHOSP	479,60	141,424	10
TOTHOT5	16,30	5,851	10
HOT5BB	11,00	3,771	10
TOTCUA5	5063,00	2157,625	10
CUA5BB	4793,20	2072,518	10

Correlaciones

	IED	ESTHOSP	TOTHOT5	HOT5BB	TOTCUA5	CUA5BB
Correlación de Pearson IED	1,000	,395	,346	,405	,248	,237
ESTHOSP	,395	1,000	,923	,846	,898	,897
TOTHOT5	,346	,923	1,000	,977	,925	,917
HOT5BB	,405	,846	,977	1,000	,883	,872
TOTCUA5	,248	,898	,925	,883	1,000	,999
CUA5BB	,237	,897	,917	,872	,999	1,000
Sig. (unilateral) IED	.	,129	,163	,123	,244	,255
ESTHOSP	,129	.	,000	,001	,000	,000
TOTHOT5	,163	,000	.	,000	,000	,000
HOT5BB	,123	,001	,000	.	,000	,000
TOTCUA5	,244	,000	,000	,000	.	,000
CUA5BB	,255	,000	,000	,000	,000	.
N IED	10	10	10	10	10	10
ESTHOSP	10	10	10	10	10	10
TOTHOT5	10	10	10	10	10	10
HOT5BB	10	10	10	10	10	10
TOTCUA5	10	10	10	10	10	10
CUA5BB	10	10	10	10	10	10

Resumen del modelo(b)

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error tip. de la estimación	Estadísticos de cambio					Durbin-Watson
					Sig. del cambio en F	Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	
1	,773(a)	,597	,093	1622768,491	,597	1,184	5	4	,447	1,622

a Variables predictoras: (Constante), CUA5BB, HOT5BB, ESTHOSP, TOTHOT5, TOTCUA5

b Variable dependiente: IED

ANOVA(b)

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	1559307555		3118615110		
	0330,070	5	066,015	1,184	,447(a)
Residual	1053351029		2633377574		
	8466,310	4	616,579		
Total	2612658584				
	8796,390	9			

a Variables predictoras: (Constante), CUA5BB, HOT5BB, ESTHOSP, TOTHOT5, TOTCUA5

b Variable dependiente: IED

Coefficientes(a)

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Intervalo de confianza para B al 95%		Correlaciones		
	B	Error tip.				Beta	Orden cero	Parcial	Semiparcial	Tolerancia
1 (Constante)	-					-				
	3338175,9	2666920,9		-1,252	,279	-	4066383,6			
	14	40				10742735,504	76			
ESTHOSP	26009,851	13772,268	2,159	1,889	,132	-12228,096	64247,799	,395	,687	,60
TOTHOT5	-									
	1351336,6	833811,92	-4,641	-1,621	,180	-3666369,719	963696,33	,346	-,630	-,51
	94	0					1			
HOT5BB	1497120,2	935962,45					4095768,6			
	42	3	3,314	1,600	,185	-1101528,129	13	,405	,625	,50
TOTCUA5	5924,331	10751,902	7,502	,551	,611	-23927,734	35776,396	,248	,266	,17
CUA5BB	-6437,237	10785,268	-7,830	-,597	,583	-36381,943	23507,469	,237	-,286	-,18

a Variable dependiente: IED

Diagnósticos de colinealidad(a)

Modelo	Dimensión	Autovalor	Índice de condición	Proporciones de la varianza					
				TOTHOT5	HOT5BB	TOTCUA5	CUA5BB	(Constante)	ESTHOSP
1	1	5,867	1,000	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	2	,100	7,647	,26	,00	,00	,00	,00	,00
	3	,021	16,598	,10	,00	,01	,04	,00	,00
	4	,011	23,540	,23	,39	,00	,02	,00	,00
	5	,001	86,216	,41	,58	,98	,86	,00	,00
	6	4,01E-005	382,701	,00	,03	,01	,07	1,00	1,00

a Variable dependiente: IED

Estadísticos sobre los residuos(a)

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típ.	N
Valor pronosticado	222257,64	4684227,5	2717605,6		
	-	0	2	1316268,950	10
Residuo bruto	1920064,5	1799576,5	,000	1081845,661	10
	00	00	,000		
Valor pronosticado tip.	-1,896	1,494	,000	1,000	10
Residuo tip.	-1,183	1,109	,000	,667	10

a Variable dependiente: IED

Aunque los estadísticos determinen la nula existencia en la causalidad entre las variables, debido a la dispersión de la información existente en los estadísticos del Estado de Nayarit, cuyo motivo representa la deficiencia del modelo, sólo fue posible trabajar con la inversión de los diez años anteriores, pues nos señalan en la secretaría de turismo del estado que los anteriores datos se encuentran registrados en los informes de gobierno de los años correspondientes, concentrados en la secretaria de planeación de esta misma entidad, así como los datos de la infraestructura carretera que es de vital importancia tomarse en cuenta como variables, entre otras, con el fin de obtener la explicación a la inversión extranjera directa que los teóricos afirman la correlación existente y según los datos de los años más recientes de la secretaria de turismo en cuanto a las millonarias inversiones en dólares de los extranjeros y la creación de proyectos turísticos.

En la correlación pearson la variable con la mayor correlación existente son HOT5BB los hoteles de cinco estrella del municipio de Bahía de Banderas en la que como mencionamos al inicio del documento el auge turístico por la vecindad con Puerto Vallarta, atractivos naturales, fue la cuna del desarrollo turístico, esta correlación corresponde al ,405 que sigue la misma tendencia con la variable ESTHOSP los establecimientos de hospedaje en Nayarit que se presenta en el grafico2 anterior con una correlación del ,395 sin resultar alguna variable significativa en el modelo.

BIBLIOGRAFÍA

McManus, R. (2002), Introduction to tourism geography. Ed. Routledge. London, UK.

Mercado, C., Rojas, B. y Calderón, C. (1993), "Análisis del impacto ambiental generado por los grandes desarrollos turísticos en México", Boletín, Instituto de Geografía, Número Especial, UNAM, México, pp. 21-33.

Barkin, D. (2001), "Strengthening domestic tourism in Mexico: Challenges and opportunities", En: Krishna B. Ghimire, The Native Tourist. Mass tourism within developing

Carrascal, E. (1987). "Actividad turística y asimilación territorial en la costa nayarita", Boletín, Instituto de Geografía, UNAM, México. 17: 125-136.

CEPAL (2004). La inversión extranjera en América Latina y el Caribe, 2003. Chile, CEPAL, -Naciones Unidas.

Furió, E. (1996). Economía, turismo y medio ambiente. Ed. Tirant Lo Blanch. Valencia, España.

Gaviria, A. y Gutiérrez, J. (1993). Inversión Extranjera y Crecimiento económico. Archivos macroeconómicos. Pág. 2-15

Guerrero, López y Morales, (2007). Una evaluación de las políticas promocionales de inversión extranjera directa en América Latina. Lecturas de economía. No. 71 pág. 145

Helpman, E. (2004). El misterio del crecimiento económico publicado por Antonio Bosch Ed. Manuel Girona.

Jaèn, B. y Lino, M. (2009). Determinantes de la Inversión Extranjera Directa: Análisis Comparativos entre América Latina Europa Central. Tercer encuentro nacional sobre estudios regionales. Pág. 1-4.

Poza, J., et al. (2000). "Impacto ambiental del turismo en el Parque de Carreiròn. España", Disponible en: http://www.sadave.org/publico/informes_esp/medio_ambiente/impacto_ambiental.htm Consultado [20- noviembre-2009].

Vázquez, A. (2005). Las nuevas fuerzas del desarrollo pág. 1-30. Ed. Antonio Bosch. Universidad Autónoma de Madrid. Countries. Earthscan. London, UK. pp.

Brida, J.G. et al (2008). La contribución del turismo al crecimiento económico. Cuadernos de Turismo, Universidad de Murcia Núm. 22 pp. 35-46, Disponible en [http:// redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdRed.jsp?iCve=39811554002](http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdRed.jsp?iCve=39811554002) [Consultado 19-junio-2010].

Ramírez, E. y Flores, L. (2006). Apuntes de inversión extranjera Directa, Definiciones, Tipología y casos de aplicación Colombia. Pág. 2-3.

Durbarry, R. (2004). Tourism and economic growth: the case of Mauritius, Tourism Economics, 10 (4): 389-401.

Helpman, E. (2004). El misterio del crecimiento económico publicado por Antonio Bosch Ed. Manuel Girona.

Vázquez, A. (2005). Las nuevas fuerzas del desarrollo pág. 1-30. Ed. Antonio Bosch Universidad Autónoma de Madrid. Countries. Earthscan. London, UK. pp. 31-54.

Relevancia estadística de la infraestructura en los parques industriales, una prueba por componentes principales¹

David Iglesias Piña²

RESUMEN

El adecuado funcionamiento de los parques industriales, dependen de la existencia de infraestructura y equipamiento urbano industrial, como agua potable, energía eléctrica, vialidades de acceso, medios de comunicación, redes de transporte, entre otros, cuya carencia o disponibilidad limitada puede implicar altos costos al funcionamiento de las empresas.

Cada uno de estos elementos tienen incidencia en el funcionamiento de las empresas, sin embargo algunos se tornan determinantes en la cadena de producción empresarial, dependiendo del giro, tamaño y ubicación de las mismas. El objetivo de esta ponencia es determinar el peso estadístico que tiene cada una de las variables que conforman las diferentes categorías de la infraestructura y el equipamiento urbano industrial, utilizando el análisis multivariable por componentes principales.

Los resultados permiten evidenciar si las condiciones de la infraestructura y el equipamiento urbano de los parques industriales creados en México desde 1953 al 2010³ cumplen con los requerimientos definidos por la norma oficial mexicana de parques industriales, como determinantes del nivel de ocupación y desarrollo de dichos espacios.

1. REQUERIMIENTOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LOS PARQUES INDUSTRIALES

Para que las empresas desempeñen adecuadamente sus funciones y logren cumplir sus expectativas racionales, es necesario que reúnan una serie de condiciones tanto internas como externas. Parte de esas condiciones es la infraestructura, el capital social, la capacidad de organización, las instituciones financieras, las políticas públicas, la estructura de gobierno, los mercados y la disponibilidad de centros de innovación y generación de conocimiento, que en conjunto promueven ambientes más competitivos y productivos.

Desde esta perspectiva, los parques industriales, se formaron con el objetivo no sólo de descentralizar y ordenar la industria, sino sobre todo de ofrecer una gama de condiciones infraestructurales y de equipamiento productivo demandado por las empresas, de tal manera que pudieran desarrollar adecuadamente sus funciones.

Estas condiciones incluyen la zonificación del suelo, el diseño de las calles, guarniciones, cruceros, áreas de carga, bodegas y almacenes, estacionamientos, espuelas de ferrocarril, accesibilidad vial, costos razonables en el uso de servicios, acceso a los mercados de insumos, disponibilidad de mano de obra, redes de agua potable y de uso industrial, drenaje sanitario, infraestructura de energéticos, edificios de mantenimiento y servicios, telecomunicaciones, viviendas y servicios urbanos (Bredo, 1960; Boley, 1962).

La Norma Oficial Mexicana de Parques Industriales (SE, 2005), menciona que independientemente de si son parques industriales en construcción o en operación,⁴ estas deben cumplir con ciertas condiciones de servicios e infraestructura que permitan desenvolver a las empresas agrupadas en estos desarrollos.

Bajo estas consideraciones, los desarrollos deben contar con la siguiente infraestructura:

1.- Servicios básicos

1 Esta ponencia forma parte de la investigación doctoral Desarrollo del parque industrial Ixtlahuaca y sus posibilidades de formar sistemas productivos locales. Adscrito a la FES-Acatlán-UNAM.

2 Economista y Maestro en estudios urbanos y regionales. Doctorante en Economía. UNAM. diglesias22@gmail.com
Profesor adscrito al Centro Universitario UAEM Tenancingo. Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex). Carretera Tenancingo-Villa Guerrero km. 1.5, Tenancingo México. C. P. 52400. Tel. 01714 14 07 724. Fax (01714) 14 07 725.

3 Se considera este periodo por qué fue en 1953 cuando se construyeron los primeros parques industriales en México, y el 2010 por que fue un estudio que culminó en este año.

4 Para esta norma, el parque industrial en construcción es aquel parque proyectado; que cuenta con los permisos y licencias para su desarrollo, por parte de las autoridades competentes; que ha iniciado o terminado las obras de infraestructura básica; se encuentra en construcción y en el cual no se ha establecido industria alguna.

Y el parque en operación es aquel que cuenta con los permisos y licencias para su desarrollo, por parte de las autoridades competentes; ha terminado las obras de infraestructura básica suficiente para que pueda establecerse una empresa; puede encontrarse en construcción o haber terminado una, varias etapas o la totalidad proyectada.

Agua potable y/o de uso industrial, energía eléctrica, redes telefónicas, redes de descarga de aguas residuales y de agua pluvial.

2.- Infraestructura y urbanización

Camino de acceso al parque; vialidades pavimentadas; guarniciones y banquetas; alumbrado público; nomenclatura de calles y números oficiales de los lotes; áreas verdes, señalización informativa, restrictiva y preventiva); redes de energía eléctrica; agua potable; teléfonos; drenaje de descarga de aguas residuales a red municipal, de reuso previo tratamiento, de descarga a cielo abierto, previo tratamiento

Para determinar la carga estadística de cada uno de estos componentes, se agrupo a los parques industriales por tamaño, considerando que estos deben tener un extensión mínima de 10 hectáreas para que puedan ser consideradas como tal (ONUDI, 1979b; SE, 2005).

Considerando los desarrollos creados desde 1953 hasta aquellos que lograron construirse en el año 2010, se definieron cuatro grupos: pequeños, medianos, grandes y muy grandes. Un parque industrial es pequeños, cuando tiene una extensión territorial de entre 10 y 20 hectáreas; mediano de 21 a 40; grande de 41 a 200 y muy grandes cuando la extensión va más allá de 201 hectáreas (ONUDI, 1979b). El Cuadro 1 evidencia que poco más del 30% de estos existentes en México es grande, y el 18% son muy grandes, mientras que el 20% son pequeños y medianos.

2.- CONDICIONES DE LA INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO INDUSTRIALES

2.1.- Equipamiento industrial

Diamond y Spence (1984) argumentan que para el adecuado funcionamiento de los parques industriales es necesario que se disponga de toda la infraestructura y el equipamiento demandada por las empresas, de tal manera que su crecimiento pueda también influir en consolidar la industria, reducir la movilidad de unidades de producción hacia las grandes ciudades, dinamizar el entorno local y fomentar el desarrollo regional.

Cuadro 1
Tamaño de los parques industriales creados en México de 1953 a 2010

Categoría	%*	Ubicación
Pequeño	4.34	Nayarit, Campeche, Sonora, México.
Mediano	16.66	Guanajuato, Baja California, Puebla, México, Coahuila, Colima, Sinaloa, Sonora, Jalisco, Veracruz, Hidalgo, Tamaulipas y Quintana Roo.
Grande	31.15	Morelos, Campeche, Jalisco, Hidalgo, Querétaro, Coahuila, Nuevo León, Tabasco, México, Tlaxcala, Michoacán, Sonora, Aguascalientes, Tamaulipas, Yucatán, Sinaloa, Zacatecas, Chihuahua y Puebla.
Muy Grande	18.11	Nayarit, Hidalgo, Michoacán, Oaxaca, México, Sonora, Guerrero, Zacatecas y Yucatán.

* Porcentaje respecto al total, que de acuerdo a ProMéxico (2010) y SIMPPI (2010) son 138 desarrollos industriales públicos. NOTA: La sumatoria del % es menor a 100 por ciento, ya que se omitieron los no considerados parques industriales y aquellos que se desconoce su extensión.

FUENTE: Elaboración propia con base en NAFIN, 1993; Garza, 1999; INEGI, 1999; AMPIP, 2010; ProMéxico, 2010 y SIMPPI, 2010.

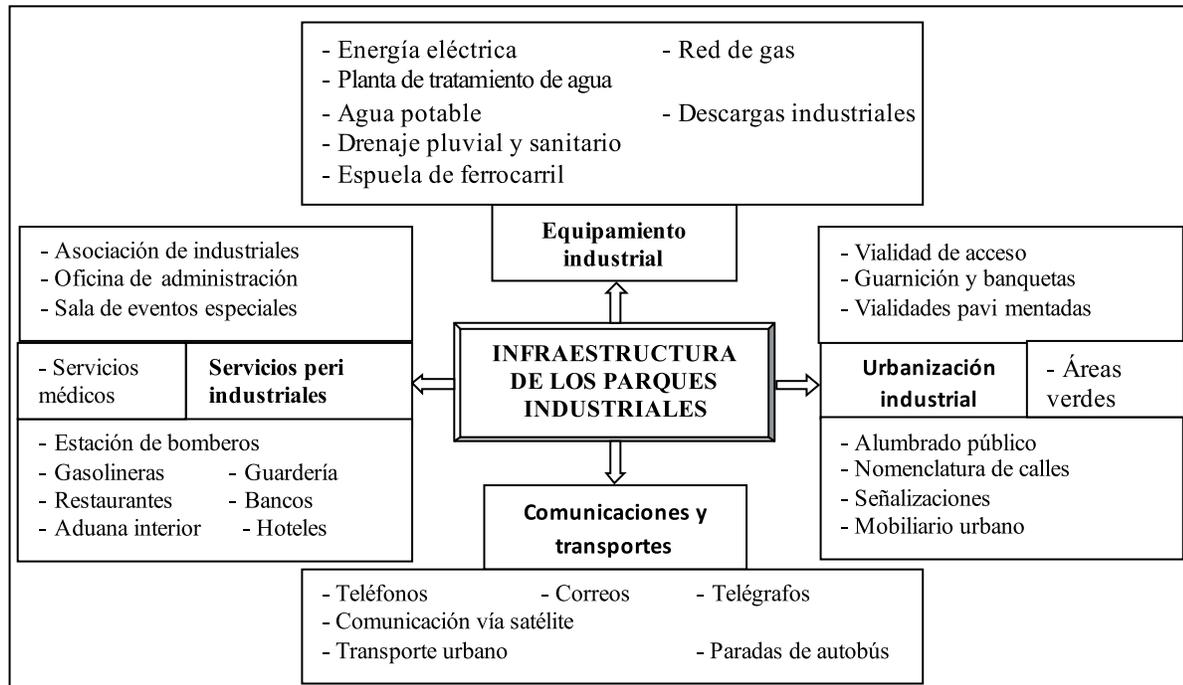
La gama de infraestructura y disponibilidad de servicios de apoyo a la industria, son factores que contribuyen a la productividad de las empresas. La presencia de estos factores en condiciones adecuadas dentro de los parques industriales definen en gran medida su grado de desarrollo, así como el eficiente desempeño de las empresas ahí establecidas (Garza, 1999).

Asimismo, el estado de la infraestructura y los servicios de apoyo, su calidad, disponibilidad y diversidad, fungen como importantes atractores de empresas e inversiones, favorecen la conectividad entre los mercados, mejoran la accesibilidad e instalación de nuevas empresas y crean ventajas comparativas entre los parques industriales, las localidades y regiones (Garrido, 2006; Méndez y Caravaca, 1996; Precedo, 2004; Stimson, et. al., 2006).

La Figura 1 muestra que la infraestructura que deben disponer los parques industriales incluye el equipamiento, la urbanización, comunicaciones y transportes y servicios de apoyo a la industria, que en conjunto

determinan la funcionalidad no sólo de las empresas sino de los desarrollos industriales.

Figura 1
Equipamiento e infraestructura para el funcionamiento de los parques industriales



FUENTE: Elaboración propia.

2.2.- Determinación del peso estadístico de la infraestructura y equipamiento de los parques industriales

2.2.1. Componentes principales

Para determinar el peso estadístico de los diferentes componentes de la infraestructura y el equipamiento urbano industrial, se apoya del análisis multivariable de interdependencia por componentes principales, con el fin de incluir y analizar simultáneamente el conjunto de variables que conforma cada una de las categorías de los parques industriales.

De esta manera, se consideran 5 categorías de análisis con 47 variables, utilizando diferentes unidades de medida como indicadores, tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Principales componente de los parques industriales

Categoría	Variable	Indicador
Equipamiento industrial (EI)	Energía eléctrica Subestación eléctrica Red de gas Planta de tratamiento de agua Agua potable Red de drenaje pluvial Red de drenaje sanitario Red de descargas industriales Espuela de ferrocarril	k/v/ha unidades unidades unidades l/s/ha l/s/ha l/s/ha l/s/ha unidades
Urbanización industrial (UI)	Vialidades de acceso Guarniciones Banquetas Vialidades pavimentadas Alumbrado público Nomenclatura de calles Señalización de calles	Metros Porcentaje Porcentaje Porcentaje Porcentaje Porcentaje Porcentaje
Comunicaciones y transportes (CyT)	Teléfonos Oficinas de correos Estaciones telegráficas Red de comunicación vía satelital Red de transporte urbano Paradas de autobús	Líneas/ha Unidades Unidades Unidades Unidades Unidades
Servicios peri industriales (SPI)	Asociación de industriales Caseta de vigilancia Oficina de administración Sala de eventos especiales Empresas de mantenimiento industrial Sistema contra incendios Estaciones de bomberos Estaciones gasolineras Guarderías Áreas recreativas Restaurantes Hoteles Área comercial Aduana interior	Unidades

Interacción regional (IR)	Distancia a puertos Distancia a adunas Distancia aeropuerto nacional Distancia aeropuerto internacional Distancia autopista Distancia línea férrea Distancia a otros parques industriales Distancia a la ciudad central Distancia a zonas habitacionales	Kilómetros (km)
---------------------------	--	-----------------

Estas categorías y variables, permitieron elaborar la siguiente expresión:

NIVEL DE OCUPACIÓN INDUSTRIAL (NOI)=INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO INDUSTRIAL

Por lo tanto

$$\text{NOI} = \text{EI} + \text{UI} + \text{CyT} + \text{SPI} + \text{IR}$$

Donde

EI: Equipamiento industrial.

U: Urbanización industrial.

CyT: Disponibilidad de medios de comunicaciones y transportes.

SPI: Disponibilidad de servicios peri industriales o de apoyo a la industria.

IR: Interacción regional.

A su vez, cada una de estas variables independientes es explicada por un conjunto de componentes propios, tal como se observa en las siguientes expresiones:

$$\text{EI} = \text{enel} + \text{seelec} + \text{rgas} + \text{ptag} + \text{agpot} + \text{rdreplu} + \text{rdresan} + \text{rdesind} + \text{espferr}$$

Donde

enel: Energía eléctrica **seelec:** Subestación eléctrica

rgas: Red de gas

ptag: Planta de tratamiento de agua

agpot: Agua potable

rdreplu: Red de drenaje pluvial

rdresan: Red de drenaje sanitario

rdesind: Red de descargas industriales

espferr: Espuela de ferrocarril

$$\text{UI} = \text{vialacc} + \text{guar} + \text{banq} + \text{vialpav} + \text{alupub} + \text{nomcall} + \text{señal}$$

Donde

vialacc: Vialidades de acceso

guar: Guarniciones

banq: Banquetas

vialpav: Vialidades pavimentadas

alupub: Alumbrado público

nomcall: Nomenclatura de calles

señal: Señalización de calles

$$\text{CyT} = \text{tel} + \text{ofcorr} + \text{esteleg} + \text{comsat} + \text{traurb} + \text{paraut}$$

Donde

tel: Teléfonos

ofcorr: Oficinas de correos

esteleg: Estaciones telegráficas

comsat: Red de comunicación vía satelital

traurb: Red de transporte urbano

paraut: Paradas de autobús

$$\text{SPI} = \text{asoind} + \text{casvig} + \text{ofiadm} + \text{saevesp} + \text{empmin} + \text{sconinc} + \text{estbomb} + \text{estgas} + \text{guard} + \text{sermed} + \text{banc} + \text{arecr} + \text{resta} + \text{hot} + \text{arcomer} + \text{adinte}$$

Donde

asoind: Asociación de industriales
ofiadm: Oficina de administración
empmin: Empresas de mantenimiento industrial
estbomb: Estaciones de bomberos
guard: Guarderías
banc: Bancos
hot: Hoteles

arecr: Áreas recreativas
arcomer: Área comercial

casvig: Caseta de vigilancia
saevesp: Sala de eventos especiales
sconinc: Sistema contra incendios
estgas: Estaciones gasolineras
sermed: Servicios médicos
resta: Restaurantes
adinte: Aduana interior

$$IR = \text{puerto} + \text{aduana} + \text{aernac} + \text{aerint} + \text{autop} + \text{linferr} + \text{opin} + \text{cicen} + \text{zonhab}$$

Donde

puerto: Distancia a puertos
aernac: Distancia aeropuerto nacional
autop: Distancia autopista
opin: Distancia a otros parques industriales
zonhab: Distancia a zonas habitacionales

aduana: Distancia a adunas
aerint: Distancia aeropuerto internacional
linferr: Distancia línea férrea
cicen: Distancia a la ciudad central

A partir de estas expresiones, se reagrupó los datos en tres periodos, el primero de 1953-1970, que se conoce como etapa de impulso de los parques industriales; segundo de 1971-1988, conocido de como de expansión y crisis y el tercero, 1989-2010 denominado de crisis y lenta recuperación.

Cabe enfatizar que los parques creados en la etapa de impulso, 1953-1970, son los únicos que cuentan con información en los periodos siguientes, mientras que los desarrollos construidos en el segundo y tercer periodo, sólo cuentan con dos y un dato respectivamente, razón de la presencia frecuente de ceros o valores nulos.

En este sentido, la disponibilidad incompleta de datos de cada una de las variables en los tres periodos dificultó realizar las pruebas de peso estadístico de las mismas, por lo que se optó por refinar los datos, considerando sólo aquellos desarrollos con información completa total. Asimismo, se estandarizaron los datos para facilitar su interpretación estadística y sobre todo reducir los márgenes de sesgo.

a) Peso estadístico del EI en los PIs por tamaños

La disponibilidad de energía eléctrica es la variable de mayor peso estadístico, y a pesar de que disminuye su importancia en los periodos siguientes, no deja de ser relevante para el conjunto de parques industriales considerados. De hecho, en el periodo de expansión y crisis de la construcción de parques industriales, dicho recurso tiene un peso estadístico de 38.616% y a pesar de que en el periodo siguiente haya disminuido casi 12 puntos porcentuales para representar un 26.875%, no deja de influir significativamente en el comportamiento tanto de las empresas como de los propios desarrollos.

Esta carga estadística traducida al funcionamiento de las empresas de los parques industriales, significa que la totalidad de estos utilizan intensivamente dicho factor para realizar su proceso de producción, y la pérdida marginal de importancia no se debe necesariamente a la sustitución de dicho recursos, sino a la adopción de procesos productivos más eficientes e incluso de tecnologías híbridas, así como la implementación de diversos programas internos encaminados a reducir el uso del mismo, como mecanismo de eficiencia y competitividad.

Esto implica que la disponibilidad de energía eléctrica es vital para garantizar la operatividad del proceso productivo y funcionalidad de la unidad de producción, y mientras no se encuentre un sustituto perfecto en el momento, dicho recurso seguirá siendo fundamental en las múltiples tareas empresariales.

Para asegurar la tensión y disponibilidad recomendada de este recurso, es necesario también disponer de subestaciones eléctricas, no sólo como mecanismo regulador de la tensión energética sino sobre todo para garantizar la adecuada distribución del recurso hacia las plantas productivas y diferentes artefactos o mecanismo que requieren de este para funcionar.

En tal sentido, es precisamente la disponibilidad de subestaciones eléctricas la segunda variable de mayor peso estadístico, cuyo comportamiento general es similar en los diferentes parques industriales y en los tres periodos de tiempo considerados, a excepción de los desarrollos pequeños, ya que en la etapa de expansión y crisis, la disponibilidad de agua potable complementa la importancia de la energía eléctrica, tal como se aprecia

en el Cuadro 2, y esto se debe a que en este periodo empezaron a crecer los parques agroindustriales e industriales pesqueros, que por el tipo de actividad que desarrollan crece la demandan intensivamente dicho recurso.

Cuadro 2
Matriz de peso estadístico del equipamiento industrial (EI)

Tamaño del PI	Periodo	Categoría/variables/peso estadístico								
		Equipamiento industrial (EI)								
		enel	Seelec	rgas	ptag	agpot	rdreplu	rdresan	rdesind	espfer
Pequeño	1	Inexistencia de parques								
	2	58.870				33.044				
	3	29.174	21.413	19.999	10.322	9.021	4.547	3.335	1.445	0.733
Mediano	1	72.189	27.811							
	2	31.038	24.345	14.186	11.764	5.781	5.097	4.304	2.592	.892
	3	22.219	16.099	14.309	12.403	11.351	7.596	6.104	5.388	4.532
Grande	1	54.128	24.736	21.136						
	2	37.101	19.955	11.577	9.647	8.352	7.885	2.382	1.895	1.207
	3	33.315	16.884	14.387	11.097	9.334	7.951	5.493	1.531	0.007
Muy grande	1	Único parque no computado								
	2	27.455	19.428	17.903	15.105	6.851	5.986	3.674	2.163	1.434
	3	22.793	20.134	17.971	12.250	11.749	5.354	4.618	3.574	1.555

Periodo 1: Etapa de impulso, 1953-1970 Periodo 2: Etapa de expansión y crisis, 1971-1988 Periodo 3: Etapa de crisis y lenta recuperación, 1989-2010.
FUENTE: Elaboración propia.

Incluso, la disponibilidad de agua potable, a pesar de tener una carga estadística menor en el resto de las categorías de los parques industriales, su importancia crece significativamente de un periodo a otro, siendo más relevante en los desarrollos medianos y muy grandes, en razón de una mayor concentración de parques agroindustriales y pesqueros, lo cual definen la vacación de varios de estos espacios en agroalimentarios.

En términos globales, el peso estadístico que tienen tanto la disponibilidad de energía eléctrica como las subestaciones eléctricas es de 56.696% dentro del equipamiento industrial, lo cual indica que con la disponibilidad de ambos recursos, las empresas pueden realizar más de la mitad de sus múltiples actividades, aunque es cierto que el primero sigue teniendo mayor peso, con 35.496% y 21.200% para el segundo recurso.

b) La importancia de las vialidades de acceso en el desarrollo de los parques industriales

Las vialidades de acceso es la que tiene mayor peso estadístico, pues no sólo es parte de la infraestructura productiva, sino un factor determinante en la movilidad y flujocidad de recursos reales y nominales entre empresas y territorios, es decir, es uno de los principales medios que garantiza la disponibilidad y traslado, así como la conectividad entre agentes y espacios.

Esta infraestructura se considera aspecto importante en el desarrollo de dichos espacios, pues a diferencia de la energía eléctrica, los accesos viales presentan un comportamiento más dinámico a lo largo del tiempo, es decir, tanto en los parques medianos y grandes a pesar de haber perdido importancia en los periodos 1 y 2, en el tercero nuevamente reposiciona su significancia estadística en poco más de 72%, tal como se observa en el Cuadro 3.

Cuadro 3
Matriz de peso estadístico de la urbanización industrial (UI)

Tamaño del PI	Periodo	Categoría/variables/peso estadístico						
		Urbanización industrial (UI)						
		vialacc	guar	banq	vialpav	alupub	nomcall	señal
Pequeño	1	Inexistencia de parques						
	2	71.227	17.838	10.935				
	3	44.157	22.204	12.875	9.554	5.625	4.645	0.940
Mediano	1	93.084	6.916					
	2	61.052	16.021	9.424	7.928	3.464	1.326	0.786
	3	72.248	16.458	11.284				
Grande	1	96.269	3.731					
	2	53.472	16.812	10.652	7.910	5.224	3.592	2.338
	3	45.728	18.609	12.370	8.863	6.619	4.107	3.703
Muy grande	1	Único parque no computado						
	2	51.227	17.470	14.693	9.949	3.596	1.985	1.080
	3	72.158	16.675	11.156				

Periodo 1: Etapa de impulso, 1953-1970 Periodo 2: Etapa de expansión y crisis, 1971-1988 Periodo 3: Etapa de crisis y lenta recuperación, 1989-2010.
FUENTE: Elaboración propia.

Este comportamiento dinámico, permite deducir que la disponibilidad de vialidades de acceso tiene un peso estadístico de 66.06% como componente de la urbanización industrial, mientras que las guarniciones, como segunda infraestructura de carga representa una cuarta parte, es decir, 15.27% que en conjunto definen el 81.33% de la urbanización industrial de los dichos desarrollos.

c) Relevancia de los sistemas de comunicación convencionales en los desarrollos industriales

A pesar del desarrollo de las nuevas tecnologías en el rubro de las comunicaciones y transportes, estos todavía no son muy relevantes al menos en los desarrollos industriales analizados, pues el peso estadístico que tienen es de apenas 9.098%, incluso si se observa su comportamiento en el Cuadro 4 es muy irregular, principalmente en los parques pequeños y medianos, lo cual implica que la disponibilidad de esta se ve limitada por los costos de instalación y mantenimiento, de hecho sólo el 12.4% del conjunto de espacios industriales considerados disponen de dicho medio.

Cuadro 4
Matriz de peso estadístico de las comunicaciones y transportes (CyT)

Tamaño del PI	Periodo	Categoría/variables/peso estadístico					
		Comunicaciones y transportes (CyT)					
		tel	ofcorr	esteleg	comsat	traurb	paraut
Pequeño	1			Inexistencia de parques			
	2	87.305	11.348	1.347			
	3	47.978	22.006	20.509	8.860	0.646	
Mediano	1					100	
	2	43.602	31.575	15.475	0	6.078	3.270
	3	41.599	23.883	14.662	9.233	6.633	3.990
Grande	1	66.899	32.255	0.845			
	2	43.067	28.683	14.735	7.301	4.570	1.643
	3	37.310	28.347	16.162	9.631	7.132	1.417
Muy grande	1			Único parque no computado			
	2	51.369		24.415		15.197	
	3	41.131	22.007	18.932	10.466	7.463	

Periodo 1: Etapa de impulso, 1953-1970

Periodo 2: Etapa de expansión y crisis, 1971-1988

Periodo 3: Etapa de crisis y lenta recuperación, 1989-2010.

FUENTE: Elaboración propia.

En tal sentido, la disponibilidad de líneas y redes telefónicas son los medios de comunicación de mayor carga estadística en los cuatro grupos de parques industriales, pues explican el 51.14% de la influencia de los medios de comunicación en el comportamiento de los desarrollos industriales. Y a pesar de observarse pérdida de significancia a lo largo del tiempo, no deja de ser importante como medio convencional, lo cual indica que la mayor parte de las empresas todavía se apoyan en este para mantener contacto con los múltiples agentes económicos.

La pérdida de carga estadística de este medio está acompañada de la relevancia de otros como las oficinas de correos y las estaciones de telégrafos. Incluso la disponibilidad de este último es representativa en los desarrollos industriales muy grandes, con un peso de 24.415% al menos en el periodo de expansión y crisis, pues en el siguiente este es desplazado por las oficinas de correos.

De esta manera, las redes telefónicas y las oficinas de correos siguen siendo los medios de comunicaciones convencionales de mayor demanda por parte de las empresas industriales, por lo que su disponibilidad se torna fundamentales para la plena comunicación de los desarrollos en mención.

d) Relevancia de los servicios peri industriales en el desarrollo empresarial

La gama de servicios que apoyan al funcionamiento de las empresas varían dependiendo del giro de estas y de las interacciones que mantienen con otras empresas, pero los mencionados en el Cuadro 5 son los más relevantes o los que frecuentemente demandas dichas unidades productivas para culminar totalmente con sus cadenas de labor.

Cuadro 5
Matriz de peso estadístico de los servicios peri industriales (SPI)

Tamaño del PI	Periodo	Categoría/variables/peso estadístico																
		Servicios peri industriales (SPI)																
		asoind	casvig	ofiadm	saevesp	empmin	sconinc	estbomb	estgas	guard	sermed	banc	arecr	resta	hot	arcomer	adinte	
Pequeño	1	Inexistencia de parques																
	2	68.398	26.374	5.228														
	3	37.724	23.243	10.672	8.385	6.049	4.130	3.437	2.954	1.779	0.822	0.533	0.160	0.111				
Mediano	1	80.039	19.961															
	2	47.973	13.439	10.841	8.743	6.557	3.849	3.592	2.125	1.343	1.221	0.316						
	3	36.742	13.914	8.592	8.178	5.797	5.121	4.464	3.549	2.751	2.624	2.204	2.180	1.446	1.159	0.746	0.533	
Grande	1				60.395			33.911	5.694									
	2	45.308	10.212	7.995	7.398	5.457	4.868	4.294	3.561	2.494	2.163	1.795	1.429	1.148	0.762	0.572	0.546	
	3	37.907	9.390	8.244	6.842	6.156	5.416	4.938	4.139	3.247	2.823	2.602	2.357	1.946	1.760	1.126	1.16	
Muy grande	1	Unico parque no computado																
	2	42.188	14.046	10.827	8.027	6.615	5.262	4.492	2.829	2.526	1.416	0.688	0.482	0.319	0.232	0.049	0.003	
	3	35.364	13.070	11.161	8.873	6.651	5.453	5.089	3.571	3.280	2.057	1.666	1.277	0.938	0.628	0.513	0.410	

Periodo 1: Etapa de impulso, 1953-1970 Periodo 2: Etapa de expansión y crisis, 1971-1988 Periodo 3: Etapa de crisis y lenta recuperación, 1989-2010.
FUENTE: Elaboración propia.

Las estimaciones realizadas indican que de esta gama de servicios, las agrupaciones industriales son las más relevantes, pues actúa como un mecanismo de protección, crecimiento y desarrollo, al tiempo que también presionan al estado para obtener mejores incentivos fiscales, crediticios, aduanales, laborales y de infraestructura, principalmente para apoyar a las empresas con alguna dificultad, a las apalancadas o las que se encuentran en proceso de expansión o simplemente para fortalecer la estructura productiva de las mismas.

Estos y otros beneficios más que se van consiguiendo en las diversas instancias gubernamentales nacionales e internacionales son los que inducen a que las empresas se aglutinen para buscar e implementar mejores mecanismos que beneficien a los integrantes, razón por lo que la existencia de asociación de industriales toma gran relevancia en términos de peso estadístico, y aunque es cierto que ha perdido relativa importancia en el tiempo, su presencia se ha mantenido en la etapa de crisis y lenta recuperación de los parques industriales en México.

Incluso fue en la etapa de expansión y crisis, con la presencia frecuente de desequilibrios macroeconómicos, como las agrupaciones industriales en forma de sindicatos tomaron relevancia en nuestro país, sin embargo, las disfuncionalidades que se generó al interior de los mismos propició rompimientos entre los integrantes, razón de la pérdida de significancia estadística de dicha variable en la etapa de crisis y lenta recuperación de los desarrollos industriales, pero aun así sigue manteniendo una carga estadística de 36.934% en los cuatro tipos de parques en este periodo.

Acompañado de esta agrupación industrial, la seguridad que bien se puede gestar de la misma agrupación o que puede ser contratada del exterior (servicios de subcontratación o de *outsourcing*) representa otros de los servicios de importancia que apoyan el funcionamiento de las empresas establecidas en los diversos parques industriales del país, pues la disponibilidad de casetas de vigilancia crean un clima de estabilidad y seguridad, tanto de las empresas como de la fuerza de trabajo, así como de los agentes externos como proveedores y otras empresas de subcontratación que mantienen vínculos directos con dichas unidades de producción.

Este clima de seguridad, es al mismo tiempo un mecanismo atractor de inversiones y nuevas empresas, que aceleran el tiempo de saturación de los desarrollos industriales, por lo tanto mientras mejor sea la disponibilidad de este servicio mayores serán las posibilidades de crecimiento de dichos espacios, aunque no necesariamente es una garantía, ya que esto depende de las condiciones de otros factores como el equipamiento y la infraestructura urbano industrial.

e) Los puertos marítimos como medios de conectividad regional

La dimensión de las interacciones territoriales está determinada por los vínculos que mantienen las empresas y los parques industriales con el exterior, lo cual implica que dependiendo de la distancia, el volumen y costo de traslado será el tipo de medio de transporte a utilizar, encaminado a minimizar gastos y maximizar beneficios.

El Cuadro 6 muestra que la totalidad de empresas de los diversos parques industriales, utilizan intensivamente los puertos como principal medio de transporte y de conectividad regional, razón de la relevancia estadística de dicho componente, es cual representa el 50.326% en el periodo dos, mientras que en el siguiente a pesar de observarse una caída de esta significancia de poco más de 14% y tomar una carga de 36.165%, no deja de ser importante para que las empresas movilicen sus recursos a otros territorios.

Cuadro 6
Matriz de peso estadístico de la interacción regional (IR)

Tamaño del PI	Periodo	Categoría/variables/peso estadístico								
		Interacción regional (IR)								
		puerto	aduanas	aernac	aerint	autop	linferr	opin	cicen	zonhab
Pequeño	1				Inexistencia de parques					
	2	86.107	10.500	3.393						
	3	39.214	15.922	15.217	13.287	6.985	4.491	2.790	1.499	0.594
Mediano	1	81.100	18.900							
	2	52.922	16.570	13.634	6.220	4.952	2.966	1.084	0.460	0.193
	3	45.241	14.470	13.033	8.896	6.773	4.823	4.209	1.480	1.076
Grande	1	56.411	22.903	1.862						
	2	23.059	16.475	15.585	11.202	9.991	8.078	6.651	5.620	3.339
	3	21.575	16.810	13.474	11.491	10.460	9.772	6.750	6.079	3.589
Muy grande	1				Único parque no computado					
	2	39.218	20.359	15.139	12.208	6.625	3.032	2.200	0.968	0.252
	3	38.632	17.610	15.153	11.967	7.705	3.939	2.998	1.651	0.345

Periodo 1: Etapa de impulso, 1953-1970

Periodo 2: Etapa de expansión y crisis, 1971-1988

Periodo 3: Etapa de crisis y lenta recuperación, 1989-2010.

FUENTE: Elaboración propia.

Esto significa que la mayoría de las empresas optan por emplear los puertos como medios de embarque y recepción de mercancías, pues los bajos costos de este y la facilidad para transportar grandes volúmenes de mercancías, permiten no erogar cantidades significativas de dinero.

Es claro que en dichos nodos de comunicación, las aduanas juegan un papel, como encargados no sólo de revisar la legalidad de las mercancías, sino garantizar la seguridad del producto para su disposición final, es por ello que este se considera como el medio de mayor carga estadística, al representar 15.976% en el periodo dos y de 16.203% en el periodo tres, es decir un incremento de la significancia estadística, pues independientemente del nodo de comunicación que utilicen las empresas para terminar con su cadena de producción y vincular a las regiones, las aduanas seguirán presente como mecanismos de control de flujo de mercancías en los diversos mercados.

Relevancia estadística de las categorías industriales

Una vez determinado la carga o significancia estadística de cada uno de los componentes, se tomo la variable de mayor peso para considerarlo como representativo de cada categoría para deducir su relevancia en el desarrollo de los parques industriales, utilizando la misma prueba por componentes principales los resultados mostrados en el Cuadro 7 reflejan que para los desarrollos pequeños la disponibilidad de medios de comunicaciones y transportes son determinantes en el desenvolvimiento de las empresas, aunque es claro que también se observa una relativa homogeneidad en el peso de dichas categorías, es decir, la totalidad de estas son determinantes, lo cual permite inferir que la existencia de condiciones necesarias es fundamental no sólo para el crecimiento de las plantas industriales sino también de los parques.

Cuadro 7
Peso estadístico de las categorías industriales

Tamaño del PI	Periodo	Categoría/peso estadístico				
		EI	UI	CyT	SPI	IR
Pequeños	2	58.870	71.227	87.305	68.398	86.107
	3	29.174	44.157	47.978	37.724	39.214
Medianos	2	31.038	61.052	43.602	47.973	52.922
	3	22.219	72.248	41.599	36.742	45.241
Grandes	2	37.101	53.472	43.067	45.308	23.059
	3	33.315	45.728	37.310	37.907	21.575
Muy grandes	2	27.455	51.227	51.369	42.188	39.218
	3	22.793	72.158	41.131	35.364	38.632

Periodo 2: Etapa de expansión y crisis, 1971-1988

Periodo 3: Etapa de crisis y lenta recuperación, 1989-2010.

FUENTE: Elaboración propia.

Respecto al comportamiento del resto de las categorías, se observa un cambio importante en los desarrollos medianos, grandes y muy grandes, ya que ahora es la urbanización industrial, lo que determina significativamente el nivel de desarrollo de estos espacios, incluso hay una diferencia importante entre el peso del resto de las categorías.

Refinando todavía más los valores determinados en el cuadro anterior, pero considerando sólo los periodos dos y tres, dada la gran cantidad de parques industriales se llegó a la conclusión que son los componentes del equipamiento industrial los que determinan significativamente el desarrollo de las empresas y de los parques industriales, tal como se observa en el Cuadro 8.

Cuadro 8
Matriz refinado y ponderado del peso estadístico por categorías

Tamaño del PI	Periodo	Categoría/peso estadístico				
		EI	UI	CyT	SPI	IR
PMG y MG	2	91.465	5.310	3.224		
PMG y MG	3	66.728	28.540	4.732		

Periodo 2: Etapa de expansión y crisis, 1971-1988 Periodo 3: Etapa de crisis y lenta recuperación, 1989-2010.

PMG y MG. Parques industriales pequeños, medianos, grandes y muy grandes

FUENTE: Elaboración propia.

3. A MANERA DE CONCLUSIONES

La disponibilidad del equipamiento e infraestructura se torna indispensable no sólo para favorecer el establecimiento de nuevas empresas en los parques industriales, sino permitir el adecuado funcionamiento de las diversas unidades de producción y la rápida ocupación de los lotes de dichos espacios. Sin embargo, es claro que la relevancia que tienen cada uno de los componentes de estas categorías, varían de acuerdo al periodo de construcción de los parques industriales, del tamaño de estos, del giro, del lugar donde estén establecidas y de las condiciones externas que privan en la localidad o región donde están enclavados los desarrollos industriales.

Esta importancia diferenciada es lo que define la carga estadística de los componentes de la infraestructura y el equipamiento urbano industrial, y el hecho de que algunos sean más relevantes que otros, no significa la nulidad o escasa incidencia en el proceso de producción y funcionamiento de las empresas, sino más bien sólo es indicativo de la significancia que estadísticamente tienen las variables sobre el comportamiento de las unidades productivas y de los propios parques industriales.

Por lo tanto, el valor estadístico determinado pretende demostrar que de una gama de componentes, algunos resultan más relevantes que otras dadas las características propias de cada empresa y parque industrial, por lo que la disponibilidad de toda la infraestructura y equipamiento no necesariamente es indicativa de plena ocupación.

Por ejemplo, en el periodo de expansión y crisis, la disponibilidad de energía eléctrica, subestaciones eléctricas, redes de gas, plantas de tratamiento de aguas residuales, disponibilidad de agua potable y de uso industrial, redes de drenaje pluvial, sanitario y de descargas industriales así como espuelas de ferrocarril, fueron las condiciones mínimas que demandaban las empresas para establecerse en los desarrollos existentes. Pero también fueron consideradas como condiciones mínimas necesarias para construir nuevos desarrollos.

En el periodo de crisis y lenta recuperación, las condiciones se sesgan un poco hacia la urbanización industrial, en razón de que la política industrial y de parques industriales se ocupó más en urbanizar los desarrollos existentes antes de construir nuevos. Esto no significa que se dejó de equipar, más bien se estatizó dicha actividad para privilegiar dotar de mejores condiciones a estos espacios a fin de seguir fomentando la descentralización industrial mediante la ocupación de dichos parques.

Aun y con esta reorientación de la política industrial y de parques industriales, el equipamiento siguió jugando un papel determinante para propiciar la atracción de nuevas empresas, fomentar la saturación y desarrollo de los parques industriales independientemente de su tamaño, con la aclaración que aquellos mejor equipados son los más atractivos para las unidades de producción.

Lo cierto es que independientemente de las características de los parques industriales las variables que conforman el equipamiento industrial es determinante en el funcionamiento de las diferentes empresas de los parques industriales creados en México desde 1953 hasta el año 2010.

BIBLIOGRAFÍA

- AMPIP. *Los parques industriales en México*. Disponible en <http://www.ampip.org.mx/>. Consultado en enero de 2010.
- Boley, R. *Industrial districts. Principles in practice*. Urban Land Institute. Washington. 1962. Pp. 201.
- Bredo, W. *Industrial states, tool of industrialization*. International Industrial Development Center. Asia Publishing House. India. 1960. Pp. 176.
- Diamond, D. y N. Spencen. “infraestructura and regional development theories” en *Built environment*. Vol. 10. 1984. Pp 262-269.
- Garrido, Rubén. *Localización y movilidad de las empresas en España*. Fundación EOI. Madrid. 2006. Pp. 301.
- Garza, Gustavo. *Desconcentración, tecnología y localización industrial en México*. El Colegio de México. México. 1999. Pp 235.
- INEGI. *Parques, ciudades y corredores industriales de México. Resultados oportunos*. Censos económicos 1999, enumeración integral. México. 1999. Pp. 112.
- Méndez, Ricardo e Inmaculada Caravaca. *Organización industrial y territorio*. Síntesis editorial. Madrid. 1996. Pp. 154.
- NAFIN. *Directorio nacional de localización industrial*. Nacional Financiera. México. 1993. Pp. 521.
- ONUUDI. *Pautas para el establecimiento de parques industriales en los países en desarrollo*. Naciones Unidas. New York. 1979b. Pp. 87.
- Precedo, Andrés. *Nuevas realidades territoriales para el siglo XXI. Desarrollo local, identidad territorial y ciudad difusa*. Síntesis editorial. Madrid. 2004. Pp. 234.
- ProMéxico. *Localización de parques industriales en México*. Disponible en http://mim.promexico.gob.mx/wb/mim/busqueda_de_parques. Consultado en enero de 2010.
- Secretaría de Economía (SE). *Norma oficial mexicana de parques industriales, versión 2005. NMX-R-046-SCFI-2005*. Gobierno de la República. México. 2005. Pp. 12.
- SIMPPI. *Localización e infraestructura de los parques industriales en México*. Disponible en <http://www.contactopyme.gob.mx/parques/intranets.asp>. Consultado en enero de 2010.
- Stimson, Robert J., et. al. *Regional economic development. Analysis and planning strategy*. Springer editor. Germany. 2006. Pp. 287.

Turismo internacional, apertura comercial y crecimiento económico en México 1980-2005

Felipe Hernández Guerrero¹
Víctor M. González Bernal²
Francisco J. Robles Zepeda³

Introducción

El turismo como acción realizada por el turista, no se considera oficialmente como una actividad económica productiva, sino más bien, como una función de consumo; ya que al darse el desplazamiento de personas fuera de su entorno habitual por un determinado periodo de tiempo, los obliga a realizar una serie de compras de bienes y servicios antes, y durante el trayecto hacia el lugar de destino al cual se dirigen, y lo mismo será una vez que se encuentren en el lugar de destino; ello le permite al lugar de referencia, la captación de ingresos como resultado de los gastos realizado por los visitantes. (INEGI, CST. Internet. 2008)

Es de observarse, que a partir de la Segunda Reunión Mundial de Turismo celebrada en el año de 1982 en México, y tras debatir sobre sus ventajas y desventajas por sus efectos en el ámbito de la cultura y las tradiciones, al turismo se le consideró como un producto de consumo que podía y debía de ser comercializado por la cantidad de empleos e ingresos que generaba, razón por lo cual, se significaría en un motor de crecimiento para las economías en desarrollo. (Gómez. 2005).

El turismo y específicamente el turismo internacional, ha logrado adquirir en las últimas décadas una gran importancia en las diferentes economías del mundo, al grado de que después de haber sido considerado un “fenómeno coyuntural”, actualmente se le ve como un “fenómeno estructural” que ha asumido un papel protagónico en el ámbito de la economía internacional, nacional, regional y local, llegando incluso a destacar por encima de algunos de los llamados sectores económicos tradicionales, como la agricultura, la minería, la pesca y las manufacturas. (Gómez. 2006).

Fundamental para el desarrollo turístico, ha sido la existencia de vastos recursos naturales, a los cuales los economistas clásicos los asumían como factor del crecimiento económico de un país, ya que su presencia ha sido clave para que el turismo sea considerado como una actividad estratégica, para resolver problemas económicos y como una alternativa para impulsar el crecimiento económico de países en desarrollo, especialmente para aquellos que cuentan con amplias superficies costeras. (Curiel. 2004; González. 2002).

Gran importancia también, han tenido en el desarrollo y consolidación del turismo los avances científico tecnológicos aplicados a las comunicaciones, ya que han contribuido al desarrollo de modernos sistemas de reservaciones al servicio interno de las cadenas hoteleras, de las compañías aéreas y de los tour operadores, además de que los nuevos avances de software y hardware se han puesto al servicio de la producción y la distribución turística”. (Lillo et. al. 2007).

Sin embargo, es conveniente señalar, que la participación del turismo en el crecimiento de en las distintas economías, difiere de acuerdo al nivel de desarrollo que estas presentan, lo cual tiene que ver con la existencia de infraestructura física necesaria, la operación y agilización de trámites en los sistemas legales, los niveles socio-económicos y culturales del lugar, así como con el grado de integración e interrelación existente entre el turismo y otros sectores económicos. (Elías, et. al. 2003)

En el caso de México, el turismo como actividad económica importante, tiene sus orígenes en los años 50's, después de la apertura e impulso del puerto de Acapulco al mercado internacional, y con los megaproyectos turísticos generados en la década de los 70's y la conformación de los Centros Integralmente Planeados (CIP), se lleva a cabo su consolidación, proceso en el cual queda patente el esfuerzo del Gobierno Federal para llevar a cabo el desarrollo y promoción del litoral mexicano, y su participación en la creación de nuevos centros urbanos turístico-recreativos, que favorecen el crecimiento del turismo receptivo de internación. (Guevara, et. al. 2008)

Sin embargo, es de destacar que tras la firma y entrada en vigor del TLCAN en el año de 1994, y con la modificación de la Ley de Inversión extranjera en 1989 y 1993, la actividad turística en México, ha tenido un impulso bastante importante, ya que se dan las condiciones y facilidades al capital de Estados Unidos y Canadá

1 Docentes Investigadores de la Unidad Académica de Economía de la Universidad Autónoma de Nayarit. lipeacuario@hotmail.com.mx

2 Docentes Investigadores de la Unidad Académica de Economía de la Universidad Autónoma de Nayarit. vigo9@hotmail.com.mx

3 Docentes Investigadores de la Unidad Académica de Economía de la Universidad Autónoma de Nayarit. probles58@gmail.com.mx

para la realización de inversiones en los diferentes sectores de la producción en suelo mexicano. (Gómez. Ibíd. 2005)

Además la eliminación de la barreras proteccionistas y la apertura del mercado mexicano, contribuyen a que se manifieste una creciente competencia en el sector industrial, ocasionando un proceso de reorientación de ciertos grupos de inversión hacia el turismo, al cual, se le vio como una opción u oportunidad de negocio y como una manera de diversificarse y ser competitivos en esta área, la que en un principio se pensaba de “poca sofisticación tecnológica y con buenos rendimientos esperados al orientarse al mercado externo”. (Jiménez. 1998)

Es por ello, que nuestro objetivo está encaminado a analizar el comportamiento que ha tenido el Turismo Internacional en México, enfatizando en los efectos que la apertura comercial ha tenido en esta actividad, destacando a su vez su importancia en el PIB nacional, y las diferencias que en cuanto a la demanda que se han presentado entre los distintos tipos de destinos turísticos, para concluir con una propuesta de modelo explicativo para la demanda de turismo internacional en México.

Crecimiento económico, apertura comercial y turismo internacional en México

El crecimiento económico es un proceso por el cual atraviesan las diferentes economías, locales, regionales e internacionales; su principal indicador es el Producto Interno Bruto medido en términos reales, y este se identifica con la sumatoria de todos los bienes y servicios que se producen en un estado, país, región, o conjunto de países durante un periodo de tiempo.

De igual manera, el crecimiento económico es considerado como un proceso acumulativo, en el que a largo plazo el mantenimiento de mayores tasas de crecimiento de la producción se transforma en importantes mejoras de los niveles de vida de los habitantes de un país, ya que si el crecimiento de la producción se da un ritmo mayor que la población, traerá como consecuencia una mayor renta per cápita. (Cuadrado. 2006)

De acuerdo con Dornbusch et. al. (2005), la teoría del crecimiento económico trata de explicar las tasas de crecimiento observadas en promedio durante muchos años o décadas, buscando responder a preguntas como ¿por qué crecen las economías a una cierta tasa? o tratando de explicar las causas de los descalabros del crecimiento de los países? o ¿por qué razón se tiene un crecimiento nulo en los países?

En ese sentido, uno de los objetivos más importante de los teóricos de la ciencia económica se ha centrado en encontrar los factores explicativos del crecimiento, así como los mecanismos que permitan un mayor crecimiento económico de los países, los que además contribuyan a reducir las diferencias económicas que existen entre las diferentes economías del mundo. Por ello, es conveniente identificar los patrones de crecimiento en el largo plazo, los principales factores determinantes y las estrategias de política económica que han de asumir los países para acelerar sus tasas de crecimiento. (Samuelson. 1999).

Sin embargo, a pesar de los modelos que se han elaborado y, en los que se ha puesto el énfasis sobre algunos factores específicos para el análisis y explicación del crecimiento económico, ello no ha sido una cuestión fácil y simple, puesto que al interior de una economía se cuenta con una diversidad de regiones que pueden responder de manera diferente a las cambiantes circunstancias económicas y, entre una economía y otra existen diferencias sustanciales que ocasionan que los modelos elaborados para un país determinado no se ajusten a las condiciones y características de otro. (Gaviria y Sierra 2005)

Respecto a la globalización en su etapa actual, de se caracteriza por el crecimiento de los intercambios los fuertes flujos de capital, el peso que adquieren los avances científico tecnológicos, especialmente las tecnologías de la información y la comunicación y, por la movilización de las grandes empresas, lo cual conlleva a un proceso de internacionalización y homologación de los fenómenos económicos, que si bien tienen un país de origen, se extienden hacia otros lugares del mundo, tal es el caso de las crisis económicas y de la internacionalización de los procesos productivos que se ven desagregados en varias empresas y países que se especializan en una actividad específica, cuya localización les permite ventajas comparativas, así como la reducción de costos. (Montes. 2000; Vázquez. 2005)

En México, después de la crisis de Balanza de Pagos que se dio a principios de los ochenta, el presidente Miguel De la Madrid instrumentó una reforma estructural cuyos elementos más importantes fueron: la desregulación y privatización de las empresas públicas, así como la apertura de los mercados nacionales a la competencia exterior; se incorporó al país al grupo de miembros del Acuerdo General de Comercio y Aranceles (GATT) en el año de 1986, y en 1989 se aprueba un nuevo marco de regulación de las inversiones extranjeras, eliminando las restricciones a la participación del capital extranjero en un 75% de las diversas ramas de la actividad económica, lo cual se ve coronado en el año de 1994, con la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte. (Moreno et. al. 2005).

Sin embargo, de acuerdo a los datos de la OCDE, los resultados obtenidos en México han sido magros y no corresponden a las expectativas que se fijaron para llevar a cabo éste proceso; ya que en los últimos años su crecimiento ha sido relativamente pobre, no solo comparado con otros países del mundo, sino incluso comparado con otros periodos previos a la liberalización, tal como se observa en la tabla 1, pues el crecimiento promedio anual de la economía mexicana fue mayor los cinco años previos del ingreso al GATT, y comparado con periodos posteriores al TLCAN, el contraste es marcado, pues antes del GATT fue de 7.01% y después del ingreso hasta la firma del TLCAN fue de 5.21%, sin embargo, después de la firma del TLCAN apenas alcanza el 4.86% de promedio anual .

Tabla #1 México: Tasa de crecimiento promedio anual del PIB 1970-2005

1980-2005	5.47	Periodo de liberalización con GATT y TLCAN
1980-1985	7.01	Periodo de liberalización hasta antes del GATT
1985-1993	5.21	Desde el GATT hasta TLCAN
1980-1993	6.08	Periodo de liberalización y previo al TLCAN
1985-2005	5.08	Periodo de liberalización y Post GATT
1994-2005	4.86	Periodo de liberalización y Post TLCAN

Fuente: Elaboración propia con datos de la OECD Factbook 2007:
Economic, Environmental and Social Statistics - ISBN 92-64-02946-X - © OECD 2007

Contrariamente, del turismo internacional podemos afirmar sin lugar a dudas, que en ésta etapa de globalización, ha manifestado un desarrollo de grandes proporciones en el mundo, pues de acuerdo con los datos de la Organización Mundial de Turismo (OMT), para el año de 1996, los ingresos por turismo internacional representaban el 8% de las exportaciones mundiales de bienes y aproximadamente el 35% de las exportaciones mundiales de servicios, mientras que el monto de los ingresos por viajes internacionales, alcanzó un aproximado de 423 mil millones de dólares. (Citado en Elías. 2003)

Es de hacer notar el predominio que ha tenido Europa en la captación de llegadas de turistas, pues para el año 2005 esta concentró más del 50%, del total de llegadas; siguiéndole en orden de importancia las regiones de Asia-Pacífico y América, que tuvieron una participación aproximada del 20% en el total de llegadas cada una; mostrando proporciones similares en el caso de la distribución de los ingresos por este rubro. Igual de significativo es el comportamiento y la participación que ha tenido el continente Africano en el turismo internacional, pues de contar con 25 millones de llegadas en el año de 1950, manifestó un crecimiento por demás sobresaliente, al pasar a 808 millones de llegadas en al año 2005, manifestándose durante el período, una tasa de crecimiento del 6.5% como promedio anual. (Fayissa et. Al. 2007).

El turismo internacional en México

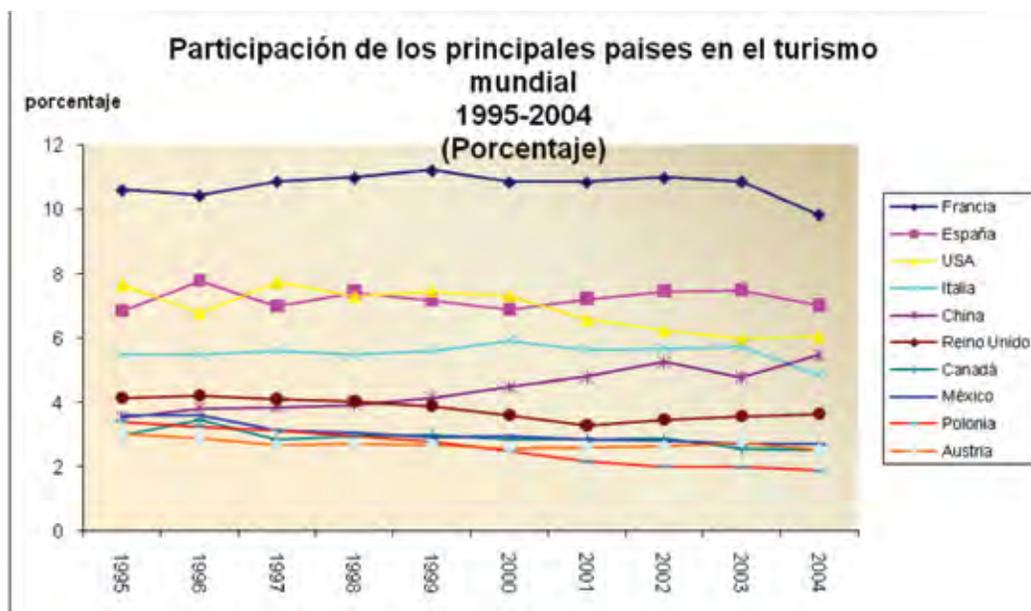
En México, la importancia y el crecimiento del turismo internacional, no difiere de la otros países, y ello obedece al efecto tan significativo que tiene en la captación de divisas, en la generación de empleos, y en la participación que este tipo de turismo ha mostrado en los saldos de la balanza de servicios y en el PIB nacional en los últimos años. (SECTUR; 2007)

Como parte de las estrategias que el gobierno mexicano ha instrumentado para el desarrollo y consolidación del turismo, destacan los apoyos a la planeación y creación de los Centros Integralmente Planeados (CIP); los estímulos a la inversión; el otorgamiento de créditos para el financiamiento de empresas turísticas (a través del FONATUR); la facilidad y apoyo legal-administrativo para la gestión de las empresas turísticas; la inversión en infraestructura básica y carretera, con la finalidad de satisfacer las necesidades y ofrecer una mejor estancia y movilidad al turista.

De mayor importancia han sido los Centros Integralmente Planeados (CIP) y las nuevas políticas turísticas instrumentadas por el gobierno federal en los últimos años, las cuales se han centrado en fuertes campañas de promoción del país, y más específicamente de las regiones y destinos turísticos que cuentan con las mejores condiciones de acuerdo a las expectativas de los turistas, ya que ello permitió, que para el año de 1997, este tipo de turismo haya alcanzado una cifra de 9,7 millones de visitantes, con lo cual México logró posicionarse entre los principales destinos turísticos a nivel mundial. Para el año 2002, México captó 19.7 millones de llegadas internacionales, y dos años más tarde, en el 2004, esta cifra se incrementó alcanzando los 20.6 millones de turistas

internacionales, logrando con ello una participación de 2.7% en el total del turismo mundial, cifra que le permite ubicarse en el octavo lugar del ranking mundial, mientras que el primer lugar fue ocupado por Francia con el 9.8% (75.1 millones) de llegadas internacionales, seguida de España con el 7% (53.6 Millones) y USA con el 6% (46.1 millones) de las llegadas internacionales. (Márquez. 2003 y SMIIT. Internet. 2009)

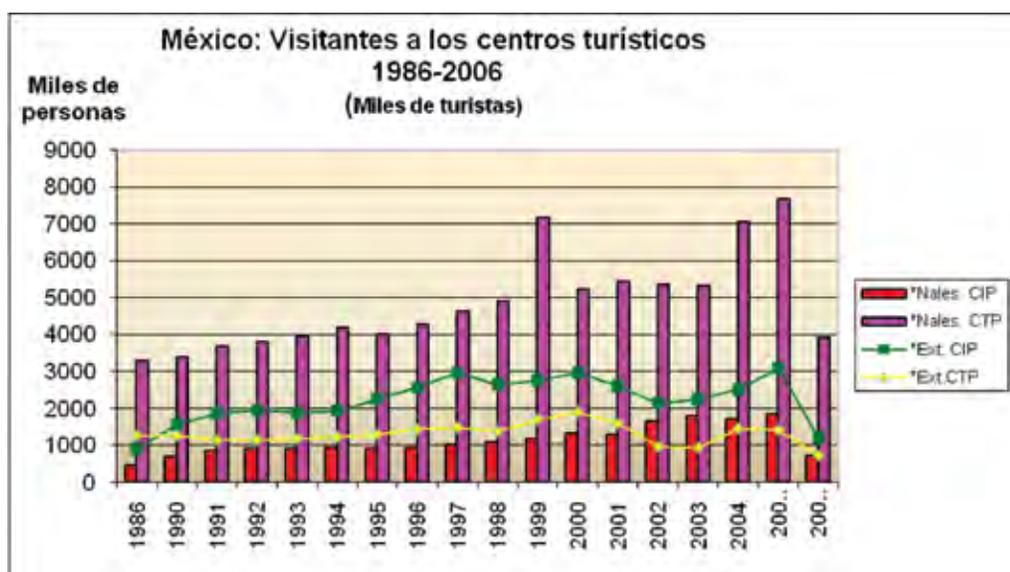
Gráfica 1. Participación de los países en el turismo mundial: 1995-2004



Fuente: elaboración propia con datos del Consejo de Promoción Turística de México S.A. DE C.V.

Es de observarse, que si bien estas estrategias han permitido resultados bastante importantes en la atracción del turista internacional, en los últimos años, este tipo de turistas tienden a concentrarse en los CIP, mientras que en los Centros Tradicionales de Playa (CTP), aún cuando se sigue presentando el turismo internacional, han quedado más como espacios destinados principalmente al turismo nacional. (Propin y Sánchez. 2007)

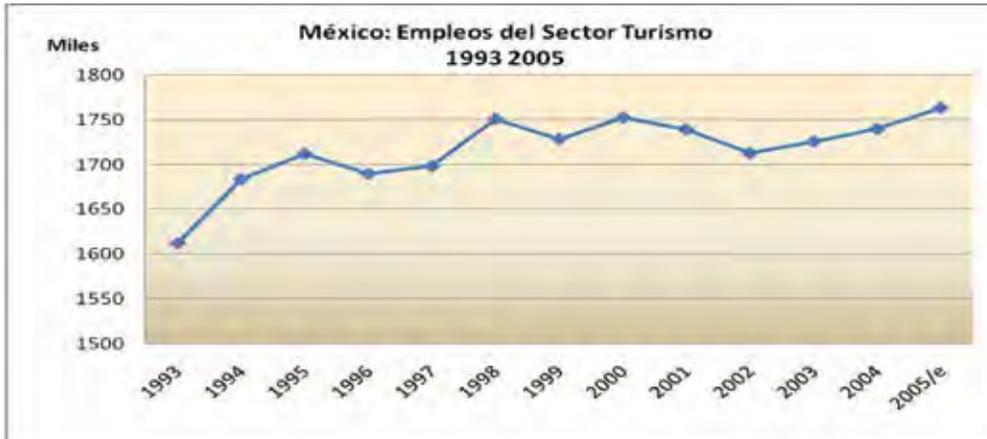
Gráfica 2. México: Visitantes por tipo de centros turísticos: 1986-2006



Fuente: Elaboración propia con datos de; Presidencia de la República, Anexo estadístico. 6° Informe de Gobierno, México, 2006.

En el año 2005 el Presidente de la República, Vicente Fox, enfatizaba que el turismo, podía ser considerado como una de las principales actividades en cuanto generación de empleos y divisas, ya que en el año 2004 había generado aproximadamente un millón 800 mil plazas formales de trabajo, recibándose más 20 millones de visitantes extranjeros, lo que significó un 10% más que en el año 2003. Además en términos de ingresos los visitantes internacionales habían ingresado al país más de diez mil millones de dólares, lo cual representaba un 15% más que en el 2003. (Presidencia de la República. 2007).

Gráfico 3. México: empleos en el sector turismo 1993-2005

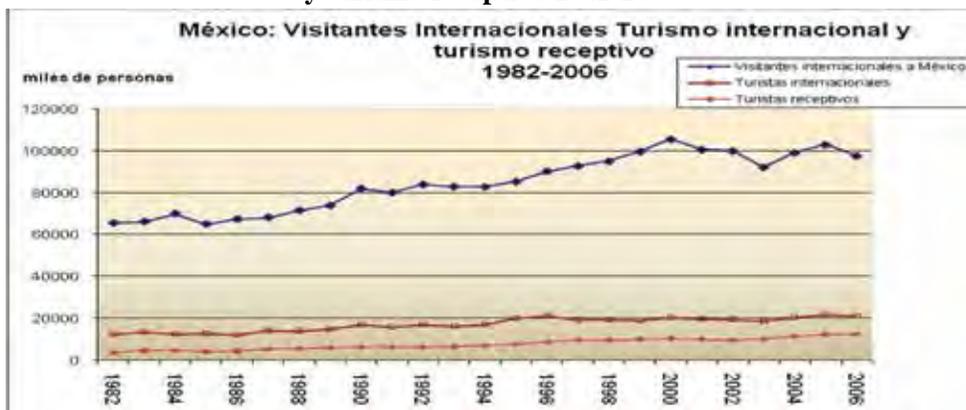


Fuente: elaboración propia con datos de; Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión Centro de Estudios de las Finanzas Públicas

De igual manera, podemos ver como las llegadas de visitantes internacionales, rubro en el cual se incluyen todos aquellos que por alguna razón ingresan al país, independientemente del medio, tiempo y lugar de permanencia, tienden a crecer durante todo el periodo de estudio; destacando el despegue significativo que se da a partir de la entrada en vigor del TLCAN; después del año 2000 se observa una caída significativa en dicha variable, esto producto de la recesión en Estados Unidos y de los atentados terroristas del once de septiembre, ya que este país, es el principal demandante de servicios turísticos para México.

Sin embargo, **aún cuando el turismo internacional es sensible a fenómenos económicos, naturales y sociales, el comportamiento de su demanda en México se ha mantenido en un crecimiento constante, y cuando se ha visto afectada, como ocurrió en el caso de los huracanes que golpearon los lugares en que se ofertan los servicios turísticos, o por los actos terroristas en los lugares donde reside la mayor proporción de su demanda, Estados Unidos (68% en el 2005, según SECTUR), ha mostrando una capacidad de recuperación positiva y de mayor rapidez que en el caso de otras actividades económicas.**

Gráfico 4. México: visitantes internacionales, turismo internacional y turismo receptivo 1982-2006



Fuente: elaboración propia con datos de www.sectur.gob.mx consultado en febrero 2007

Además, a pesar de la baja en la demanda, los ingresos de divisas internacionales no se ven significativamente impactados por los sucesos antes mencionados, pues si bien en el año 2001 se manifiesta una caída de un 4.1% en la demanda de turistas internacionales a México con respecto al año anterior, y la cual es producto de los actos terroristas en USA en el 2001, se recibieron 19.8 millones de turistas internacionales, y a pesar de la baja en la demanda turística, el ingreso de divisas por visitantes internacionales logró aumentar como consecuencia de un incremento en el gasto promedio de los turistas durante el año en mención.

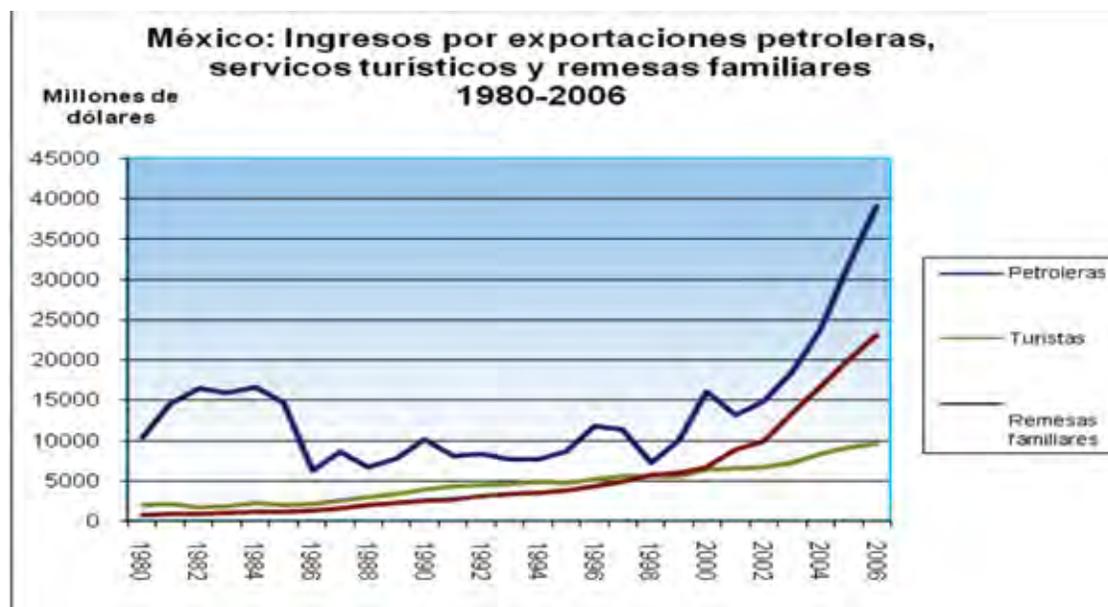
Gráfico 5. México: Gasto medio del Turismo receptivo 1980-2005



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de México

La importancia del turismo en la economía mexicana se reafirma al observar el comportamiento de los ingresos por turismo internacional, los cuales de acuerdo a los datos del Banco de México, se han ubicado, excluyendo las remesas familiares, como la tercera actividad económica en la captación de divisas, tan solo debajo de los ingresos por petróleo y manufacturas.

Gráfico 6. México Ingreso por Exportaciones 1980-2006



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de México

Además, es importante destacar que con la eliminación de las barreras arancelarias y la entrada en vigor del TLCAN, la demanda de exportaciones de turismo internacional se ha visto favorecida en gran medida, al grado de lograr un incremento sostenido y de mayores proporciones que la demanda de importaciones turísticas; hecho que permite la presencia de saldos positivos en la balanza turística, los que a su vez contribuyen a reducir los efectos negativos en la balanza de servicios y de algunos sectores productivos que presentan resultados deficitarios, en la balanza comercial.

Gráfico 5. México: saldos de cuenta corriente, de servicios y de turismo internacional.



Fuente: Elaboración propia, con datos del Banco de México

En ese sentido podemos decir que durante esta etapa de globalización, el turismo internacional en México, al igual que en otros países del mundo, es una actividad económica que se ha destacado por su gran relevancia en la generación de empleos, la atracción de capitales y la captación de divisas internacionales, además el turismo se ha extendido como una actividad económica importante por todo el país, y su importancia es mayor, cuando se observa su creciente participación en las importaciones y exportaciones de servicios, y en el Producto Interno Bruto.

Tabla 2. México: participación porcentual del turismo en el PIB nacional 1993-2005

Año	Participación del turismo en el PIB nacional
1993	8.10
1994	8.20
1995	8.40
1996	8.20
1997	8.20
1998	8.30
1999	8.40
2000	8.40
2001	8.40
2002	8.0
2003	7.9
2004	7.8
2005	7.7 ^p

Fuente: Presidencia de la República, Anexo estadístico del 6° Informe de Gobierno, México, 2006.
/p preliminar a septiembre del 2005. Consultado en internet: Mayo 22, 2008

Por lo señalado anteriormente y por su contribución al crecimiento económico, México al igual que varios países de América y del mundo, le han apostado al desarrollo, promoción e impulso del turismo internacional, llegando a considerarlo como una solución para los problemas económicos que en ellos prevalecen, razón por lo cual, ha pasado a formar parte importante de las políticas sectoriales, y en la asignación de recursos públicos para crear las mejores condiciones para su desarrollo convirtiéndose así, para el Gobierno mexicano, en una de las actividades más importantes del país. (Ramírez. 2006; Ordóñez. 2001; SECTUR, Internet. 2007).

La demanda turismo internacional en México: una propuesta de modelo explicativo

En los diferentes estudios que se han realizado sobre el turismo internacional, se parte de la premisa de que éste depende de factores de oferta y demanda y desde una perspectiva económica, las variables identificadas en los modelos explicativos como determinantes del comportamiento del turismo internacional, han sido: el Producto Interno Bruto del país de origen de los demandantes del servicio turístico; el Tipo de Cambio Real; las devaluaciones en los países en estudio y de los que son su competencia; el efecto publicidad; la realización de eventos internacionales; así como los aspectos relacionados con la seguridad, y los fenómenos naturales. De igual manera, se ha considerado como variable dependiente: los ingresos por turismo internacional; la llegada de turistas internacionales, y la participación de los ingresos de los visitantes internacionales en el PIB nacional; así mismo, se ha buscado determinar, la sensibilidad del turismo internacional ante variaciones de precios e ingresos, a través de la elasticidad precio e ingreso de la demanda. (Fayissa. 2007), (Lee et. al. 1996), (Sastre. S/F), (Zhou. 1996), (Eugenio et. al. 2004), (Ascanio. 2000), (Maroni et. al. 2007), (Ramírez. 2006), (Crouch, 1992), (Zhang y Jensen 2007), (Melián-González. 2000)

Sin embargo las variables que predominan en la historia de la investigación, desde una perspectiva de la demanda, son el precio y el ingreso, lo cual no sorprende dado el papel central de estas dos variables en la teoría de la demanda. (Crouch. *Ibíd.* 1992)

Por otro lado, en los trabajos realizados desde el punto de vista de la oferta, se destaca la gran relevancia que tiene en los flujos internacionales de turismo, aspectos tales como: la dotación de recursos naturales; la capacidad hotelera (número de hoteles y de cuartos); los productos creados, los asociados con la tecnología; la infraestructura carretera, portuaria y de servicios; así como el derrame del conocimiento internacional.

El objetivo de este trabajo, encontrar el mejor modelo explicativo e identificar las variables de mayor relevancia y medir sus efectos en la demanda internacional del turismo para el caso de México, destacando las diferencias que se manifiestan a partir de la entrada en vigor del TLCAN.

Las variables con que se trabaja son trimestrales y constantes (base 1993) para una muestra de datos que comprende el periodo de 1980 a 2006, a estas se les aplicó el logaritmo natural con la finalidad de trabajar con un modelo lineal log-log.

La herramienta de trabajo fue el programa de E views 4.1, y las principales fuentes de información fueron: INEGI, SECTUR, EL BANCO DE MÉXICO, La CEPAL y La Comisión de Estudios y Finanzas de la H Cámara de Diputados.

A través del método de mínimos cuadrados se procedió a evaluar la relación y los efectos de las variables explicativas en las exportaciones de turismo internacional durante el periodo 1980 – 2006; para evaluar la demanda de turismo internacional, se tomo como variable dependiente el número de Visitantes Internacionales a México (LVISIT) , y después de analizar su correlación con las variables: Producto Interno Bruto de Estados Unidos (LPIBUSA), Tipo de Cambio Real (LTCR) y con la Inflación en México (LINF), dichas variables se tomaron como variables explicativas en la elaboración del modelo.

Considerando que la estacionalidad de la demanda, puede tener un efecto significativo en la demanda de turismo internacional, ya que el turismo si bien es una actividad económica importante para el país, se ha destacado como uno de sus principales problemas su estacionalidad. (García y Calle. 2006)

Por ello se incorporó al análisis, las variables Dumies D1, D2, D3 y D4 las cuales representan cada uno de los trimestres del año.

El mejor modelo explicativo para las variaciones de la demanda de turismo internacional (LVISIT) para el periodo de 1980-2006, es el que considera como variables explicativas, (LPIBUSA), (D4), y (LVISIT-1).

Dependent Variable: LVISIT
 Method: Least Squares
 Date: 03/08/10 Time: 19:21
 Sample(adjusted): 1980:2 2006:4
 Included observations: 107 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LPIBUSA	0.175087	0.043805	3.997002	0.0001
LVISIT(-1)	0.724387	0.063210	11.46003	0.0000
D4	0.062474	0.008491	7.357436	0.0000
C	-1.238266	0.454895	-2.722095	0.0076
R-squared	0.951861	Mean dependent var		9.935923
Adjusted R-squared	0.950459	S.D. dependent var		0.167219
S.E. of regression	0.037219	Akaike info criterion		-3.707309
Sum squared resid	0.142684	Schwarz criterion		-3.607390
Log likelihood	202.3410	F-statistic		678.8785
Durbin-Watson stat	2.179186	Prob(F-statistic)		0.000000

Como se puede observar las tres variables son significativas, tienen un coeficiente positivo, la probabilidad de que su coeficiente sea cero o de ser rechazado siendo diferente de cero, es de cero; el valor de sus coeficientes es 0.1750 para LPIBUSA, 0.7243 en el caso de LVISIT-1, en tanto que a D4 el valor que le corresponde es de 0.0624; lo que significa que ante una variación positiva en una unidad de cualquiera de las variables explicativas, la variable dependiente LVISIT crecerá en el valor del coeficiente que le corresponde a cada una de ellas.

Por otro lado al considerar el coeficiente de regresión o sea la R^2 , el modelo nos indica que estas variables explican en un 95.18 % las variaciones de la Demanda Internacional de Turismo.

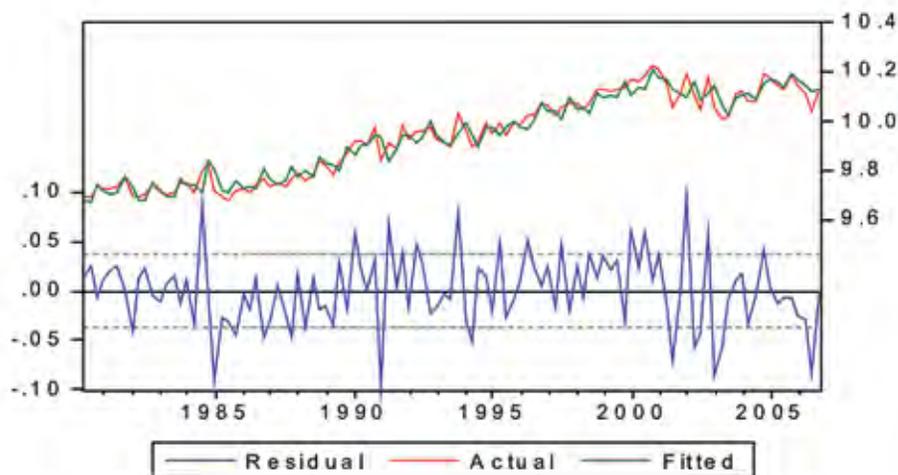
Por lo tanto la ecuación nos quedaría de la siguiente manera:

$$LVISIT = C(1)*LPIBUSA + C(2)*LVISIT(-1) + C(3)*D4 + C(4)$$

Sustituyendo los coeficientes sería:

$$LVISIT = 0.1750867601*LPIBUSA + 0.7243867663*LVISIT(-1) + 0.06247388446*D4 - 1.238266479$$

Enseguida se puede observar como las líneas que representan los gráficos de los datos reales y los ajustados a través de la regresión, casi se integran en su totalidad, y a través del gráfico de los residuales se puede ver los periodos en los cuales se manifiestan situaciones anormales.



Con la finalidad de ver la probabilidad de omitir alguna variable relevante en el modelo, se aplicó la prueba correspondiente a las variables Tipo de Cambio Real (LTCR) y de la Inflación en México (LINF).

Omitted Variables: LTCR			
F-statistic	1.042623	Probability	0.309628
Log likelihood ratio	1.088180	Probability	0.296875
Omitted Variables: LINF			
F-statistic	0.037304	Probability	0.847232
Log likelihood ratio	0.039125	Probability	0.843201

Los resultados de las pruebas realizadas, nos lleva a concluir que el TCR, y la Inflación, no ejercen un efecto significativo en la demanda de exportaciones de turismo internacional durante el periodo de 1980 al 2006, por lo que podemos afirmar que en el caso de México, la apreciación o depreciación del peso no ha sido factor determinante de cambios drásticos en la demanda de turismo internacional, lo cual significa que el turismo es poco sensible a los cambios en el TCR para el caso de México.

Debido a que uno de los propósitos de este trabajo es identificar los posibles cambios de los efectos de la apertura comercial en la demanda internacional de turismo se procedió a realizar la prueba de Chow que nos indique la posibilidad de un cambio estructural a partir del año de 1994, que es cuando entra en vigor el TLCAN, y los resultados nos muestran que esto no es así, ya que la probabilidad es aproximadamente del 60%; sin embargo en el caso de los actos de terrorismo del 11 de septiembre en USA, al aplicar la misma prueba, los resultados nos arrojan una probabilidad prácticamente de cero, que demuestra que en este punto si se da un cambio estructural.

Chow Breakpoint Test: 1994:1			
F-statistic	0.655757	Probability	0.624196
Log likelihood ratio	2.798092	Probability	0.592162
Chow Breakpoint Test: 2001:3			
F-statistic	4.200594	Probability	0.003490
Log likelihood ratio	16.77389	Probability	0.002139

Conclusiones

Los resultados obtenidos nos llevan a concluir que el PIB de los países de origen de la demanda, es una variable determinante en el comportamiento de la demanda de servicios turismo internacional para el caso de México, tal como resultó en la mayoría de los estudios citados; sin embargo, los precio relativos medidos en términos del TCR, aún cuando expresan una relación inversa con la demanda de turismo internacional, no son significativos, lo que se puede apreciar en la existencia de un periodo prolongado de control y apreciación del peso con respecto al dólar, hecho que no incide en la caída de la demanda de turismo, contrario a los trabajos realizados por; Lee, et. Al. (Ibíd.), Sastre (Ibíd.), Ascanio (Ibíd), Maroni, et. Al. (Ibíd.), Crouch (Ibíd.), y Zhang y Jensen(Ibíd.).

En el caso de los eventos especiales que se integran en algunos de los modelos como Dumies, podemos observar que de los eventos como; el terremoto de 1985, las crisis petroleras, el mundial de futbol de 1986, y la incorporación al GATT y al TLCAN, entre otros, solo los actos terroristas en el lugar de origen de la demanda (USA), han sido factor para una variación significativa (en este caso negativa) de la demanda internacional de turismo, y sin embargo esto no se manifiesta en términos de ingreso, debido a que se observa un aumento en el gasto promedio del turismo.

Es importante destacar, que dentro del periodo considerado para el análisis, se presentaron en el país y en el ámbito internacional fenómenos naturales, económicos y otros sucesos importantes, tal es el caso de: Las crisis Mexicanas (1982, 1986,1995); las recesiones Norteamericanas; el control y apreciación de la moneda por periodos de tiempo prolongados; el terremoto en la Ciudad de México en el año de 1985; los asesinatos del Cardenal Posadas Ocampo, del ex candidato a presidente de la República L.D. Colosio, del ex gobernador de Guerrero y Srío. General del Partido Revolucionario Institucional Fco. Ruiz Massieu, y el levantamiento del Ejército Zapatista de Liberación Nacional, en los años de 1993 y 1994; los embates del terrorismo a USA en 2001;

así como los Huracanes Wilma, Kena y Gilberto; hechos que a su vez tienen que ver con la decisión de los turistas internacionales para seleccionar a México como su destino turístico.

Sin embargo, y a pesar de todos los problemas que se suscitaron en el periodo de estudio, México mantuvo un crecimiento constante en las preferencias turísticas, principalmente en las del país vecino; lo cual corrobora el hecho de que la actividad turística ha manifestado una gran capacidad de recuperación, además de un significativo crecimiento, y a su vez se ha convertido en una actividad que ha contribuido a la solución de problemas económicos y al crecimiento del PIB del país de manera permanente, razón, por la cual, se le sigue considerando como una actividad fundamental para el país, y se le ha dado cada vez mayor importancia en las políticas económicas

Observaciones

Se ha sobreestimado la importancia del sector turístico como actividad económica generadora de empleos y divisas, ignorándose o minimizando sus impactos socio-demográficos y medio ambientales, de igual manera se ha omitido el hecho de que la sobre atención a esta actividad, ha sido factor para la distracción de recursos económico y financieros por parte de los Gobiernos nacionales en beneficio del gran capital nacional e internacional, en lugar de haberse orientado a resolver problemas sociales prioritarios en otros espacios o regiones, o de igual manera, destinarse a otros sectores de la producción que han sido relevantes o podrían haber manifestado mayores efectos positivos en la economía mexicana.

Se minimiza la importancia de la inversión pública en publicidad, infraestructura básica y de servicios, carretera y portuaria, la que ha sido determinante y detonadora para la atracción de la inversión privada nacional y extranjera en ciertos estados, regiones o centros turísticos, así como para el crecimiento de la oferta turística, específicamente, en la modalidad de sol y playa; ya que este tipo de inversión, ha sido y sigue siendo un factor importante en el crecimiento y desarrollo de ciertos destinos turísticos y está más orientada a satisfacer las exigencias de seguridad y comodidad de los visitantes internacionales, que las necesidades de los residentes originarios del lugar.

Finalmente, y de acuerdo con algunos autores, el TLCAN se firmó con el objetivo de tener un mejor acceso a los mercados, a la tecnología y a conocimientos técnicos de los otros miembros del bloque, sin embargo, se sigue manifestando una fuerte dependencia hacia Estados Unidos de América (USA), la cual se expresa en el hecho de que en México la participación de las exportaciones hacia éste país se vio incrementada de un 64% en el año de 1980, a un 89% para el año 2000, mientras que las importaciones provenientes de USA a México se vieron incrementadas de un 61% a un 73% en el mismo periodo, y los beneficios se han orientado a las empresas extranjeras, en su mayoría ensambladoras que se instalan en México que requieren de mucha mano de obra, como es el caso de maquiladoras o las empresas norteamericanas importadoras de materias primas y componentes de sus procesos de producción. (Carbough. 2004; Pacheco et, al. 2004).

Bibliografía

1. Ascanio Guevara Alfredo. (2000) "Turismo: evaluación de la demanda turística internacional hacia Venezuela".
<http://www.geocities.com/aascanio2000/Mi.ogina.html> Pp.1-7 consultado 18 de marzo de 2008 www.monografias.com
2. Carbough Robert J. (2004) "Economía Internacional". 9a. Edición Edit. Thompson México. Pp. 543.
3. Crouch Geoffrey I. (1992) "Effect of income and price on internacional tourism". (University of Calgary, Canadá) *Annals of Tourism Research*, vol. 19 pp. 643-664 Pergamon Press USA.
4. Cuadrado Roura Juan R. (2006) "Política económica: elaboración, objetivos e instrumentos". Edit. Mc Graw Hill interamericana de España, S.A.U. España. pp.476
5. Curiel Gutiérrez Carlos. (2004) "Características del pensamiento clásico y su vigencia". en; *Teoría Económica: un abordamiento de las escuelas fisiocrática, mercantilista y clásica*. Coordinador Ramón Martínez E. edit. Centro de Estudios para el Desarrollo Nacional (CEDEN) S.C. México. pp. 201-217
6. De la O Barroso G. María y Flores R. David. (2006) "La competitividad internacional de los destinos turísticos: del enfoque macroeconómico al enfoque estratégico". *Cuadernos Turísticos No. 17* Universidad de Murcia Madrid España. pp. 7-24
7. Dornbusch R., Stanley Fischer, Richard Startz. (2005) "Macroeconomía" 9a. Edición Edit. Mc Graw Hill México. Pp. 678
8. Elías Silvina, Fernández M.R., Legnini Claudia. (2003) "Impacto del Turismo: Un análisis sectorial empírico" Departamento de Economía. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca.

9. Eugenio Martín Juan Luis, Martín Morales Noelia, and Scarpa Ricardo. (2004) "Tourism and Economic Growth in Latin American Countries: A Panel Data Approach". *NOTA DI LAVORO* 26 February 2004 Fondazione Eni Enrico Mattei NOTE DI LAVORO SERIES INDEX : http://papers.ssrn.com/abstract_id
10. Fayissa Bichaka, Nsiah Christian and Tadasse Badassa (2007) "The Impact of Tourism on Economic Growth and Development in Africa" Department of Economics and Finance, Middle Tennessee State University. Working Paper Series USA August PP.1-21
11. García Hernández María y de la Calle Vaquero Manuel. (2006) "Turismo en el medio rural: conformación y evolución de un sector productivo en plena transformación. El caso del valle del Tiétar (Ávila)". *Cuadernos de turismo* No. 17 Universidad de Alicante. España, Madrid. pp. 75-101
12. Gaviria Ríos M.A. y Sierra Sierra H.A. (2005) "Lecturas de Crecimiento Económico Regional Grupo Crecimiento económico y desarrollo". Universidad Católica de Risaralda Colombia. Edición a texto completo en www.eumed.net/libors/2005/mgr/ ISBN 84-689-4270-7 Registro 05/73178
13. Gómez Nieves Salvador (2005) "El desarrollo turístico imaginado; ensayos sobre un destino mexicano de litoral". U de G. CUCEA Departamento de Turismo, Recreación y Servicios. México. pp. 125
14. González Rubiera Sergio E. (2002) "Turismo, beneficio para todos". Edit. S XXI. Gobierno del Estado de Quintana Roo, Universidad de Quintana Roo y UNESCO. Quintana Roo México pp. 89
15. Guevara Ramos Rosana, Molina Sergio y Tresserras Jordi. (2008) "Hacia un estado de la cuestión en investigación turística". Universidad Juárez Autónoma de Tabasco pp. 68
16. Jiménez Alfonso. (1998) "Desarrollo turístico y sustentabilidad: el caso de México". Ed. Porrúa México. dzibanche.biblos.uqroo.mx/Cursos_linea/.../Otono2001/EICasoMexico.htm consultado 18 julio 2007.
17. Lee Choong-Ki, Var Turgut, W. Blaine Thomas. (1996) "Determinants of inbound tourist expenditures". *Annals of tourism and research* No. 21 vol. 24 Great Britain 1996 PP. 527-542
18. Lillo Bañuls Adelaida, Ramón Rodríguez Ana Belén y Sevilla Jiménez Marín. (2007) "El capital Humano como factor estratégico para la competitividad del sector turístico". *Cuadernos de turismo* No. 19 Pp. 47-69 Universidad de Alicante Departamento de análisis económico aplicado. España, Madrid.
19. Melián González Arturo y Juan Manuel García Falcón. (2003) "Competitive potential of tourism in destinations". *Annals of Tourism and Research* Volume 30 Great Britain Julio 2003 Pp. 720-740
20. Maroni, Mastrocello y montefiore. (2007) "Efectos de cambios en el tipo de cambio real bilateral en las exportaciones de turismo" pp. 54 S./F. Consultado en Internet 20 de agosto de 2007 Edit. Eumed.net
21. Márquez Ayala David. (2004) "El turismo Mundial en 2003" *Vector económico* 16 de febrero 2004, www.vectoreconomico.com.mx consultado en marzo 2008
22. Moreno Brid J.C., Juan Carlos Rivas Valdivia y Pablo Ruíz Nápoles. "La economía mexicana después del TLCAN". (2004) *Revista Galega de Economía* Vol. 14, Núm. 1-2; PP. 1-20, ISSN 1132-2799
23. Ordóñez Martha. (2001) "El turismo en la economía ecuatoriana: la situación laboral desde una perspectiva de género". Naciones Unidas. CEPAL. Santiago de Chile. pp.64
24. Pacheco Penélope-López and Thirlwall A.P. (2004) "Trade liberalisation in México: Rhetoric and reality". *Studies in economics* 0403, Department of Economics University of Kent 2004. Pp 32
25. Propin Frejomil Enrique Y Sánchez Crispín Álvaro. (2007) "Tipología de los destinos turísticos preferenciales en México". *Cuadernos de Turismo* No. 19 (2007) pp.147-166 Universidad de Murcia. Madrid, España
26. Presidencia de la República (2005). "El Presidente de la República llevó a cabo la clausura del XXX Tianguis Turístico 2005". 13 de abril 2005. fox.presidencia.gob.mx/actividades/crecimiento/?contenido=17650 Consultado 9 de octubre 2007
27. Ramírez Hernández Javier Jesús. (2006) "Actividad económica del sector turístico mexicano: situación actual, tendencias y cointegración". *Aportes*. Facultad de economía BUAP. Año XI; números 31-32 enero- abril y mayo-agosto México. PP 90-106
28. Samuelson/Nordhaus. (1999) "Economía" Edit. Mc. Graw Hill, Interamericana de España, Madrid. XVI edición. PP. 771
29. Sastre Jiménez Luis. (s/f) "Ingresos por turismo e inversión extranjera en inmuebles: un modelo simultáneo". Departamento de Análisis Económico UNED Madrid. Pp. 1-38
30. SECTUR (2006) "Visitantes Internacionales hacia México, el Turismo de internación 2000-2005". Secretaría de Turismo. Dir. Rodolfo Elizondo Torres. México. Pp. 14

31. UNEP. *Economic impacts of tourism: United Nations Environment Programme* www.unep.org/pc/tourism/home.htm consultado el 18 de enero de 2008
Universidad de Murcia Madrid España.
32. Vázquez Barquero Antonio. (2005) “Las nuevas fuerzas del desarrollo”. Edit. Bosch Madrid España. PP. 172 ISBN: 84-95348-16-0
33. Zhang Jie y Jensen Camilla.(2007) “Comparative advantage explaining tourism flor”. *Annals of tourism research*, vol. 34 No. 1 PP. 223-243, Printed Great Britain.
34. Zhou Deying Et, al. (1996) “Estimating economic impacts from tourism”. *Annals of tourism and research* vol. 24 No. 1, pp.76-88 Gran Britain.

Referencias electrónicas

1. INEGI-SECTUR Cuenta Satélite del Turismo 1998-2003 Metodología Sistema de cuentas nacionales de México. www.inegi.gob.mx.
2. www.sectur.gob.mx/wb2/sectur/sect_8449.
3. www.esmas.com/noticierostelevisa/mexico/421077.html - 20k.
4. www.cefp.gob.mx.
5. www.siiimt.com Consejo de promoción turística de México S.A. de C.V.

Inversión extranjera directa y encadenamientos de las empresas domésticas en la industria automotriz mexicana.

Nube Rodríguez Cruz
Omar Neme Castillo

Resumen

Un aspecto de interés del comercio internacional es la IED y los beneficios esperados para las economías receptoras como la generación de encadenamientos productivos. El objetivo de este trabajo es determinar si la IED en ensamble tiene algún efecto en variables económicas (producción, ventas, empleo e IED) de la clase de autopartes. Para ello se emplea una metodología de series de tiempo. Se concluye que la IED en ensamble tiene débil influencia en la creación de encadenamientos, ya que la nueva organización mundial de la industria automotriz deja pocas oportunidades para la incorporación de las empresas domésticas de autopartes.

Abstract

One aspect of interest of international trade is FDI and its expected benefits for host economies as the generation of productive chains. The aim of this paper is to determine whether FDI in assembly sector has an effect on economic variables (production, sales, employment, and FDI) on the auto-part sector. For this, it is used a time series methodology. It is concluded that FDI in assembly has a weak influence on the creation of linkages, because global organization of automotive industry leaves few opportunities for the incorporation of domestic auto-parts companies.

Palabras clave: IED, encadenamientos productivos, industria automotriz.

Key words: FDI, productive chains, automotive industry.

1. Introducción

En las últimas décadas el gobierno mexicano ha aplicado políticas económicas de atracción de inversión extranjera directa (IED) como estrategia para el crecimiento económico, pues se considera que trae beneficios como procesos de producción avanzados, nuevas formas de organización, internacionalización de empresas, creación de empleos, utilización de nuevas ideas y tecnologías (Druténit, 2004), desarrollo de capacidades productivas, aumento de exportaciones y mayor valor agregado de empresas nacionales.

En particular, Dunning y Narula (2004) plantean la generación de encadenamientos productivos de empresas nacionales con transnacionales (ET). Esta integración puede darse ya que, de acuerdo a los modelos de fragmentación de la producción, diferentes etapas de la producción pueden realizarse en diferentes países, por lo que la cadena de producción estaría conformada por filiales de ET o por la contratación de terceros (Sotomayor, 2009). La inserción de las empresas domésticas en las cadenas internacionales de producción depende de las capacidades tecnológicas que éstas, como proveedoras, cuenten para cumplir los requisitos de producción exigidas por ET (Dunning, 1995). Solo aquellas con capacidades pueden insertarse en alguna etapa de la cadena de producción.¹

De esta manera, la industria automotriz ha sido clave en la modernización e integración de México en la economía mundial por medio de la IED (Dussel, 2003). Además, con la firma del TLCAN se consolidaron las bases para un mayor flujo de IED, que permitió aumentar la capacidad productiva de ensambladoras y posibilitó el aumento de la demanda de productos intermedios a proveedoras nacionales de autopartes impulsando, aparentemente, el empleo, producción, ventas y exportaciones. Sin embargo, estos encadenamientos han estado limitados dada las diferencias tecnológicas entre proveedoras y ensambladoras, las que firman contratos solo con proveedores que cumplan exigencias de calidad, cantidad y tiempo, para mantener así una cadena de producción internacional competitiva.

¹ La inserción de empresas nacionales en la cadena productiva de ET, también depende de las decisiones de la matriz respecto su estrategia de desarrollo, pues busca garantizar la estabilidad de los flujos comerciales entre subsidiarias, la protección de ventajas industriales y el control del proceso de producción (Dunning y Narula, 2004). Asimismo, en un contexto de baja competitividad de la industria local hacia la que fluye IED, esta inversión puede desplazar y no incorporar a empresarios nacionales; al tiempo que eleva la concentración económica y por tanto, puede no crear vínculos con el sector productivo nacional.

Lo anterior se aprecia en la baja participación en la cadena de producción del sector autopartes nacional respecto a la generación del valor en el sector automotriz. De acuerdo con la CEPAL (2009) los proveedores abastecen componentes y sistemas que constituyen 70% del valor de un vehículo; mientras que para el caso mexicano esa participación es de 25%, evidenciando los limitados encadenamientos. En vista de lo anterior, este trabajo analiza el comportamiento del sector de autopartes nacional en función de la IED en ensamble, para determinar si esta inversión generó encadenamientos productivos durante 1999-2008, medidos en términos de producción, ventas, empleo e IED en autopartes.

El resto del documento se estructura en tres apartados. En el primero se revisan brevemente aspectos teóricos relacionados con los determinantes de la IED y con la integración productiva, que explican la organización de las ET en diferentes países. La sección dos describe los antecedentes y situación actual de la industria automotriz mexicana. En el tercero se realiza el estudio econométrico que explica la relación de IED en ensamble con la actividad económica del sector de autopartes. Por último se presentan las conclusiones.

II. IED y encadenamientos productivos: algunos aspectos teóricos

Para las ET la participación en nuevos mercados derivada de las políticas de liberalización comercial y desregulación de la IED en varios países, lo que significa más opciones para determinar dónde invertir productivamente. Al respecto, **Dunning (1995)** explica las estrategias de localización en el ámbito internacional.² Brevemente, señala que las ET buscan factores productivos a costos menores en economías extranjeras que les permitan explotar directamente alguna ventaja (tecnológica); por lo que en general, realizan una inversión de tipo vertical caracterizada por orientarse a la exportación y al abastecimiento de insumos. Partiendo de este enfoque, se acepta que la ET poseen tecnología y habilidades superiores, ya que una empresa invierte en el extranjero solo si tiene una ventaja sobre las empresas nacionales. Por tanto, se espera que las filiales de las ET compitan con éxito con las empresas locales, las cuales pueden tener un conocimiento superior del mercado local pero en general disponen de menos ventajas de propiedad que sus contrapartes extranjeras.

Cuando las ET internalizan su ventaja de propiedad, también deciden la estructura de la cadena de producción, que puede limitarse a una filial o integrar a empresas nacionales. En este sentido, **Narula y Marín (2005)** señalan que para que se establezcan relaciones proveedor-comprador entre firmas nacionales y extranjeras, se deben considerar dos factores: la actividad de las ET y la capacidad de absorción de las empresas nacionales. El primero se considera ya que la naturaleza de la IED influye en la brecha tecnológica. Esto se refiere a la forma en que se organiza la ET, es decir, la estrategia global que aplica, lo que determina la conformación de la cadena de valor operada desde el extranjero garantizando un abasto competitivo y confiable a lo largo de la cadena. Respecto al segundo, **Dunning y Narula (2004)** señalan que no hay aprendizaje libre, es decir, las empresas nacionales deben contar con activos y tecnología necesarios para beneficiarse de la IED; pues la ET no están interesadas en promover el desarrollo económico del país a donde se instalan y lo último que desean es que la tecnología y estrategias de negocio que las hacen competitivas sean copiadas. En otras palabras, los efectos secundarios dependen de la capacidad de absorción de las empresas nacionales. Sin un mínimo de conocimientos tecnológicos, las empresas locales no pueden integrarse a la red internacional de las ET.³

De este modo, uno de los efectos de la IED de mayor relevancia es la creación de encadenamientos productivos con empresas domésticas, esto es, vínculos comprador-vendedor.⁴ Los encadenamientos son reforzados por vínculos derivados de la capacitación e instrucción a proveedores locales, subcontratistas y clientes; permitiendo la transferencia de tecnología, acceso a mercados y fomento de la competitividad (**Narula y Marín, 2005**).

De esta manera, una vez que la empresa ha decidido instalarse en cierto país hay dos tipos de integración productiva que puede realizar: la primera se refiere a la división de la producción en etapas secuenciales en diferentes países, que de acuerdo a Bajo (1991) es el contenido importado de la producción que se exporta, caracterizado por adquisición de materia prima para aprovechar economías de escala. La segunda es la integración horizontal (**Markusen y Venables, 1999**), que comprende la producción en el exterior de un bien diferenciado que también se produce localmente.

2 Para un estudio detallado de la IED, en lo referente a sus determinantes, beneficios, etc. desde diferentes perspectivas teóricas véase **Dunning (1993)**.

3 **Narula y Marín (2005)** plantean que solo las empresas que inviertan en la capacidad de absorción se beneficiarán de la presencia de ET.

4 Estos encadenamientos pueden ser hacia atrás mediante la relación proveedor comprador de materias primas, componentes, servicios y hacia delante mediante ventas a industrias de productos intermedios o finales, con la incorporación de las empresas locales (**CEPAL, 2000**).

En este sentido, **Kierzkowski (2001)** señala que la fragmentación internacional de la producción es la segmentación de la cadena productiva, en donde las actividades de cada eslabón son realizadas en diferentes países, independientemente de si se trata de una relación entre firmas pertenecientes a la ET o se contraten servicios de terceros. De este modo, las cadenas consisten en una serie de eslabones relacionados con la producción de la materia prima, manufactura, distribución y ventas; comprendiendo importantes segmentos de un delimitado número de empresas interdependientes. Si la ET compra productos intermedios a empresas locales entonces, éstas estarán dentro de la cadena de producción.⁵

Por otro lado, existe una limitada evidencia empírica respecto a la relación entre IED y encadenamientos productivos a nivel industrial. No obstante, **Gaorg y Greenaway (2003)**, en un estudio de 40 ET, analizan la relación de éstas con las empresas locales. Reportan resultados positivos y significativos en 19 de ellas, la mayoría en países desarrollados. En el 30% de los casos encontraron una relación comprador-proveedor de las ET con empresas locales. **Atallah (2006)**, señala que las relaciones proveedor-comprador que las ET establecen con firmas locales tienen efectos en las ventas y en la mejora de la productividad de estas últimas en Colombia durante 1995-2000.

En contraste, **Stancik (2007)** que analiza el efecto de la IED en las ventas de las empresas domesticas de la Republica Checa, a partir de datos de panel a nivel de rama industrial en 1995-2003; encuentra que los inversores extranjeros contribuyen negativamente al crecimiento de las compañías locales y que por tanto no hay encadenamientos productivos. Finalmente, **Smarzynska (2003)**, en un análisis sectorial en Lituania para 1996-2000, relaciona el nivel de productividad de las empresas locales con la IED; encuentra una correlación negativa de la presencia de ET en la misma industria y una relación ambigua respecto a la producción de las firmas domésticas con la entrada de IED.

III. Industria automotriz Mexicana e IED

La industria automotriz ha sido un elemento clave en la estrategia de integración de México en la economía mundial mediante la atracción de IED. Los cambios en la industria automotriz mundial y el papel del gobierno mexicano desde el nacimiento de la IAM han sido fundamentales para el desarrollo de la misma. Así, para estimular el establecimiento de plantas ensambladoras en México, además de Ford Motor Company (establecida en 1925), se publica un decreto que rebajó las tarifas de importación en 50% y estableció la exención fiscal a las empresas en el país (**Brown, 2005**). Así, en 1935 General Motors se establece en el país, y en 1938 Chrysler. En los siguientes 15 años se instalaron dieciocho empresas extranjeras.⁶ Durante este periodo, todas las autopartes se importaban limitando la demanda de materias primas nacionales (**De la Garza, 2005**). Este hecho motivó la promulgación de diferentes decretos buscando que la industria terminal incluyera autopartes mexicanas (**Carrillo, 1987**). La protección al sector autopartes por medio de porcentajes de contenido nacional generó bases incipientes para encadenamientos de empresas nacionales con ET.

Sin embargo, dada la necesidad de eficiencia en la producción y la apertura comercial, el gobierno estableció una reducción en el contenido nacional de autopartes. Así, en los decretos de 1989, se permitió a las ensambladoras importar vehículos nuevos siempre que mantuvieran una balanza comercial equilibrada. Adicionalmente, la industria automotriz se reestructuró para enfrentar la competencia japonesa en el mercado estadounidense, por lo que las filiales de EU iniciaron un proceso de desintegración vertical y racionalización del abastecimiento reduciendo el número de proveedores y demandando un servicio integral a proveedoras transnacionales en México o de empresas nacionales.⁷

5 El fomento de los encadenamientos productivos, en este caso, de las ET con las nacionales, depende de distintos factores, entre otros, el apoyo de ferias locales e internacionales en donde se de impulso a asociaciones de negocios orientados a encadenamientos por medio de redes de empresas medianas y pequeñas, apoyo de instituciones gubernamentales, de las instituciones de educación, las cuales pueden contribuir a la agrupación y subcontratación potencial con las transnacionales (**Dussel, 1997**).

6 De acuerdo con Middlebrook (1991) estas empresas transnacionales son: Ford Motor Company, S.A (1925), Automotriz O Farril S.A. (1935), General Motors S.A. de C.V. (1935), Fabricas Automex, S.A. (1938), Automotriz de México, S.A. (1941), Automotriz Lozano S.A. (1944), International Co. México, S.A. de C.V. (1944), Equipos Automotrices, S.A. (1945), Armadora Mexicana S.A. (1945), Willis Mexicana, S.A. (1946), Automoviles Ingleses S.A. (1946), Diesel Nacional, S.A. (1951), Autos Packard, S.A. (1951), Studebaker Packard de México S.A. (1953), Representaciones Delta, S.A. de C.V. (1953), Volkswagen Mexicana S.A. (1954), Planta Reo de México S.A. (1955), Industria Automotriz, S.A. (1958).

7 La transformación de la IAM se dio principalmente en la década de los 80 que obligó a las ensambladoras en México a promover el establecimiento de proveedores independientes, localizados cercanamente y con capacidad en cuanto a las especificaciones contratadas, propiciando clusters automotrices.

La orientación hacia los mercados de exportación se consolidó con el TLCAN donde se fijó en 50% el contenido mínimo en la manufactura de vehículos durante los primeros cuatro años y 0% para 2004. Esta disminución en las tarifas de importación provocó que la presencia de las empresas de autopartes nacionales como proveedoras se redujera. Las empresas terminales establecen con proveedores internacionales alianzas o coinversiones para evitar la dependencia de proveedores exclusivos (Brown, 2005). Desde 2004 las ensambladoras no están obligadas a incorporar autopartes nacionales, provocando que las firmas locales se asociaran, vendieran o cerraran sus plantas deteriorándose aún más la oportunidad de insertarse en la cadena internacional.

Por otro lado, la IAM se divide en terminal y en autopartes. En donde las empresas líderes de la cadena son las ensambladoras integrada por siete empresas: Chrysler, Ford, General Motors, Nissan y Volkswagen, que concentran el 94% de la fabricación en el 2008; el resto corresponde a Honda y Toyota (AMIA, 2009). En ese mismo año existían 20 plantas de ensamble, alrededor de 2 mil fábricas de partes y componentes, 345 en el primer nivel.⁸ El 70% de las proveedoras eran extranjeras, principalmente estadounidenses (CEPAL, 2009).⁹ Las empresas de autopartes con capital extranjero tienen una mayor capacidad para innovar y así una mayor seguridad contractual con las ensambladoras; son de mayor tamaño y pertenecen a sistemas internacionales de producción integrada de ET (como Delphi o Visteon), con tecnología propia, y fueron invitadas a México (Mortimore, 2005). Los proveedores de segundo y tercer nivel se componen en su mayoría por capital nacional (Mortimore, 2005), siendo los que menor valor agregado aportan en el sector automotriz.

En cuanto a las ventajas de la IAM se pueden mencionar: *i*) bajos salarios frente a EU, especialmente a partir de las devaluaciones del peso en 1994; *ii*) cercanía geográfica al mercado norteamericano; *iii*) acceso preferencial al mercado norteamericano, vía TLCAN (Álvarez, 2002). Además de estos factores, Dussel (2007) señala la disminución del riesgo-país, el crecimiento del PIB y los costos laborales.

Si bien estos factores tienden a atraer ET, la capacidad del sector autopartes nacional para encadenarse con las ensambladoras es limitada. La relación proveedor-ensamble se da principalmente con empresas grandes de autopartes con IED (Brown, 2005). De acuerdo con Mortimore (2005), los vínculos entre ensambladores y proveedores se modificaron conforme los primeros han delegado más responsabilidades en los proveedores de primer nivel (bajo el sistema Toyota). Esto condujo a una cadena más vertical pues la contratación es entre ensambladores y proveedores de autopartes de primer nivel (Brown, 2005). Asimismo, aspectos regulatorios de la IED y factores de competitividad, generaron que los encadenamientos sean entre ET de autopartes y ensambladoras.

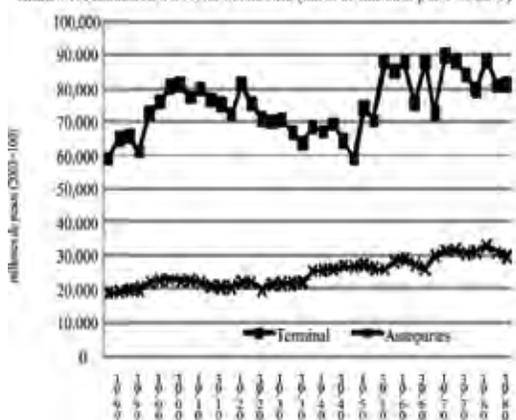
Por otro lado, al revisar distintos indicadores económicos reales (producción, empleo, ventas, importaciones, exportaciones e IED) del sector ensamble y de autopartes se tiene una perspectiva integral del comportamiento de la IAM. De este modo, el crecimiento de la producción se redujo en los últimos años debido a los problemas económicos en Estados Unidos (EU), país de origen de las tres mayores armadoras en México (GM, Ford y Chrysler). Después de un crecimiento real anual de 14.3% en 2006, descendió a 3.6% en 2008 (gráfica 1). Esta reducción se debe al cierre temporal de plantas de ensamble como la de Ford en Cuautitlán (Quiroz, 2008).¹⁰

8 Los proveedores se clasifican en diferentes niveles según los destinatarios de sus productos. Los del primer nivel, por lo general de mayor tamaño, abastecen directamente a los fabricantes de automóviles y compran insumos a otros proveedores pertenecientes al segundo y al tercer nivel. Los de los niveles inferiores proveen materias primas y componentes básicos (CEPAL, 2009).

9 La cadena automotriz está integrada por 43 ramas productivas, de las cuales 40 son manufactureras y 3 relacionadas con la comercialización de los vehículos. Entre las 33 principales ramas de apoyo de la industria manufacturera se encuentran las de fabricación de textiles, acero y accesorios de plástico entre otras, que suministran bienes intermedios para la fabricación de vehículos y autopartes.

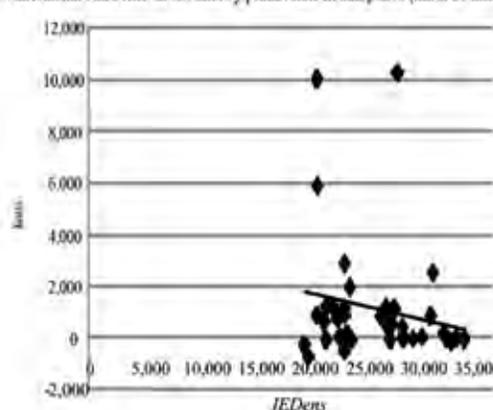
10 En contraste, algunas firmas de autopartes cerraron plantas en EU y aumentaron la producción en México para mejorar rentabilidad y ofrecer productos más económicos a las armadoras (CEPAL, 2009).

Gráfica 1. Producción del sector automotriz (miles de millones pesos de 2003)



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI

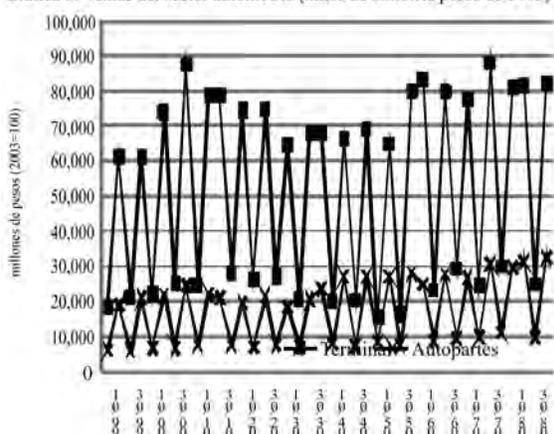
Gráfica 2. Relación entre IED en ensamble y producción en autopartes (miles de millones pesos de 2003)



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI

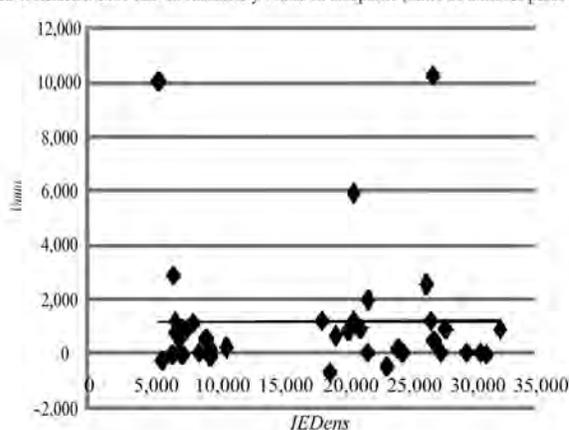
Asimismo, el comportamiento de la producción en autopartes por lo general no corresponde a las variaciones de la producción en ensamble, excepto en fabricación de motores. Esta clase es en promedio el 48% de la producción de autopartes y se integra básicamente por empresas extranjeras. La participación de autopartes es baja en comparación con la de ensamble y, dado que su comportamiento no se corresponde con el de la industria terminal se sugiere que ésta no demanda de forma importante autopartes nacionales. En la **gráfica 2**, se relaciona la IED en ensamble (*IEDens*) con la producción de autopartes (*Yaut*), bajo el supuesto que esta producción se vende a las ensambladoras. La relación es ligeramente negativa, sugiriendo que el vínculo entre *IEDens* y *Yauto* no es estrecho. Esta asociación negativa sugiere que la IED no genera encadenamientos o que hay desencadenamientos.¹¹

Gráfica 3. Ventas del sector automotriz (miles de millones pesos de 2003)



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI

Gráfica 4. Relación entre IED en ensamble y ventas en autopartes (miles de millones pesos de 2003)



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI

En cuanto a las ventas, la crisis global de 2008 provocó la contracción de la demanda de vehículos nuevos y congeló el financiamiento a compradores y fabricantes de autos (CEPAL 2009). La relación de las ventas con la generación de encadenamientos es que las ET proyectan ventas de determinados vehículos, que influye en la demanda de autopartes para producirlos. Así, la crisis financiera afectó a los principales fabricantes de automóviles (gráfica 3). Una contracción de la demanda significa una disminución en la producción y ventas en autopartes. La *Vens* representan en promedio 75% del total de la producción de la

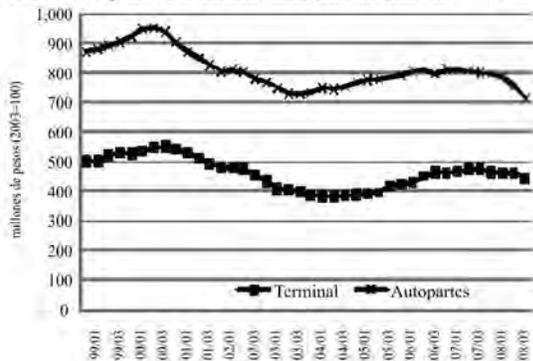
¹¹ Respecto a las clases de autopartes, el comportamiento también es ligeramente negativo, excepto en ensamble de carrocerías (coeficiente de correlación es 0.58), sugiriendo la existencia de desencadenamientos en este sector a nivel clase, derivados del ingreso de IED en ensamble. Asimismo, dado que los flujos de IED no explican la variación de la producción en autopartes, se argumenta que la demanda de autopartes por las ensambladoras es originada por IED acumulada vinculada a la capacidad de planta instalada.

IAM en el periodo, mientras que las ventas de autopartes (*Vaut*) 25%. En la gráfica 4 se relaciona la *IEDens* y las *Vaut*, se aprecia un débil vínculo positivo.¹²

Asimismo, de 1999 al 2001 el crecimiento de las exportaciones de la industria terminal fue 1.8% en promedio. Entre 2004 y 2007 tuvieron un crecimiento del 5%, y en 2008, con la crisis en EU, disminuyeron 4%. Los autos más exportados hasta el 2008 son de tamaño mediano y grande (CEPAL, 2009). En cuanto a las *Mens*, que incluyen insumos y vehículos, tienen un comportamiento creciente. A pesar de los problemas económicos en 2008 las importaciones de vehículos prácticamente permanecieron estables.¹³

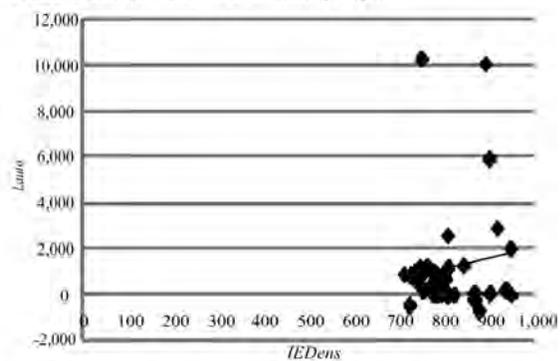
Los empleos generados por la IAM alcanzan 480 mil con una contribución al PIB manufacturero de 14.3% (AMIA, 2007); sin embargo el empleo ha disminuido, principalmente en autopartes resultado de la crisis mundial (gráfica 6). Dada esta reducción y el aumento en la producción, se afirma que este incremento se acompaña de una mejora en la productividad. Los despidos se conjuntaron con adelanto de vacaciones y paros técnicos. Las plantas afectadas fueron Nissan (Aguascalientes); GM (San Luis Potosí y Ramos Arizpe); Ford (Hermosillo) y Chrysler (Coahuila).

Gráfica 6. Empleo en el sector automotriz (millones pesos de 2003)



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI

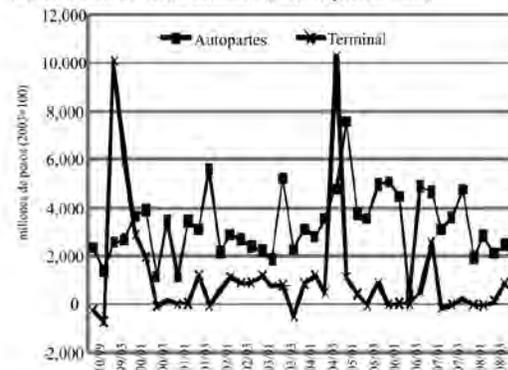
Gráfica 7. Relación entre IED en ensamble y empleo



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI

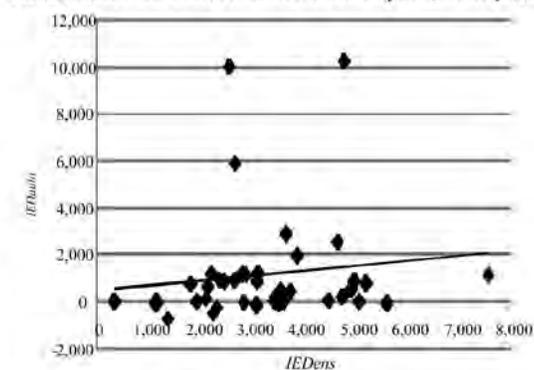
El empleo generado por autopartes representa en promedio 64%. Debe señalarse que si en la industria terminal se generan empleos por incrementos de la producción, también tienden a generarse en los demás eslabones de la cadena, dado el incremento en la demanda de componentes. Respecto a la relación de *IEDens* con la generación de empleo en cada clase de autopartes, existe un comportamiento positivo, con excepción de la fabricación de otras partes y accesorios, en donde la relación es ligeramente negativa. Así, cuando aumenta *Lens* crece en consecuencia *Lauto* (gráfica 7).

Gráfica 8. IED en el sector automotriz (millones pesos de 2003)



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI

Gráfica 9. Relación entre IED en ensamble e IED en autopartes (miles de pesos de 2003)



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI

12 Respecto a la relación de *IEDens* con las ventas en las clases de autopartes; *fmp* y *fsf* muestran un comportamiento positivo. Por tanto, un incremento de *IEDens* genera un incremento en ventas en estas clases, como resultado del incremento de una mayor demanda. La clase *fsf* muestra un comportamiento ligeramente positivo; mientras que *ec* tiene una relación claramente negativa y el *fpst* es tenuemente negativo.

13 Las importaciones en el sector autopartes tienen un comportamiento creciente, indicando que parte de los insumos para ensamble final son importados, sugiriendo desencadenamientos.

Por último, la presencia de IED transformó la IAM de una industria enfocada al mercado nacional a una plataforma de exportación orientada al mercado norteamericano (CEPAL, 2004). En este contexto, del 2000 al 2003 hay una tendencia decreciente de la IED, que se revierte para alcanzar en 2004 el valor máximo (gráfica 8). Esto refleja las inversiones en ensamble donde las más importantes fueron de Ford, con mil millones de dólares en su planta de Hermosillo; Toyota, con 140 millones de dólares para una fábrica de ensamble en Tijuana y Daimler Chrsyler, con 300 millones de dólares en su planta en Toluca. Estas inversiones buscaban incrementar la competitividad y mantener su mercado en EU ante competidores extranjeros (CEPAL, 2009). En 2005 se reinicia la tendencia decreciente dados los problemas económicos de las armadoras de EU.¹⁴ Se aprecia una relación positiva entre *IEDens* e *IEDauto*, lo que implica que aumentos en *IEDens* generan aumentos en *IEDauto* para que las firmas en este sector aumenten su capacidad productiva (gráfica 9).¹⁵

De forma general, se observa una relación débil de la *IEDens* con las clases de autopartes en producción, ventas, empleo e IED, indicando una débil generación de encadenamientos con el sector de autopartes nacional. Este comportamiento hace vulnerable al sector, ya que depende de las relaciones comerciales con EU. Esta vulnerabilidad también se refleja en el empleo, implicando que los avances tecnológicos en el sector limitan esta variable.

IV. Estimación econométrica de los encadenamientos

Para la especificación del modelo econométrico se tiene información para cada clase de autopartes para 1999-2008 con datos trimestrales, lo que permite estimar la influencia de la IED a través de una metodología de series de tiempo. Se estiman distintas especificaciones para un análisis integral del efecto de *IEDens* en diversas variables y establecer así un marco más general de los encadenamientos.

4.1 Datos y planteamiento del modelo

Las variables explicativas son: *i*) tasa de crecimiento del PIB (*tcpib*), en porcentajes, mide la variación del producto; se espera que una mayor economía aumente la demanda de automóviles y, en consecuencia, la producción en los eslabones de la cadena; *ii*) índice de confianza del consumidor (*icc*), mide la percepción de la población sobre el desempeño económico del país; se espera que una mejor percepción incentive el consumo y, por tanto, una mayor demanda automóviles y sus partes; *iii*) producción de ensamble (*Yens*), en miles de pesos, las variaciones en producción se reflejan en el sector de autopartes; *iv*) empleo en ensamble (*Lens*), en número de personas, es la población ocupada en el ensamble; un incremento en el empleo influye positivamente en el desempeño económico en autopartes; *v*) importaciones en ensamble (*Mens*), en miles de pesos; son vehículos y autopartes extranjeros en el sector ensamble; se espera que un incremento en importaciones afecte negativamente la demanda de autopartes nacionales; *vi*) exportaciones en ensamble (*Xens*), en miles de pesos, al aumentar la demanda externa se estimula la cadena de producción; *vii*) inversión extranjera directa en ensamble (*IEDens*), en miles de pesos; se espera un efecto positivo puesto que un aumento en *IEDens* se refleja en producción, ventas, empleo o inversión en autopartes. Los datos se toman del INEGI y Banxico.¹⁶

Dada una variación en alguno de las variables de ensamble, se espera una respuesta en autopartes, reflejándose en: *i*) IED en autopartes (*IEDauto*), en miles de pesos con fuente Secretaría de Economía; *ii*) producción en autopartes (*Yauto*), en miles de pesos; *iii*) ventas en autopartes (*Vauto*), en miles de pesos; *iv*) empleo en autopartes (*Lauto*), en miles de personas. Los datos de las tres últimas variables se toman del INEGI. Estas variables se estudian para cada clase de autopartes para determinar la incidencia de una variación en *IEDens*. Así, se proponen cuatro especificaciones por clase (fabricación: 1) y ensamble de carrocerías y remolques (*ec*); 2) de motores y sus partes (*fmp*); 3) de partes para el sistema de transmisión (*fpst*); 4) de partes para el sistema de suspensión (*fss*); 5) de partes y accesorios para el sistema de frenos (*fsf*); 6) de otras partes y accesorios (*fopa*)).

Por otro lado, dada la inestabilidad de las variables consideradas se evalúan los encadenamientos en el sector automotriz con técnicas de cointegración. En este sentido, el test de cointegración señala si un grupo de

14 En general, las autopartes han cobrado importancia en términos de la IED captada por la IAM, lo que permite suponer cierto desplazamiento de la producción de EU hacia México desde el 2003.

15 Para el periodo, los incrementos de IED en ensamble se corresponden con mayor inversión de autopartes. Las clases que mostraron un claro comportamiento positivo fueron *fmpy fopa* como resultado de una mayor promoción de la IED con el TLCAN. La única clase con asociación negativa con la *IEDens* es la de *fsf*, lo que sugiere que una mayor de *IEDens*, lleva a una desinversión en esta clase.

16 Se utiliza el índice de precios al productor en productos metálicos, maquinaria y equipo y el índice de precios al consumidor de Banxico, con año base 2003 para deflactar los datos.

series no estacionarias está cointegrado (estacionariedad del residuo), lo que implica que una combinación lineal de las variables es estable. Asimismo, considerando la existencia de una relación estable de largo plazo, en el corto plazo existe una dinámica de las variables que corrige el desequilibrio en periodos futuros.

Así, se emplea la metodología de **Johansen y Juselius (1990)**, que establece el rango de cointegración y, mediante restricciones sobre el VAR, las elasticidades de corto plazo. Siguiendo a **Goldstein y Khan (1986)**, se requiere un método que trate el problema de la simultaneidad estructural. En consecuencia, se emplea el modelo de corrección de error, que acepta la existencia de desajustes a corto plazo al incorporar términos dinámicos para estimar las ecuaciones de encadenamientos.

De este modo, las diferentes variables asociadas con el sector automotriz (producción, ventas, empleo, IED) se entienden como el estado estacionario condicionado al valor de equilibrio de las variables independientes; por lo tanto, todo desequilibrio de esta relación en el corto plazo sólo es transitorio. Para construir el VEC, la metodología de Johansen (1995) parte del modelo: $X_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \Pi_1 X_{t-1} + \Pi_2 X_{t-2} + \dots + \Pi_k X_{t-k} + \Phi D_t + \varepsilon_t$. Esta ecuación es una configuración de vectores autorregresivos (VAR) de orden k que representa cada una de las m variables endógenas como una función de los valores rezagados de todas las m variables endógenas y de las n variables exógenas (Patterson, 2000). X_t es un vector de longitud m con la información de las variables del modelo, esto es, son las m variables no estacionarias $I(1)$; y X_{t-1} son vectores de longitud $(m+n)$; α_t es un vector de constantes; D_t es un vector con variables dummies y variables exógenas que se consideran no estocásticas y ε_t es el vector de residuos. Se emplean los criterios de información de Akaike y de Schwarz para seleccionar el orden k . Así, tal como señala Johansen (1995), el proceso autorregresivo de dimensión k , definido en la expresión anterior, una vez que se ha incorporado la forma de corrección de error, proporciona las primeras diferencias y niveles y, por tanto, permite investigar los efectos de corto y largo plazos.¹⁷

Se realiza un análisis de cointegración que incluye el VEC, puesto que se quiere determinar la influencia de la *IEDens*, como variable base en conjunto con otras variables de control, en la actividad económica del sector autopartes. Las series se expresan en logaritmos por lo que reflejan elasticidades. De este modo, los modelos toman la forma:

$$SA_t = \alpha_0 + \alpha_1 TCPIBT + \alpha_2 ICC + \alpha_3 V_{ens} + \alpha_4 Y_{ens} + \alpha_5 L_{ens} + \alpha_6 X_{ens} + \alpha_7 Y_{ens} + \alpha_8 IED_{ens} + \varepsilon$$

Donde, $SA=IED$, Y , V , L ; $i=ec, fmp, fpst, fss, fsf, fopa$. Se estiman cuatro modelos por clase.

4.2 Resultados

En el cuadro 1 se muestran los resultados luego de realizar las correcciones pertinentes.¹⁸ En la primera columna se muestran las variables dependientes que miden la generación de encadenamientos en el sector automotriz para cada clase. En general, para el largo plazo los resultados son los esperados excepto para *IEDens*. Esto es,

¹⁷ La estimación del VEC sólo es eficiente si las variables explicativas son débilmente exógenas en el sentido de Engle et al. (1983).

¹⁸ El orden de integración de las series es uno de acuerdo a la prueba de raíz unitaria Dickey-Fuller Aumentada (DFA). Los criterios de Akaike y Schwarz establecen que el número óptimo de rezagos es dos. Se encuentra una relación de cointegración. Se determinó, mediante la prueba de causalidad de Granger que existe una relación causal que sistemáticamente va de las variables explicativas a las asociadas con la actividad económica en el autopartes. La causalidad es de *icc* al resto de las variables en 11 relaciones, 21 para *tcpib*, 23 para *Yens*, 16 para *Lens*, 23 para *Mens*, 22 para *Xens* y 22 para *IEDens*. La demostración de la significancia, además del test usual de la t estadística, de los coeficientes estimados se realiza con la prueba de exogeneidad débil, que establece restricciones cero sobre los parámetros de ajuste. También, se determinó si las variables son importantes en el vector de corrección del error, para lo cual el test de exclusión impone restricciones sobre los parámetros. Así, la prueba de exogeneidad conjunta establece que todas las variables son exógenas débiles al 5% de significancia, excepto para las ecuaciones asociadas a *Vec*, *Vfpst* y *Lec*; se observa que ninguna de las variables puede ser excluida del sistema. Por ende, se considera como adecuado el modelo estimado. Asimismo, de acuerdo a las pruebas de raíz unitaria (DFA) los residuos del VEC son estacionarios en niveles al 5% de significancia, puesto que en todos los casos el estadístico calculado es mayor al valor crítico. Además, la prueba Portmanteau que examina si existe correlación en los residuos en un determinado orden (h), acepta que no hay evidencia de autocorrelación, dado que la probabilidad es mayor a 0.05% de significancia en el retardo uno. Adicionalmente; no se rechaza la nula de normalidad conjunta de los residuos, ya que la probabilidad es mayor a 0.05% de significancia. El estadístico LM-ARCH, acepta la hipótesis nula de no existencia de heteroscedasticidad condicional autorregresiva. Por último, dado que las raíces invertidas del polinomio rezagado caen en el círculo unitario se considera que el VEC es estable.

producción, ventas, empleo e IED son afectados positiva y significativamente por las variables explicativas.¹⁹ La elasticidad promedio es negativa pero baja (-0.038%).²⁰

En particular, el índice de confianza del consumidor (*icc*) afecta sistemáticamente las ventas de 5 de clases (excepto *fpst*), al empleo en 3 clases (*fmp* y *fsf*, positivamente y a *fpst*, negativamente), a la producción de *fss* y *fopa* con signo positivo. *tcpib* determinante a nivel país, tiene mayor alcance en el empleo al afectar positivamente a *ec*, *fmp*, *fsf* y *fopa* y negativamente a *fpst*; seguido del nivel de ventas (*Vens*) en *ec*, *fss* y *fsf*, positivamente, y *fmp*, negativamente; de la IED en *ec*, *fmp* y *fss* (con signo +); de la producción en *ec* y en *fmp* (con signo +). *Yens* impacta en igual número de modelos a las ventas y el empleo (afecta significativamente a todas las clases), y en menor medida a la producción de 5 clases (*ec*, *fmp*, *fss*, *fsf* y *fopa*) y a los niveles de IED en 4 clases (*ec*, *fpst*, *fsf* y *fopa*). *Lens* impacta en la producción de *fmp*(+), *fpst*(+), *fss*(-) y *fopa*(-) y en la IED de *ec*(+), *fmp*(-), *fsf*(-) y *fopa*(-). *Mens* impactan en todas las variables de todas las clases, excepto para *Yfmp* y *Lfmp* y *Lfsf*. Lo mismo sucede con *Xens* que no afectan la *IEDfpst* e *IEDfss*. Por último, *IEDens* tiene relevancia estadística en la producción y ventas de todas las clases, sin embargo disminuye para IED y empleo (sólo es significativa para *Lfmp*(+), *Lfpst*(-), *IEDec*(+), *IEDfmp*(+) e *IEDfsf*(-)).

Fabricación y ensamble de carrocerías y remolques para automóviles y camiones (ec)

Las especificaciones 1 y 2 arrojan resultados similares en el largo plazo. En ambos, producción, exportaciones, *IEDens* y *tcpib* se relacionan con *Yec* y *Vec*. No obstante, *IEDens* afecta negativamente los encadenamientos. *Lens* (rezagado dos periodos) impacta la inversión de esta clase, interpretándose como un indicador adelantado. Esto es, si el empleo en las armadoras aumenta entonces, con un retardo de dos trimestres, crece la IED en esta clase. En el cuarto modelo, *IEDens* explica *IEDec* indicando la presencia de encadenamientos, aunque la elasticidad es baja (0.82). En este sentido, cuando *Xens* aumenta, *IEDec* crece. No obstante, producción e importaciones afectan negativamente esta variable, por lo que el efecto final en la generación de encadenamientos no es claro. Sin embargo, al considerar que la suma de estas elasticidades es mayor a las elasticidades de las primeras variables, se acepta que los encadenamientos son débiles o incluso negativos.

19 *icc* tiene esta característica en 10 estimaciones, siendo la variable de menor impacto, el *tcpib* en 14, *Yens* en 21, *Lens* en 14, *Mens* en 21, *Xens* en 22, convirtiéndose en la variable más relevante, e *IEDens* en 17. El que *Mens* y *Xens* sean significativas refleja la importancia de la apertura comercial en el país, a partir del TLCAN.

20 En términos absolutos, las elasticidades más altas corresponden a *Xens-Yfss* (11.2%), *Yens-IEDfsf* (10.5) e *IEDens-IEDfopa* (9.4); mientras que las más bajas a *IEDens-Yfopa* (0.034), *IEDens-Vfss* (0.046), *IEDens-Vsfs* (0.046) e *IEDens-Vfopa* (0.051). De igual forma, las elasticidades promedio significativas asociadas a cada variable son *Xens* (2.62), *Lens* (1.36), *Mens* (0.72), *Yens* (0.43), *icc* (0.27), *IEDens* (0.23) y *tcpib* (0.13); lo que indica que las variables relacionadas con el comercio exterior son las de mayor alcance.

Cuadro 1. Coeficientes de largo y corto plazos: Encadenamientos en el sector automotriz

Variable	C	dlicc	dlicpb	dlicvs	licens	dlicms	licens	licdens	Variable	C	dlicc	dlicpb	dlicvs	licens	dlicms	licens	licdens	
LP	vec	291.79	-24.930*	-0.836*	52.124*	-14.185*	28.485*	-7.937*	-1.035*	lyss	205.13	-26.834*	-1.145*	-2.2103*	-1.210**	-8.266*	-11.205*	-0.399*
ES			(-6.777)	(-2.51)	(-3.201)	(-4.953)	(-2.009)	(-1.521)	(-1.100)			(-4.265)	(-1.182)	(-2.638)	(-1.723)	(-1.662)	(-1.864)	(-0.666)
CP	D(vec)	0.022	0.010	-0.362**	-0.002	0.009	-0.044*	0.039	-0.495**	D(lyss)	0.023	-0.007	0.539	0.024	-0.004**	0.050	-0.010	1.128
ES			(-0.0354)	(-0.067)	(-2.192)	(-0.018)	(-0.002)	(-0.176)	(-0.148)			(-0.010)	(-0.010)	(-3.218)	(-0.068)	(-0.036)	(-0.026)	(-0.026)
LP	lvec	242.46	-21.986*	-1.293*	-48.306*	-0.851	-4.560**	-13.476*	-0.387*	lyfs	-25.55	1.475*	0.229*	-1.722*	0.183*	1.401*	0.535*	0.046*
ES			(-7.350)	(-3.11)	(-4.884)	(-1.146)	(-2.877)	(-1.510)	(-1.07)			(-2.59)	(-0.11)	(-1.174)	(-0.041)	(-1.105)	(-0.082)	(-0.04)
CP	D(lvec)	0.007	-0.011**	0.393	0.022	-0.006**	0.029	-0.013	0.959	D(lyfs)	-1.670*	0.075	-7.611*	-0.053	0.049	-0.569*	0.127	-5.827**
ES			(-0.0726)	(-0.074)	(-2.404)	(-0.009)	(-0.002)	(-0.008)	(-0.189)			(-4.066)	(-0.073)	(-1.8454)	(-0.092)	(-0.304)	(-1.162)	(-1.883)
LP	llac	2.497	0.766	0.247*	-62.09**	-0.991*	0.832*	-1.208*	-0.125*	llfs	5.60	-0.484	-0.123*	-1.236*	-0.519*	-0.686*	-0.461*	-0.035*
ES			(-7.79)	(-0.023)	(-2.78)	(-0.075)	(-1.197)	(-1.118)	(-0.07)			(-3.35)	(-0.014)	(-2.00)	(-0.057)	(-1.138)	(-0.067)	(-0.05)
CP	D(llac)	-0.033	0.009	-1.544	0.136	-0.015	-0.157**	0.042	4.833	D(llfs)	-0.054	-0.260*	9.657	0.086	-0.048**	0.863	-0.370**	16.850
ES			(-0.0335)	(-0.0485)	(-1.6295)	(-0.0753)	(-0.0195)	(-1.1394)	(-1.162)			(-0.0828)	(-1.074)	(-3.2303)	(-1.1785)	(-0.0416)	(-2.609)	(-2.761)
LP	licdec	200.65	-71.877*	-3.293*	-143.509*	-22.142*	-22.768*	1.400	0.818*	licdss	-129.24	19.103	-4.778*	-2.296	9.903*	-48.911*	0.565	0.244
ES			(-15.416)	(-0.629)	(-8.685)	(-2.227)	(-5.392)	(-2.917)	(-2.15)			(-13.003)	(-4.582)	(-8.461)	(-2.044)	(-5.180)	(-2.597)	(-1.197)
CP	D(licdec)	-0.157	-0.004**	0.198	0.010	-0.002**	0.014	-0.010**	0.327	D(licdss)	0.032	-0.006*	0.307	0.002	-0.002**	0.030	-0.009**	0.189
ES			(-2.155)	(-0.0029)	(-0.0020)	(-0.0043)	(-0.0015)	(-0.0076)	(-0.1272)			(-1.1069)	(-0.0029)	(-0.0681)	(-0.0051)	(-0.0012)	(-0.0049)	(-0.074)
LP	lyfmp	1.03	-1.184**	-0.111*	-59.00*	1.411*	0.001	-1.769*	-0.055*	lyfsf	1142.69	-161.464**	-2.653*	-138.043*	-7.781*	-59.012*	-57.947*	-2.557*
ES			(-7.35)	(-0.033)	(-5.22)	(-1.124)	(-3.05)	(-1.151)	(-0.11)			(-209.50)	(-9.90)	(-14.042)	(-3.533)	(-8.126)	(-4.209)	(-3.35)
CP	D(lyfmp)	-0.194**	0.037	0.686	0.221	-0.032	-0.028	0.196	6.348	D(lyfsf)	-0.003**	-0.001	0.045	0.005	-0.001**	0.006	-0.002	0.217
ES			(-0.093)	(-0.077)	(-2.6083)	(-1.076)	(-0.026)	(-2.287)	(-2.021)			(-0.0020)	(-0.0018)	(-0.591)	(-0.026)	(-0.0006)	(-0.0048)	(-0.040)
LP	lyjmp	352.8	-10.821*	-0.233*	-13.633*	0.850*	1.149**	-3.311*	-0.059*	lyjfsf	-25.55	1.475*	0.229*	-1.722*	0.183*	1.401*	0.535*	0.046*
ES			(-1.530)	(-0.066)	(-1.029)	(-2.43)	(-6.529)	(-4.308)	(-0.23)			(-2.59)	(-0.011)	(-1.174)	(-0.041)	(-1.105)	(-0.082)	(-0.04)
CP	D(lyjmp)	-0.104	-0.018	0.468	0.113	-0.018**	0.003	-0.019	3.582	D(lyjfsf)	-1.670*	0.075	-7.611*	-0.053	0.049	-0.569*	0.127	-5.827**
ES			(-2.310)	(-0.0374)	(-1.2334)	(-0.046)	(-0.0147)	(-1.1006)	(-0.085)			(-4.056)	(-0.073)	(-1.8454)	(-0.082)	(-0.304)	(-1.162)	(-1.883)
LP	llfmp	-170.07	27.609**	2.953*	60.589*	-28.545*	88.988*	25.315*	0.726*	llfsf	-18.25	-0.346**	-0.054*	-2.954*	-0.266*	0.009	0.693*	-0.003
ES			(-17.189)	(-7.32)	(-1.270)	(-3.286)	(-7.843)	(-3.609)	(-2.66)			(-1.190)	(-0.009)	(-1.121)	(-0.031)	(-0.074)	(-0.040)	(-0.03)
CP	D(llfmp)	0.001	0.004	-0.173**	0.004	0.002	-0.027*	0.012	-0.260*	D(llfsf)	-0.279*	-0.207**	3.413	0.420	-0.083**	-0.076	-0.285	13.732
ES			(-0.0010)	(-0.0027)	(-0.0864)	(-0.0047)	(-0.0099)	(-0.0050)	(-0.0063)			(-0.0795)	(-1.1749)	(-6.0112)	(-1.3039)	(-0.0738)	(-0.5134)	(-4.073)
LP	licdmp	-129.94	11.797	0.847**	13.055*	-10.609*	13.715*	13.036*	-0.250	licdssf	335.36	-57.520*	-5.004*	-104.542*	-3.841**	16.834*	-16.407*	-0.843*
ES			(-10.809)	(-4.472)	(-6.700)	(-1.723)	(-4.285)	(-2.178)	(-1.64)			(-130.96)	(-6.68)	(-8.025)	(-2.151)	(-5.633)	(-2.633)	(-2.21)
CP	D(licdmp)	0.051	0.004	-0.186**	-0.012*	0.003	-0.009	0.006	-0.347*	D(licdssf)	-0.124	-0.004	0.194	0.016	-0.002**	0.003	-0.001	0.385
ES			(-0.0543)	(-0.0034)	(-1.1049)	(-0.046)	(-0.0013)	(-0.0096)	(-0.0079)			(-1.1285)	(-0.0033)	(-1.1055)	(-0.0047)	(-0.0097)	(-0.0091)	(-1.1316)
LP	lyfpa	437.70	-2.25.955*	0.054	-2.32.614*	18.763**	-1.23.828**	-36.969**	1.109**	lyfopa	-27.45	1.379**	-0.006	0.925*	-0.791*	0.560*	1.109*	0.034*
ES			(-3.2.944)	(-1.555)	(-2.0.227)	(-5.322)	(-1.4.092)	(-6.825)	(-5.63)			(-3.06)	(-0.013)	(-2.24)	(-0.050)	(-1.134)	(-0.063)	(-0.05)
CP	D(lyfpa)	0.003	-0.002**	0.049	0.002	-0.001*	0.008	-0.007*	0.151	D(lyfopa)	-0.239*	0.169	-3.840	-0.540*	0.107	-0.087	-0.087	-9.407**
ES			(-0.0027)	(-0.0013)	(-0.0458)	(-0.0022)	(-0.0004)	(-0.0037)	(-0.0031)			(-1.056)	(-1.1456)	(-4.8624)	(-0.2049)	(-0.044)	(-4.128)	(-3.487)
LP	lyfpa	111.68	-12.496*	-0.809**	-22.336*	-1.005*	2.348*	-6.269**	-0.220*	lyfopa	-28.01	2.151*	0.190*	0.319	-0.715*	2.337*	1.111*	0.051*
ES			(-2.626)	(-1.113)	(-1.778)	(-4.17)	(-1.055)	(-5.32)	(-0.04)			(-3.39)	(-0.017)	(-2.257)	(-0.062)	(-1.160)	(-0.079)	(-0.06)
CP	D(lyfpa)	-0.040	-0.017	-0.426	0.068	-0.009**	0.005	0.004	2.063	D(lyfopa)	-1.260*	0.081	-5.052*	-0.058	0.051	-0.408*	0.146	-4.961**
ES			(-1.1428)	(-0.0197)	(-1.6546)	(-0.0196)	(-0.0080)	(-0.0551)	(-0.486)			(-3.735)	(-0.0598)	(-1.6680)	(-0.0821)	(-0.0226)	(-1.1399)	(-1.185)
LP	llfpa	52.88	-1.958**	-0.243**	-4.695*	-0.216	-1.451*	-3.210*	-0.159*	llfopa	-11.81	-1.340	0.131**	8.213*	-1.579*	4.219*	1.030*	0.002
ES			(-1.177)	(-0.050)	(-0.982)	(-1.198)	(-5.26)	(-4.301)	(-0.021)			(-1.548)	(-0.069)	(-8.13)	(-2.24)	(-0.587)	(-2.297)	(-0.22)
CP	D(llfpa)	-0.013	-0.065**	3.221	0.110	-0.024**	0.193	-0.028	-4.572	D(llfopa)	0.011	0.078	-2.960*	-0.101**	0.022	-0.255*	0.071	-3.116*
ES			(-0.0233)	(-0.0355)	(-1.9478)	(-0.005)	(-0.0126)	(-0.0952)	(-0.0872)			(-0.0171)	(-0.0295)	(-8.628)	(-0.0506)	(-0.124)	(-0.832)	(-0.080)
LP	licdmpa	-18.68.48	318.536	-25.633	273.826	-12.621	176.454	110.295	0.620	licdmpa	-3.40.66	8.036	1.577**	113.359*	-8.206*	52.800*	22.648*	0.436
ES			(-3.9.098)	(-1.710)	(-2.2.425)	(-6.118)	(-18.056)	(-9.080)	(-6.608)			(-1.94.32)	(-4.885)	(-12.531)	(-3.267)	(-9.905)	(-3.928)	(-3.16)
CP	D(licdmpa)	-0.048	-0.001	0.101	-0.002**	0.000	0.007	0.000	-0.023	D(licdmpa)	-0.099*	0.003	-0.083**	-0.006**	0.002	-0.008**	0.004	-0.310*
ES			(-0.0670)	(-0.0011)	(-0.0280)	(-0.0018)	(-0.0005)	(-0.0027)	(-0.0026)			(-0.404)	(-0.0022)	(-0.6661)	(-0.0040)	(-0.0009)	(-0.0045)	(-0.0058)

* y ** significativa al 99% y 95% respectivamente; ES: error estándar. Los coeficientes de corto plazo se refieren a las variables en primeras diferencias.

Fuente: elaboración propia

Al analizar los resultados en conjunto, *IEDens* es explicativa en todas las especificaciones. Sin embargo, contrario a lo esperado este efecto es negativo en producción, ventas y empleo y positivo para *IEDec*. Por ende, se infiere que los flujos de IED no generan ningún tipo de encadenamiento en esta clase. Esto se refleja en el saldo comercial negativo de *ec*, donde las importaciones son 80% mayores a las exportaciones en el periodo. Parte de las importaciones son componentes finales que se ensamblan en plantas en territorio nacional.

Fabricación de motores y sus partes para automóviles y camiones (*fmp*)

El efecto de exportaciones, producción e IED en ensamble es similar en y producción ventas de esta clase (negativo). El signo negativo en éstas implica que la actividad de las ensambladoras debilita los eslabones de la cadena de valor. Para la tercera y cuarta especificación se encontró que inversiones y exportaciones de las ET afectan positivamente al empleo e IED de *fmp*. Si las empresas automotrices invierten para aumentar su capacidad productiva, las empresas de este sector aumentan sus inversiones o las contrataciones de personal. No obstante, la elasticidad del empleo es menor a uno, lo que puede reflejar una mejora tecnológica en la producción dado un incremento de IED en esta clase (Vicencio, 2007), que permite un aumento en la producción y que se emplee a menos trabajadores. Las empresas en esta clase se consideran de primer nivel y tienen importante participación de

capital extranjero (Ochoa, 2005). En general, una mejora de la economía reflejada en el *pibpc* estimula la actividad económica en esta clase, reflejando la importancia del mercado doméstico. Sin embargo, si bien un incremento de *Lens* en ensamble afecta positivamente la producción, la elasticidad negativa en *Lfmp* e *IEDfmp* parece compensar este beneficio.

Al considerar los resultados en conjunto se tiene que la *IEDens* es explicativa en todas las especificaciones; dos de forma positiva (*Lfmp* e *IEDfmp*) y dos de forma negativa (*Yfmp* y *Vfmp*). Por tanto puede afirmarse que la *IEDens*, influye negativamente en la generación de encadenamientos para esta clase de autopartes. Si bien las elasticidades negativas son menores a las positivas, se señaló que este sector tiene una mejor capacidad tecnológica (aumento de la productividad), por lo que puede disminuir el número de empleados sin que esto afecte los niveles de producción.

Esta débil relación de encadenamientos se explica porque gran parte de la producción de esta clase es realizada por las propias empresas ensambladoras, dada la capacidad de las empresas domésticas para cumplir con los requerimientos. Asimismo, si se considera que la *IEDens* se realiza con el fin de incrementar la capacidad productiva y ser más competitivas, se necesita que los proveedores también sean competitivos. Por tanto, se espera que las empresas de autopartes inviertan para mejorar o mantener su capacidad de producción, sin embargo, los resultados señalan una relación inversa entre *IEDens* e *IEDfmp*.

Fabricación de partes para el sistema de transmisión de automóviles y camiones

Yens, *Xens* e *IEDens* afectan de forma similar a las ventas y empleo en esta clase. De nuevo se observa que la relación negativa de *IEDens* con las variables económicas de *fpst*, se extiende a *Yens*; lo que confirma la debilidad de los encadenamientos en esta clase. Sin embargo, este efecto negativo parece corregido parcialmente por la relación positiva entre *IEDens*, *Xens* y *Lens*, por un lado, y *Yfpst*, por el otro. El signo negativo entre *Mens* y *Yfpst*, también implica que la presencia de EMN en este sector no crea fuertes vínculos con las empresas domésticas. En el segundo modelo, las ventas se explican por *Yens*, sin embargo el signo no es el esperado, lo que indica que un incremento de la producción de las armadoras desincentiva las ventas más que proporcionalmente (-3.3%), lo que se debe a que las EMN producen partes para el sistema de transmisión (o las importan).

Considerando los resultados en conjunto se aprecia que *IEDens* explica la actividad económica de esta clase en tres especificaciones (excepto en *IEDfpst*); con signo positivo para *Yfpst* y negativo para *Vfpst* y *Lfpst* que podría indicar posibles desencadenamientos. Esto se debe a que las empresas de esta clase no tienen capacidad para establecer relaciones duraderas como proveedoras de las ensambladoras, además que, de acuerdo con Ochoa (2005), la participación de este sector en la producción es baja y por tanto puede no reflejarse en encadenamientos.

Fabricación de partes para el sistema de suspensión de automóviles y camiones

En la especificación de las ventas todas las variables son significativas. La apertura comercial (mercancías y capitales) resulta relevante. Las exportaciones afectan positivamente a las variables de esta clase, excepto para la *IEDfss*; el aumento de *Mens* contrae la *Y*, *V*, *L* e *IED*; al tiempo que mayores inversiones en ensamble reducen la producción y ventas de esta clase. En todos los casos, el efecto de importaciones es mayor al de exportaciones. *Yens* afecta la actividad económica de esta clase, excepto para *IEDfss*.

El hecho que tanto la *IEDens* como *Yens* tengan efectos negativos (a *Yfss* y *Vfss*), sugiere que las nuevas entradas de capitales extranjeros así como los aumentos en producción (probablemente derivado de la introducción de nuevos modelos de autos) afectan los encadenamientos productivos en este sector. Estos “desencadenamientos” se deben a que las inversiones que permiten ser más eficientes e integrarse en la cadena son poco dinámicas. En este sentido, la IED que contribuye a la formación de capital disminuyó en el periodo. Esto sugiere la hipótesis de la falta de competitividad de las firmas dentro de esta clase para vincularse en la cadena de producción global de las ensambladoras.

Fabricación de partes y accesorios para el sistema de frenos de automóviles

La apertura comercial afecta la evolución de esta clase; *Xens* impulsan *Yfsf*, *Vfsf*, *Lfsf* e *IEDfsf*. En particular, la producción y la IED muestran una elevada elasticidad. Asimismo, las importaciones están relacionadas con producción y ventas de forma negativa, pero positivamente con la *IEDfsf*. Esto sugiere la existencia de desencadenamientos, pues *Mens* desplaza la producción y ventas domésticas de esta clase; al tiempo que fomentan el establecimiento de filiales extranjeras. La producción en ensamble afecta negativamente a *Yfsf*, *Lfsf* e *IEDfsf* y positivamente a *Vfsf*, confirmando la idea de desencadenamientos. En este sentido, *IEDens* contrae *Yfsf* e *IEDfsf*, expande *Vfsf* y no afecta *Lfsf*.

Así, en general se puede afirmar que la presencia de EMN en ensamble (principalmente, *IEDens*) genera débiles encadenamientos (vía *Xens*) o incluso desencadenamientos (vía *Mens*, *Yens* e *IEDens*). Esta relación contrae la producción e inversión en *fsf* y, simultáneamente fomenta las ventas en *fsf*, sugiriendo que son las empresas extranjeras, probablemente dentro del mismo grupo de las ensambladoras, las que están encadenadas.

El empleo en *fsf* no es afectado por los capitales extranjeros en ensamble. Además, el aumento de *Yens* y *Lens* reduce el empleo en esta clase, lo que se explica por el hecho que un aumento en *IEDens* lleva consigo un aumento en *Mens*. Esto es, las ensambladoras tienen proveedores que se localizan en el extranjero, por lo que su presencia no genera encadenamientos, en términos de empleo, con empresas de esta clase.

Fabricación de otras partes y accesorios para automóviles y camiones.

Las exportaciones e importaciones son significativas para todas las variables de esta clase. Los signos estimados son los esperados. Así, las exportaciones implican una relación de encadenamientos, mientras que las importaciones señalan desencadenamientos. El balance final es ambiguo. Situación similar pasa con *Lens*, ya que afecta negativamente a *Yfopa* y *Lfopa*, pero positivamente a *IEDfopa*, siendo esta última una de las mayores elasticidades. Por el contrario, la relación de encadenamientos es más clara cuando se considera el capital extranjero. Un avance de 1% en *IEDens* aumenta 0.03% a *Yfopa*, y expande 0.05% a *Vfopa*. En general, *fopa* es con la que *IEDens* tiene una relación de encadenamientos más fuerte. Si bien las elasticidades son reducidas es la única clase, junto con *fmp*, en la que hay efecto positivo en dos variables (*Y* y *V*) y no existen relaciones negativas.

El efecto positivo de *Yens* en *Yfopa*, indica que el aumento de producción de las armadoras se acompañan de aumentos en la demanda de otras partes y accesorios para automóviles de empresas domésticas, ya que las empresas en este sector son de primer nivel. Además, los flujos de IED en esta clase fueron en promedio de 67% del total que ingresó al sector automotriz, reflejando el interés de las empresas de autopartes por responder a las exigencias de calidad e investigación y desarrollo de las ensambladoras (OIT, 2005), generando que esta etapa concentrada en un reducido grupo de proveedores de primer nivel.

En resumen, de acuerdo con las estimaciones y de forma general, la IED tiene baja o nula influencia para establecer relaciones de encadenamientos con las clases de autopartes.²¹ Esto se explica a grandes rasgos por la limitada capacidad de producción y competitividad de las empresas nacionales de autopartes para integrarse a las cadenas productivas. Además, puesto que las ensambladoras extranjeras invierten en su capacidad productiva amplían la brecha tecnológica, haciendo más difícil la integración. Este resultado es notable, ya que el limitado efecto positivo de *IEDens* en las variables dependientes indica que la promoción al capital extranjero a partir del TLCAN para hacer más competitiva a la industria, no ha tenido la influencia positiva esperada en el sector autopartes.

Por otro lado, el análisis de cointegración se complementa con la estimación de los coeficientes de corto plazo. Considerar el efecto en ambos plazos permite interpretar el efecto de *IEDens* en la generación de encadenamientos productivos como de naturaleza duradera o, por el contrario, perecederas. Los resultados se muestran en el cuadro 1.

En general, se observa que existe al menos una variable responsable de corregir los desequilibrios. Los términos de corrección de error asociados a las ecuaciones *D(Lens)*, *D(IEDens)*, *D(Mens)* y *D(tcpib)* muestran signos negativos, contribuyen así a restablecer el equilibrio de las series cuando éste es perturbado por un shock de corto plazo. Notablemente los coeficientes de ajuste de *D(Xens)* y *D(Yens)* son los que menos contribuyen (en 4 y 5 relaciones, respectivamente). Las clases de autopartes donde existen mayores coeficientes de corrección significativos son *fopa*, con 13; *fss* con 10; y *ec* con 9.

Del análisis individual de las ecuaciones de cointegración se establece que el modelo VEC, para cada clase, posee una dinámica de corrección complementaria, pues después de un shock, si bien una variable dada contribuye a la restauración del equilibrio de largo plazo en alguna ecuación, no tiene relevancia en la recuperación del equilibrio en todas. En particular, considerando la clase *ec* y dado que *icc*, *Yens* y *Mens* se ajustan para retornar al equilibrio en dos ecuaciones distintas (para *V* e *IED* y *Y* y *L*, respectivamente), se afirma que el ajuste a la tendencia de largo plazo compartida por las ocho variables cointegradas se describe mejor con movimientos transitorios de estas tres series que con el resto.²²

²¹ El análisis de todas las clases permite afirmar que los encadenamientos son débiles, ya que de las 24 relaciones posibles solo siete mostraron una relación de encadenamientos entre IED en ensamble y la actividad económica: fabricación de motores y sus partes en empleo e inversión extranjera; fabricación de otras partes y accesorios en producción y ventas; fabricación y ensamble de carrocerías y remolques en inversión extranjera; fabricación de partes y accesorios para el sistema de frenos en ventas; y, fabricación de partes para el sistema de transmisión en producción. Mientras que once relaciones muestran signos negativos (principalmente para la producción en las clases *ec*, *fmp*, *fss* y *fsf*) y en seis relaciones no se evidencia creación de encadenamientos.

²² Para *fmp* las series que describen mejor la corrección del desequilibrio son *tcpib* e *IEDens* (tienen signos negativos en las ecuaciones para *L* e *IED*); para *fpst* las series *Lens* e *icc* (en las ecuaciones para *Y*, *V* y *L*; *Y* y *L*, para cada una); para *fss* las *Lens* (para *Y*, *L* e *IED*), *icc*

Esto significa que cuando cualquiera de las variables de la actividad económica de las clases de autopartes se desvía de su razón habitual con las restantes, son estas series las que se ajustan hasta restaurar el equilibrio. El coeficiente de corrección del error promedio (significativo) es 0.96; mientras que los coeficientes más altos son para *IEDens* (3.39), *tcpib* (3.01) e *Mens* (0.26). Esto sugiere que la respuesta es relativamente rápida. Resalta el rol de *IEDens* que corrige la totalidad del desequilibrio en menos de un trimestre (26 días).

En promedio, cuando la producción en autopartes (particularmente *fss*, *fsf* y *fopa*) está por debajo del nivel de equilibrio, y las ensambladoras invierten, el desequilibrio se elimina totalmente en el siguiente trimestre. Si bien las empresas en autopartes ajustan sus niveles de producción en el corto plazo como consecuencia de nuevas inversiones, su dinámica en el largo plazo es diferente. En este sentido, los coeficientes de corto plazo son mayores que los de largo para *tcpib* e *IEDens*, por lo que su importancia disminuye en el tiempo, generando encadenamientos limitados.

4. Conclusiones

En este trabajo se planteó teóricamente que la IED tiene el beneficio de generar encadenamientos productivos de las empresas transnacionales con las nacionales. Bajo esta idea en México se han aplicado políticas de atracción de la misma, con el fin que ésta contribuya al desarrollo industrial. Uno de los sectores que se ha conformado desde sus inicios con capital extranjero es el sector de ensamble automotriz. Esta industria ha evolucionado bajo la aplicación de decretos automotrices por parte del gobierno y estrategias aplicadas por las empresas transnacionales a sus filiales en territorio mexicano, las cuales han configurado la cadena de producción.

Como se mencionó la IED ha sido una constante en la evolución de esta industria, y con el TLCAN se consolidaron las bases para permitir un mayor flujo de inversión. Esto hace suponer un incremento de los beneficios mencionados por la teoría del comercio internacional. Sin embargo, los resultados a los que se llegan en este trabajo en cuanto a la generación de encadenamientos no son los esperados.

Se concluye que las entradas de IED en el sector de ensamble no generan sistemáticamente encadenamientos con empresas productoras de autopartes nacionales. En otras palabras, estos encadenamientos son débiles, puesto que mayores inversiones de las ensambladoras no se reflejan consistentemente en incrementos en producción, ventas, empleo e IED para el periodo 1999-2008 de las empresas nacionales de autopartes.

Las estimaciones de largo plazo realizadas por clase de autopartes señalan que para siete relaciones la *IEDens* es significativa; por lo que presumiblemente los capitales extranjeros invertidos en el sector automotriz son capaces de generar encadenamientos con las empresas domésticas, si bien limitados. Por ende, debido a las nuevas configuraciones del sector automotriz, los proveedores de autopartes nacionales que no hayan iniciado un proceso de modernización en sus procesos productivos, tendrán dificultades para satisfacer eficientemente los requerimientos de las empresas de ensamble, colocándolos en una posición vulnerable dentro de la cadena internacional de producción.

Asimismo, las estimaciones de corto plazo indican que las entradas de capitales extranjeros en el sector de ensamble (*IEDens*) son de mayor relevancia para la actividad económica del sector de autopartes, puesto que genera encadenamientos productivos con las empresas. Sin embargo, se encuentra que estos encadenamientos se debilitan en el largo plazo, por las mismas razones señaladas arriba (falta de competitividad de las firmas domésticas).

Estos limitados encadenamientos derivados de la IED, se justifica de acuerdo con Narula y Dunning (2004) porque las ventajas potenciales de la IED, como transferencia de tecnología, conocimientos y generación de encadenamientos, sólo ocurren si las empresas de la economía receptora tienen la capacidad tecnológica y posesión de activos similares para integrarse en la cadena automotriz. En este sentido, la falta de encadenamientos es una señal de limitados efectos *spillover* tecnológicos de las ET hacia las nacionales.

En este contexto, es necesario que se desarrollen estrategias de largo plazo que permitan que el sector autopartes nacional sea más competitivo; las que deben desarrollarse en conjunto por el gobierno, empresas del sector automotriz y sector académico. En particular, emplear una herramienta, que en los inicios de la IAM permitió el desarrollo de encadenamientos, parece una alternativa viable. Esto es, por medio de decretos automotrices, el gobierno puede incentivar a las empresas ensambladoras a colaborar con las empresas de autopartes nacionales, en cuanto a investigación y desarrollo de nuevas tecnologías y capacidades que se requieren en el sector automotriz.

(para *L* e *IED*) y *Mens* (para *L* e *IED*); para *fsf* la serie *Lens* (para *Y*, *L* e *IED*) y para *fopa* las series *IEDens* (para todas las variables) *tcpib* y *Mens* (para *V*, *L* e *IED*) y *Yens* (para *Y*, *L* e *IED*).

5. Bibliografía

Álvarez, I. y Molero, J. (2005), *Las Empresas Multinacionales y la Innovación Tecnológica: Dinámica Internacional y Perspectiva Española*, Instituto Complutense de Estudios Internacionales, Departamento de Economía Aplicada, Universidad Complutense de Madrid.

Álvarez, M. (2002), “Cambios en la Industria Automotriz frente a la Globalización: El Sector de Autopartes en México”, *Contaduría y Administración*, No. 206, Facultad de Contaduría y Administración, UNAM, México, D.F.

Atallah, G. (2006), Entry Deterrence Through Fixed Cost-Reducing R&D, *Working Papers* 0605E, University of Ottawa, Department of Economics.

Bajo, O. (1991), *Teorías del Comercio Internacional*, Barcelona, Antoni Bosch Editor.

Brown, F. y Domínguez, L. (1998), *Transición Hacia Tecnologías Flexibles y Competitividad Internacional en la Industria Mexicana*, México, Ed. Porrúa.

Brown, F. (2005), *La Industria de Autopartes Mexicana: Reestructuración Reciente y Perspectivas*, México, UNAM.

Carrillo, Jorge, García Patricia, 1987, “Etapas Industriales y Conflictos Laborales: La Industria Automotriz en México”, *Estudios sociológicos*, No. 14, México.

CEPAL, (2000), “Impacto de los Encadenamientos Productivos y de las Relaciones Intersectoriales en el Desarrollo de las Pequeñas y Microempresas”, Santiago de Chile.

CEPAL, (2004), *La Inversión Extranjera en América Latina y El Caribe*, Santiago de Chile.

CEPAL, (2005), *La Inversión Extranjera en América Latina y El Caribe*, Santiago de Chile.

CEPAL, (2009), *La Inversión Extranjera Directa en América Latina y El Caribe*, Santiago de Chile.

De la Garza, E. (2005), *Modelos de Producción en la Maquila de Exportación la Crisis del Toyotismo Precario*, México, Plaza y Valdez Editores

Dutrénit, G. (2004), “La IED y las Capacidades de Innovación y Desarrollo Locales: Lecciones del Estudio de los Casos de la Maquila Automotriz y Electrónica en Ciudad Juárez”, CEPAL, Santiago de Chile

Dunning J, y Narula, R. (2004), *Multinational and Industrial Competitiveness; A New Agenda*. Edward Elgar Publishing. Series New Horizons in International Business, Massachusetts, Estados Unidos.

Dunning, J. (1995), “Reappraising the Eclectic Paradigm in an Age of Alliance Capitalism”, *Journal of International Business Studies*, 26, Lorraine Eden, Estados Unidos.

Dussel, E. Galindo, L. y Loría, E. (2003), “Condiciones y Efectos de la Inversión Extranjera Directa y del Proceso de Integración Regional en México Durante los años noventa: Una Perspectiva Microeconómica”, Banco Interamericano de Desarrollo, , Buenos Aires, Argentina

Dussel, E. (2007), *Inversión Extranjera Directa en México: Desempeño y Potencial una Perspectiva Macro, Meso, Micro y Territorial*, México D. F., Siglo XXI Editores.

Dussel, E. (2004), “Causas y Efectos de los Programas de Promoción Sectorial en la Economía Mexicana”, *Comercio Exterior*, México, Bancomext.

Filatotchev, I. y Jhindra, B. (2006), *Ownership Structure, Strategic Controls and Exporting of Foreign-Invested Firms in Transition Economies*, Department of Management, King's College London, London.

Giglo, N. (2007), Políticas Activas para Atraer Inversión Extranjera Directa en América Latina y el Caribe, CEPAL.

Krugman, P. (1997), *Desarrollo, Geografía y Teoría Económica*, Antoni Bosch, Barcelona

Markusen, J. y Venables, A. (1999), "FDI as a Catalyst for industrial Development", *European Economic Review*, vol. 43.

Mello, L. (1999), "Foreign Direct Investment-Led Growth: Evidence from Time Series and Panel Data", *Oxford Economic Papers*.

Middlebrook, K. (1991), "Las Dimensiones Políticas de la Reestructuración Industrial: El Caso de la Industria Automotriz Mexicana, *Política Comparada*, vol. 3.

Mortimore, M. (2005), Informe Sobre la Industria Automotriz Mexicana, CEPAL, Santiago de Chile.

Mundo Ejecutivo, (2000), "1000 Empresas más Importantes del Mundo, Sección Automotriz y Autopartes".

Narula, R. y Marin, A. (2005), "Exploring the relationship between direct and indirect Spillovers from FDI in Argentina", *Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology*.

Ochoa, K. (2005), La Industria Automotriz de México: Las Expectativas de Competitividad del sector de autopartes, *México y la Cuenca del Pacífico*, vol. 8-26, México.

Porter, M. (1991), *La Ventaja Competitiva de las Naciones*, Javier Vergara Editor, Buenos Aires, Argentina.

Organización Internacional del Trabajo, (2005), Tendencias de la Industria Automotriz que Afectan a los Proveedores de Componentes, *Informe para el debate de la Reunión Tripartita sobre el Empleo, el Diálogo Social, los Derechos en el Trabajo y las Relaciones Laborales en la Industria de la Fabricación de Material de Transporte*, Suiza.

Quiroz, J. (2009), "La Crisis de la Industria Automotriz en México: ¿Paradigma o Caso Aislado?", *El Cotidiano*, vol. 24-158, Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, México

Salvatore, D. (1998), *Economía Internacional*, 6ta. Ed., México.

Sotomayor, M. (2009), *Comercio Maquilador y Especialización Vertical de la Producción*, Weber State University, Estados Unidos

Vicencio, A. (2007), La Industria Automotriz en México. Antecedentes Situación Actual y Perspectivas, *Contaduría y Administración*, vol. 221, México.

Stancik, J. (2007), "Horizontal and Vertical FDI Spillovers: Recent Evidence from the Czech Republic", *Center for Economic Research and Graduate Education*, Prague.

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.

