

# **E**NSAYOS *Revista de Economía*

---

Volumen XXIX, número 2

noviembre de 2010

## **Artículos**

### **Análisis estadístico de la inflación en México en el nivel de subíndices y genéricos**

*Carla Mariana Ysusi Mendoza*

### **Las Administradoras de Fondos de Pensiones y el desarrollo del mercado de capitales en Chile**

*Roberto J. Santillán Salgado, David López, Justo Montenegro*

### **Análisis de cointegración y valores umbrales entre la inflación y el crecimiento económico en México: 1970-2007**

*W. Adrián Riso Adrián Riso, Edgar J. Sánchez Carrera*

### **Free Trade and Pollution in the Manufacturing Industry in Mexico: A Verification of the Inverse Kuznets Curve at a State Level**

*Elena Catalina Jáuregui Nolen, José de Jesús Salazar Cantú, Raymundo Cruz Rodríguez Guajardo, Héctor González García*



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Economía

Centro de Investigaciones Económicas



**Universidad Autónoma de Nuevo León**

**Rector**

Dr. med. Santos Guzmán López

**Secretario General**

Dr. Juan Paura García

**Secretario Académico**

Dr. Jaime Arturo Castillo Elizondo

**Secretario de Extensión y Cultura**

Dr. José Javier Villarreal Álvarez Tostado

**Director de Editorial Universitaria**

Lic. Antonio Jesús Ramos Revillas

**Directora de la Facultad de Economía**

Dra. Joana Cecilia Chapa Cantú

**Director del Centro de Investigaciones Económicas**

Dr. Edgar Mauricio Luna Domínguez

**Editor Responsable**

Dr. Jorge Omar Moreno Treviño

**Editores Asociados**

Dr. Edgar Mauricio Luna Domínguez

Dr. Daniel Flores Curiel

Dra. Cinthya Guadalupe Caamal Olvera

Dra. Joana Cecilia Chapa Cantú

**Consejo Editorial**

Alejandro Castañeda Sabido (Comisión Federal de Competencia Económica, México)

Dov Chernichovsky (University of the Negev, Israel)

Richard Dale (University of Reading, Inglaterra)

Alfonso Flores Lagunes (Syracuse University, EUA)

Chinhui Juhn (University of Houston, EUA)

Timothy Kehoe (University of Minnesota, EUA)

Félix Muñoz García (Washington State University, EUA)

Salvador Navarro (University of Western Ontario, Canadá)

José Pagán (The New York Academy of Medicine, EUA)

Elisenda Paluzie (Universitat de Barcelona, España)

Leobardo Plata Pérez (Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México)

Martín Puchet (Universidad Nacional Autónoma de México, México)

Patricia Reagan (Ohio State University, EUA)

Mark Rosenzweig (Yale University, EUA)

Ian Sheldon (Ohio State University, EUA)

Carlos Urzúa Macías († 2024) (Tecnológico de Monterrey, México)

Francisco Venegas Martínez (Instituto Politécnico Nacional, México)

**Comité Editorial**

Ernesto Aguayo Téllez, Lorenzo Blanco González (UANL, México)

Alejandro Ibarra Yúnez (Tecnológico de Monterrey, México)

Vicente Germán-Soto (Universidad Autónoma de Coahuila, México)

Raúl Ponce Rodríguez (Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México)

Ignacio de Loyola Perrotini Hernández (Universidad Nacional Autónoma de México)

**Edición de redacción, estilo y formato**

Paola Beatriz Cárdenas Pech

Bricelda Bedoy Varela

Ensayos Revista de Economía, Vol. 29, No. 2, diciembre-junio 2010. Es una publicación semestral, editada por la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Facultad de Economía con la colaboración del Centro de Investigaciones Económicas. Domicilio de la publicación: Av. Lázaro Cárdenas 4600 Ote., Fracc. Residencial Las Torres, Monterrey, N.L. C.P. 64930. Tel. +52 (81) 8329 4150 Ext. 2463 Fax. +52 (81) 8342 2897. Editor Responsable: Jorge Omar Moreno Treviño. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2009-061215024200-102, ISSN 1870-221X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Licitud de Título y Contenido No. 14910, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Registro de marca ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial: 1182771. Impresa por: Serna Impresos, S.A. de C.V., Vallarta 345 Sur, Centro, C.P. 64000, Monterrey, Nuevo León, México. Fecha de terminación de impresión: 1 de noviembre de 2010. Tiraje: 30 ejemplares. Distribuido por: Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Facultad de Economía, Av. Lázaro Cárdenas 4600 Ote., Fracc. Residencial Las Torres, Monterrey, N.L. C.P. 64930.

Las opiniones y contenidos expresados en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores.

**Impreso en México**

**Todos los derechos reservados**

© Copyright 2010

ensayos.uanl.mx

## Índice

<i>Análisis estadístico de la inflación en México en el nivel de subíndices y genéricos</i>	1
Carla Mariana Ysusi Mendoza	
<i>Las Administradoras de Fondos de Pensiones y el desarrollo del mercado de capitales en Chile</i>	53
Roberto J. Santillán Salgado, David López, Justo Montenegro	
<i>Análisis de cointegración y valores umbrales entre la inflación y el crecimiento económico en México: 1970-2007</i>	77
W. Adrián Risso Adrián Risso, Edgar J. Sánchez Carrera	
<i>Free Trade and Pollution in the Manufacturing Industry in Mexico: A Verification of the Inverse Kuznets Curve at a State Level</i>	99
Elena Catalina Jáuregui Nolen, José de Jesús Salazar Cantú, Raymundo Cruz Rodríguez Guajardo, Héctor González García	



## **Análisis estadístico de la inflación en México en el nivel de subíndices y genéricos**

Carla Mariana Ysusi Mendoza\*

Fecha de recepción: 14 XII 2009

Fecha de aceptación: 8 III 2010

### **Resumen**

En este trabajo, se realiza un análisis estadístico detallado del comportamiento de las variaciones en los precios del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) de mayo 2003 a agosto 2006. La inflación general se vio afectada por distintos choques de oferta, en dicho período, los cuales propiciaron repuntes temporales de este indicador. La identificación de los subíndices y genéricos cuyos cambios en precios influyeron en las desviaciones temporales de la meta de inflación, establecida por el Banco de México, es relevante para evaluar el proceso inflacionario. Las diferentes técnicas estadísticas que se utilizaron permitieron identificar, durante la muestra en estudio, posibles problemas de clasificación de alguno de los diferentes subíndices y problemas de presiones inflacionarias sobre ciertos genéricos. Al analizar incidencias, resalta el hecho de que un número reducido de genéricos explicaba un importante porcentaje de la inflación general, durante el período estudiado.

**Palabras clave:** Índice Nacional de Precios al Consumidor y sus componentes, distribuciones muestrales y medidas descriptivas, dendrogramas, análisis de componentes principales, pruebas de hipótesis.

**Clasificación JEL:** C19, E31.

---

\* Dirección General de Investigación Económica, Banco de México.

Dirección: Cinco de Mayo No. 18, Col. Centro, México D.F., CP. 06059, México.

Correo electrónico: [cysusi@banxico.org.mx](mailto:cysusi@banxico.org.mx)

Las opiniones expresadas en este documento corresponden exclusivamente al autor y no necesariamente representan el punto de vista del Banco de México. Quisiera agradecer a Antonio Noriega y Mario Oliva por proporcionarme las fechas de cambio en persistencia de las series y a Jesús Castañeda e Isabel Osorio por su respectiva colaboración para la elaboración de este documento.

### **Abstract**

In this paper, it was conducted a detailed statistical analysis of the behavior of the Mexican CPI (Current Price Index) variations from May 2003 to August 2006. Headline inflation was affected by different supply shocks during this period, which caused a temporary increase in this indicator. It is important to identify those subindexes and items price changes that had repercussions on the temporary deviations from the inflation target set by the Mexican Central Bank. Different methodologies allowed to identify possible classification problems of the subindexes and inflationary pressures on specific items during the sample period.

**Keywords:** CPI and its components, sample distributions and descriptive measures, principal component analysis

**JEL Classification:** C19, E31.

### **Introducción**

Se realiza un análisis estadístico detallado sobre la inflación mensual, en el nivel de los componentes, los subíndices y los genéricos que conforman el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), para una muestra de mayo, 2003 a agosto, 2006. Uno de los objetivos es identificar aquellos rubros cuyos cambios en precios propiciaron<sup>1</sup> importantes o recurrentes desviaciones temporales de la meta de inflación, establecida por el Banco de México<sup>2</sup>. La estabilidad de precios es un objetivo prioritario de los bancos centrales. Dado que factores que no están bajo su control directo pueden afectar la inflación, es importante estudiar con detalle las variaciones de los precios de los genéricos que componen el INPC. Adicionalmente, el presente estudio permitirá analizar diferencias entre sectores, lo cual es importante para el manejo de la política monetaria, dado que cada sector reacciona de diferente manera a cambios en ella. Así mismo, el identificar sectores o

---

<sup>1</sup> Es importante notar que en este documento sólo se podrán estudiar los efectos directos que tuvieron los cambios en precios de los genéricos, en la inflación. Sin embargo, los efectos indirectos que los cambios de precios de un genérico puedan llegar a tener sobre el precio de otro genérico, son difíciles de cuantificar y no son incluidos en este estudio. Esto limita el alcance del estudio, dado que dichos efectos pueden llegar a ser importantes, por lo que los resultados deben interpretarse tomando este aspecto en cuenta. Nótese que ninguno de los métodos estadísticos utilizados aquí da implicaciones de causalidad, ni se estudian los efectos indirectos.

<sup>2</sup> En el Informe sobre la Inflación correspondiente a abril-junio de 2002 (Banco de México, 2002 a) aparece: “el objetivo de inflación para diciembre de 2003 y el correspondiente a los años subsecuentes se establece formalmente como una inflación anual del INPC, de 3 por ciento, con un intervalo de variabilidad de más/menos un punto porcentual”.

genéricos con comportamientos extremos es un punto inicial y necesario para un futuro análisis microeconómico de los incentivos en dichos sectores. Problemas detectados en este estudio podrían señalar la necesidad de una investigación que esté más enfocada a algunos sectores, para el diseño de reformas o políticas que puedan aminorar distorsiones.

Durante el período en estudio, los precios se vieron afectados por choques de oferta, los cuales propiciaron repuntes temporales de la inflación general. Sin embargo, no todos los genéricos fueron afectados en la misma magnitud por estos choques, por lo que resulta fundamental detectar los subíndices y genéricos que enfrentaron las mayores presiones inflacionarias, mediante el uso de diferentes técnicas estadísticas. En este trabajo se realiza un análisis estadístico detallado del comportamiento de las variaciones de los precios del INPC para una muestra con este fin, de mayo, 2003 a agosto, 2006. La última fecha de observación de la muestra fue elegida para intentar excluir los fuertes choques que afectaron a los precios internacionales de materias primas, de 2006 a 2008, y las presiones sobre la inflación causadas por la depreciación del tipo de cambio, a finales de 2008 y principios<sup>3</sup> de 2009.

Cabe señalar que la inflación general mensual en México tuvo un cambio en persistencia a finales del año 2000. Durante el período estudiado, la inflación general mensual parece seguir un proceso estacionario (Chiquiar *et al.*, 2010) y estar convergiendo con la meta establecida de 3% de variación anual del INPC. Pero aun siendo ésta estacionaria, los precios están sujetos a posibles choques de oferta. Considerando el número y magnitud de dichos choques, es necesario conocer a detalle cómo éstos afectaron a los diferentes subíndices y genéricos incluidos en el Índice Nacional de Precios al Consumidor.

Es importante que se pueda identificar la dinámica y las características estadísticas de los genéricos incluidos en el INPC, en el nivel nacional, para tener una mejor evaluación del proceso inflacionario. A su vez, esto es útil tanto para la conducción de la política monetaria como para lograr un mejor diseño del INPC. El análisis permite identificar posibles problemas de clasificación de los diferentes subíndices y de presiones inflacionarias sobre ciertos genéricos.

---

<sup>3</sup> Se eligió agosto de 2006 como última observación de la muestra, dado que, utilizando la metodología de *wavelets*, es la fecha cuando se da un cambio de tendencia en la inflación al filtrar las primeras tres escalas. Dado que las series son estacionarias, los resultados son robustos para cambiar dicha fecha a algún mes próximo anterior o posterior. Los ejercicios se repitieron ampliando la muestra hasta enero de 2007 y los resultados son prácticamente idénticos.

#### 4 *Ensayos Revista de Economía*

En resumen, para la muestra estudiada de mayo de 2003 a agosto de 2006, se encontraron los siguientes resultados relevantes. Con respecto a la clasificación de los subíndices dentro de la inflación subyacente o no subyacente, la educación presentó mayores similitudes en la distribución y momentos a los subíndices de la inflación subyacente (considerando datos desestacionalizados)<sup>4</sup>. En general, los genéricos que mostraron las medias y las varianzas más elevadas de las variaciones mensuales de sus precios, fueron algunos productos agropecuarios (jitomate, tomate verde, cebolla), alimentos procesados (azúcar), energéticos (gasolina y electricidad) y otros productos asociados a los metales (relojes, joyas y bisutería) y mantenimiento de vivienda (materiales). Al analizar las incidencias, se conjugan los efectos de las mayores medias y varianzas de algunos productos con los efectos de tener elevados ponderadores. Así, un número muy reducido de genéricos explica un importante porcentaje de la inflación general.

Este documento se organiza de la siguiente manera. En la sección 1, se describen las series a analizar. En la sección 2, las series de inflación nacional mensual, en niveles y desestacionalizadas, de los componentes, subíndices y de los 315 genéricos que componen el INPC, son estudiadas estadísticamente (distribuciones y momentos) y comparados entre sí. En la sección 3, son analizadas las incidencias de los subíndices y genéricos. Finalmente, se presentan las conclusiones.

### **1. Índice Nacional de Precios al Consumidor**

El Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) es un indicador económico, cuya finalidad es medir, a través del tiempo, la variación de los precios de una canasta de bienes y servicios representativa del consumo de los hogares en México<sup>5</sup>. Para su elaboración, se hace un seguimiento continuo de productos específicos, los cuales se agrupan para formar conjuntos aproximadamente homogéneos de bienes y servicios, los genéricos. Mensualmente se recopilan alrededor de 170 mil cotizaciones de precios específicos, para calcular las variaciones de precios de los 315 genéricos y cada uno de estos genéricos tiene un peso distinto dentro del Índice. La determinación de los genéricos y sus ponderaciones dentro del INPC se realiza con base en la Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH), que levanta el INEGI. Dicha encuesta tiene cobertura

---

<sup>4</sup>Cabe señalar que en el Informe sobre la Inflación de julio-septiembre de 2007, se anunció el cambio de definición de la inflación subyacente, a partir de enero de 2008. Este tema se abordará con mayor detalle en la sección 2.1.

<sup>5</sup> Para mayor información sobre la construcción de este índice, consultar Banco de México (2002b).

nacional y toma en cuenta tanto los ingresos de los hogares como la distribución de los gastos. La última actualización de la base del INPC se hizo la segunda quincena de junio de 2002.

Para asegurar la representatividad geográfica se consideran 46 localidades de la República Mexicana<sup>6</sup>, agrupadas en siete regiones: Frontera Norte, Noroeste, Noreste, Centro Norte, Centro Sur, Sur y Área Metropolitana/Ciudad de México. En al menos una ciudad por entidad federativa, se recaba información; y el listado de dichas ciudades se encuentra en el apéndice.

La inflación general se calcula tomando en cuenta las variaciones de precios de los 315 genéricos. Dado que no todos los precios que integran el INPC muestran igual patrón de comportamiento, es conveniente agrupar los diferentes genéricos en subíndices para facilitar su análisis. La inflación general se divide en el componente subyacente y el no subyacente. La inflación subyacente mide la tendencia de mediano plazo, excluyendo aquellos genéricos que presentan una alta volatilidad o que sus precios responden a criterios administrativos y no de mercado. La inflación no subyacente incluye aquellos genéricos que dificultan la determinación de la tendencia general del proceso inflacionario y que por consecuencia fueron excluidos del índice de inflación subyacente.

El índice de inflación subyacente se separa, a su vez, en: subíndice de mercancías y subíndice de servicios. El índice de inflación no subyacente incluye al subíndice de agropecuarios, al subíndice de administrados y concertados y al subíndice de educación<sup>7</sup>. Por su parte, el subíndice de mercancías puede dividirse, en: los grupos de alimentos y otras mercancías; el subíndice de servicios en vivienda y otros servicios; el subíndice de agropecuarios en frutas y verduras, y carnes y huevo y, por último, el subíndice de administrados y concertados. El listado de los genéricos incluidos en cada uno de estos grupos puede ser consultado en el apéndice.

---

<sup>6</sup> El artículo 20 BIS del Código Fiscal de la Federación, en su primer párrafo establece, que: “El Índice Nacional de Precios al Consumidor a que se refiere el segundo párrafo del Artículo 20, que calcula el Banco de México, se sujeta a lo siguiente:

I. Se cotizarán cuando menos los precios en 30 ciudades, las cuales estarán ubicadas en por lo menos 20 entidades federativas. Las ciudades seleccionadas deberán en todo caso tener una población de 20,000 o más habitantes, y siempre habrán de incluirse las 10 zonas conurbadas o ciudades más pobladas de la República.”

<sup>7</sup> En este documento, se utilizará la definición antigua del componente subyacente (donde la educación forma parte del componente no subyacente) dado que la muestra termina en agosto de 2006. El cambio de definición de la inflación subyacente se efectuó a partir de enero de 2008.

En este documento, se analizan las series de inflación mensual<sup>8</sup> general y de los 315 genéricos, para las 46 ciudades y en el nivel nacional (considerando la inflación general y las series en el nivel nacional se tienen  $316 \times 47 = 14,852$  series). La muestra considerada inicialmente va de enero de 1995 a agosto de 2006. Como se especificó anteriormente la última fecha de observación de la muestra fue elegida para intentar excluir los fuertes choques que afectaron a los precios internacionales de materias primas de 2006 a 2008 y las presiones sobre la inflación causadas por la depreciación del tipo de cambio a finales de 2008 y principios de 2009. Dado que, en lo general, las autoridades monetarias suelen reaccionar ante choques de demanda que afecten los niveles de inflación, pero suelen mantener inalterada sus posturas ante choques de oferta (Clarida *et al.*, 1999), es importante excluir dichos choques transitorios de la muestra, pues pueden llevar a conclusiones erróneas sobre la dinámica de la inflación en México.

Dada la necesidad de series estacionarias<sup>9</sup>, se encontró la fecha de cambio en persistencia, para cada una de las 14,852 series, y se tomó la última fecha en que hubo un cambio en persistencia. Esto para asegurarnos de tener una fecha en la que todas las series sean estacionarias y contengan el mismo número de observaciones. Dicha fecha es mayo 2003, por lo que nuestra muestra irá de mayo de 2003 a agosto de 2006. Es importante señalar que los resultados aquí encontrados corresponden a dicha muestra y que no se consideran choques subsecuentes.

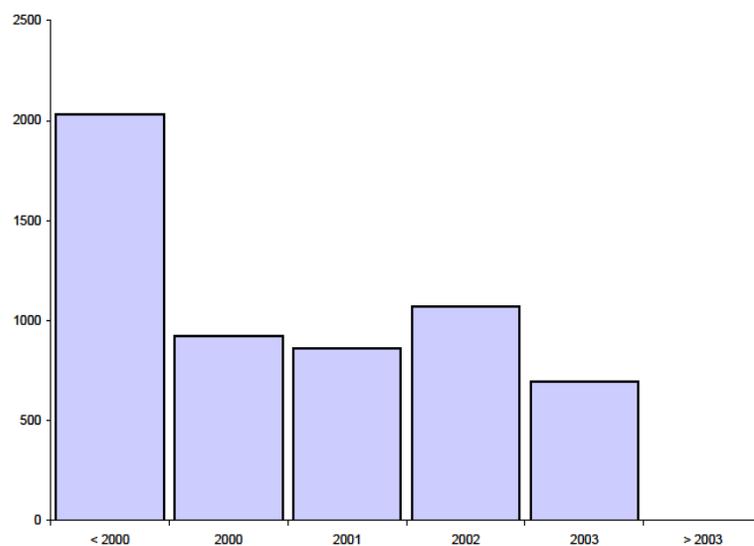
El histograma (figura 1) muestra el número de genéricos que presentaron un cambio en persistencia en cada fecha (agrupados por año). Aproximadamente, seis mil series mostraron un cambio en persistencia y nueve mil no tuvieron dicho cambio, dado que ya eran estacionarias o porque fueron incorporadas al Índice Nacional de Precios al Consumidor en 2002.

---

<sup>8</sup> El utilizar inflaciones mensuales, en lugar de series anuales, evita problemas de base de comparación; es decir, evita efectos de escalón. La posible desventaja de las series mensuales es que pueden incluir efectos estacionales, por ellos, se analizan tanto las inflaciones mensuales como las inflaciones mensuales desestacionalizadas. Se utiliza el método *tramo-seats* para desestacionalizar las series.

<sup>9</sup> La estacionariedad de las series es necesaria para poder aplicar los diferentes métodos estadísticos utilizados.

Figura 1  
**Histograma anual de cambio en persistencia, que presentan los diferentes genéricos**



Los métodos estadísticos utilizados, para el estudio y comparación de las series de inflación, comprenden: diagramas de caja y brazo (para comparación de las distribuciones muestrales), comparación de medidas descriptivas (media, varianza, sesgo y curtosis), análisis de conglomerado utilizando dendrogramas, análisis multivariado utilizando componentes principales y pruebas de hipótesis<sup>10</sup>, para comparar las distribuciones muestrales. Para una descripción detallada sobre estas técnicas, consultar Rice (1993), Venables y Ripley (1999) y Aguirre *et al.*, (2006).

<sup>10</sup> Se realizaron pruebas de hipótesis comparando las distribuciones muestrales, las medidas de localización (media y mediana) y las medidas de dispersión (varianza y rango) de las inflaciones mensuales de los diferentes subíndices y genéricos. Se realizaron pruebas paramétricas y no paramétricas dado que cada una tiene diferentes supuestos que pueden no llegar a cumplirse; las pruebas paramétricas asumen normalidad y las no paramétricas son muy sensibles a observaciones aberrantes. Las pruebas aquí utilizadas son descritas en el anexo 1.

## 2. Series de inflación en niveles y desestacionalizadas

### 2.1 Inflación mensual nacional: subíndices

Se inicia el análisis por el nivel de agregación más alto, estudiando los componentes y subíndices de la inflación general, es decir, las series: de inflación general, subyacente, de mercancías, de otras mercancías, de servicios, de vivienda, de otros servicios, no subyacente, de agropecuarios, de frutas y verduras, de carnes y huevo, de administrados y concertados, de administrados, de concertados y de educación (se hará referencia a este grupo de series, como: “agregados apertura 16”).

Con un diagrama de caja y brazo<sup>11</sup> (figura A2.1), es posible apreciar las diferencias entre las distribuciones muestrales de estos agregados, correspondientes al período de estudio. Con el diagrama de caja y brazo se puede identificar la localización (medianas), la dispersión y la presencia de valores aberrantes en las distribuciones de los diferentes agregados. La diferencia más importante entre las distribuciones es la que se presenta en la dispersión entre los subíndices subyacentes y los no subyacentes. Todos los subíndices dentro del componente no subyacente registran una enorme dispersión, exceptuando la educación tras desestacionalizar. La dispersión de este subíndice es causada primordialmente por observaciones aberrantes, debidas a factores estacionales. Al desestacionalizar<sup>12</sup> las series, las diferencias en dispersión entre los subíndices de los componentes subyacentes y no subyacentes disminuyen considerablemente, excepto para las frutas y verduras. Los valores extremos de los administrados y la educación desaparecen casi en su totalidad. La educación parece guardar una gran similitud en distribución con los subíndices del componente subyacente.

Las mismas series pueden ser representadas en dendrogramas para identificar de una forma gráfica aquellos subíndices con mayores similitudes y diferencias en sus momentos (media, varianza, sesgo y curtosis). Al realizar los dendrogramas se excluyen las series más agregadas, tales como: general, subyacente, no subyacente, mercancías, servicios, agropecuarios y administrados y concertados, para evitar información repetida, dado que éstas (componentes y subíndices) son sumas ponderadas de las demás series (grupos). Los dendrogramas se muestran en el anexo 2; pero, los resultados se resumen a continuación.

En primer término, cuando se representan las medias de los 9 grupos restantes en el dendrograma (figura A2.2), se obtiene una diferencia clara entre los componentes de la inflación subyacente y la no subyacente. Al

<sup>11</sup> Los diagramas de caja y brazo y los dendrogramas se incluyen en el anexo A.2.

<sup>12</sup> El método de ajuste estacional utilizado en este documento fue el *tramo-seats*.

desestacionalizar, el agrupamiento de estos rubros respecto a las medias no cambia. Las de varianzas (figuras A2.3 y A2.4) son dominadas por la correspondiente a las frutas y verduras. Con los datos originales, el grupo de los administrados presenta una varianza elevada, seguidos de las carnes y huevo y de la educación. Cuando se convierten las series en estacionarias, las distancias en el dendrograma son dominadas nuevamente por la gran varianza de las frutas y verduras, pero esta vez los administrados y la educación ya no parecen mostrar diferencias importantes con respecto a los otros grupos. Esta importante reducción de la varianza, señala que la dispersión de la educación es causada casi en su totalidad por factores estacionales.

Si se compara numéricamente los diferentes momentos de cada uno de los componentes y subíndices que conforman la inflación general, se encuentran resultados similares a los discutidos anteriormente. En las tablas 1 y 2, se dan los valores de los estadísticos de los diferentes momentos y junto a ellos, en paréntesis, se muestra la posición correspondiente a cada agregado al ordenarlos de mayor a menor, según el valor para cada estadístico.

Tabla 1  
Momentos de los agregados, apertura 16

	Media (originales)	Media (desest.)	Varianza (originales)	Varianza (desest.)	Sesgo (originales)	Sesgo (desest.)
SUBYACENTE	0.0027 (12)	0.0029 (11)	8.56E-07 (15)	1.39E-07 (15)	35.32 (1)	488.3 (1)
<b>Mercancías</b>	0.0025 (13)	0.0026 (13)	1.42E-06 (12)	4.07E-07 (12)	14.78 (4)	80.83 (4)
Alimentos	0.0039 (7)	0.0041 (7)	4.54E-06 (10)	1.64E-06 (8)	12.45 (5)	44.11 (7)
Otras mercancías	0.0014 (15)	0.0015 (15)	1.15E-06 (14)	2.19E-07 (14)	5.77 (7)	44.17 (6)
<b>Servicios</b>	0.0030 (10)	0.0031 (10)	1.86E-06 (11)	2.25E-07 (13)	17.95 (3)	315.5 (3)
Vivienda	0.0028 (11)	0.0028 (12)	1.36E-06 (13)	7.75E-07 (9)	22.33 (2)	44.09 (8)
Otros servicios	0.0033 (9)	0.0034 (9)	6.20E-06 (9)	7.29E-07 (10)	6.19 (6)	77.29 (5)
NO SUBYACENTE	0.0049 (5)	0.0046 (6)	9.50E-05 (7)	2.43E-05 (4)	1.59 (11)	3.39 (12)
<b>Agropecuarios</b>	0.0059 (3)	0.0058 (2)	5.17E-04 (3)	3.68E-04 (2)	0.98 (12)	0.91 (14)
Frutas y verduras	0.0085 (1)	0.0080 (1)	2.88E-03 (1)	2.10E-03 (1)	0.60 (15)	0.68 (15)
Carnes y huevo	0.0048 (6)	0.0049 (5)	9.93E-05 (6)	5.73E-05 (3)	2.43 (10)	2.87 (13)
<b>Admin. y Concert.</b>	0.0039 (7)	0.0040 (8)	1.56E-04 (5)	3.85E-06 (7)	0.66 (13)	15.94 (9)
Administrados	0.0057 (4)	0.0057 (3)	6.40E-04 (2)	1.55E-05 (5)	0.64 (14)	8.52 (10)
Concertados	0.0024 (14)	0.0025 (14)	1.01E-05 (8)	4.84E-06 (6)	5.70 (8)	6.52 (11)
<b>Educación</b>	0.0066 (2)	0.0057 (3)	1.63E-04 (4)	6.54E-07 (11)	4.15 (9)	390.5 (2)

Tabla 2  
**Momentos de los agregados, apertura 16**

	3er. momento (originales)	3er. momento (desest)	Curtosis (originales)	Curtosis (desest)	4to. momento (originales)	4to. momento (desest)
SUBYACENTE	2.79E-08 (13)	2.52E-08 (13)	133.7 (1)	3928 (1)	9.80E-11 (14)	7.57E-11 (13)
<b>Mercancías</b>	2.51E-08 (14)	2.10E-08 (14)	44.03 (4)	380.7 (4)	8.95E-11 (12)	6.32E-11 (14)
Alimentos	1.21E-07 (9)	9.26E-08 (8)	38.87 (5)	177.3 (6)	8.04E-10 (9)	4.77E-10 (9)
Otras mercancías	7.17E-09 (15)	4.52E-09 (15)	13.71 (9)	170.2 (8)	1.83E-11 (15)	8.16E-12 (15)
<b>Servicios</b>	4.55E-08 (11)	3.37E-08 (11)	57.83 (3)	2219 (3)	2.00E-10 (11)	1.13E-10 (11)
Vivienda	3.55E-08 (12)	3.01E-08 (12)	80.40 (2)	176.3 (7)	1.49E-10 (13)	1.06E-10 (12)
Otros servicios	9.59E-08 (10)	4.80E-08 (10)	14.84 (7)	355.4 (5)	5.72E-10 (10)	1.89E-10 (10)
NO SUBYACENTE	1.47E-06 (6)	4.05E-07 (5)	4.04 (13)	7.62 (12)	3.66E-08 (7)	4.49E-09 (7)
<b>Agropecuarios</b>	1.15E-05 (2)	6.45E-06 (2)	3.72 (14)	3.04 (14)	9.95E-07 (4)	4.12E-07 (3)
Frutas y verduras	9.35E-05 (1)	6.58E-05 (1)	3.38 (15)	2.97 (15)	2.81E-05 (1)	1.31E-05 (1)
Carnes y huevo	2.41E-06 (5)	1.25E-06 (3)	6.68 (12)	7.36 (13)	6.59E-08 (6)	2.42E-08 (6)
<b>Admin y Concert</b>	1.29E-06 (7)	1.20E-07 (7)	6.78 (11)	55.55 (9)	1.65E-07 (5)	8.22E-10 (5)
Administrados	1.05E-05 (3)	5.22E-07 (4)	6.81 (10)	26.73 (11)	2.79E-06 (2)	6.46E-09 (2)
Concertados	1.82E-07 (8)	6.95E-08 (9)	24.89 (6)	24.74 (10)	2.52E-09 (8)	5.80E-10 (8)
<b>Educación</b>	8.65E-06 (4)	2.06E-07 (6)	14.01 (8)	2944 (2)	3.72E-07 (3)	1.26E-09 (4)

De la observación de las tablas, se distingue una gran diferencia numérica entre las varianzas de los agregados subyacentes y los no subyacentes. Al desestacionalizar, las varianzas de los administrados, los concertados y la educación se reducen considerablemente. Como era de esperarse, los subíndices que componen a la inflación subyacente tienen menores momentos (3ero. y 4to.) que aquéllos que componen la inflación no subyacente. No obstante, esto se revierte al estandarizar dichos momentos por la varianza para obtener el sesgo y la curtosis; lo cual se debe a las elevadas varianzas de los subíndices de la no subyacente. El sesgo y la curtosis se ven afectados por la desestacionalización, dado que son los momentos divididos por la varianza, que cambia considerablemente al desestacionalizar las series (*e.g.* educación). Nótese que la educación se asemeja más a los subíndices de la inflación subyacente, cuando ésta es desestacionalizada.

Una manera más formal para determinar las diferencias y similitudes en la distribución, localización y dispersión de los agregados en apertura 16, es a través de pruebas de hipótesis<sup>13</sup>. Al realizar las pruebas con las series originales, en lo general, se encuentra que la mayoría de los agregados analizados no son significativamente diferentes en media. Las diferencias

<sup>13</sup> Los resultados numéricos de las pruebas de hipótesis no se presentan pero pueden ser solicitados al autor.

significativas radican principalmente en varianzas. Los subíndices del componente subyacente son los únicos que presentan diferencias significativas en medias entre sí. Para los no subyacentes, la magnitud de sus varianzas es tal, que no permite encontrar diferencias estadísticamente significativas en las medias. En las pruebas de igualdad de varianzas se encuentran diferencias en muchos casos, el mayor número de rechazos de la hipótesis nula de igualdad de varianzas se dan al comparar los subíndices del componente no subyacente. A las series desestacionalizadas también se les aplican las pruebas de hipótesis para encontrar diferencias y similitudes en distribución, localización y dispersión. Al desestacionalizar se reduce la varianza, lo que aumenta la significancia de las pruebas para encontrar diferencias en medias. Esto sucede en la mayoría de los casos, excepto en las pruebas que incluyen a las frutas y verduras o a las carnes y huevo, esto debido a que, aun las series desestacionalizadas, muestran una gran varianza. Entre los rubros subyacentes, sus varianzas con datos desestacionalizados son muy parecidas entre sí, inclusive, éstas son similares a la de la educación, la cual ve reducida su varianza considerablemente al ser desestacionalizada.

Los diferentes ejercicios expuestos hasta aquí pueden resumirse en las siguientes conclusiones. En el período estudiado, la mayor diferencia entre los subíndices de los componentes subyacentes y no subyacentes está en la magnitud de las varianzas. Los subíndices del componente no subyacente parecen tener una mayor media y varianza, especialmente las frutas y verduras. Con datos originales, la educación guarda semejanza en media y varianza con los subíndices no subyacentes; no obstante, las semejanzas en varianzas se desvanecen al utilizar cifras desestacionalizadas y se asemejan con los grupos del componente subyacente.

Lo anterior podría indicar un problema en la composición de la inflación subyacente y no subyacente, durante el período estudiado. Referente a ello, cabe mencionar que en el Informe sobre la Inflación de julio-septiembre de 2007, se anunció el cambio de definición de la inflación subyacente: “a partir de enero de 2008, el Banco de México modificará la definición del índice de precios subyacente, incorporando dentro de la canasta actual de éste el subíndice de precios de la educación privada, que actualmente es parte del componente no subyacente del INPC”. Las definiciones de los componentes subyacente y no subyacente obedecen a que la volatilidad de los subíndices incluidos en cada uno puedan o no dificultar la identificación de la tendencia de la inflación. Los subíndices que dificultan la determinación de la tendencia general del proceso inflacionario, son los que se agrupan en el componente no subyacente y, en su mayor parte, los precios se fijan por cotizaciones internacionales, por decisiones administrativas o por factores climatológicos. Esto conlleva a que presenten una mayor volatilidad, que

sean de difícil predicción y que no sean indicativos de la tendencia de mediano plazo de la inflación. La educación privada, a pesar de mostrar alta volatilidad, ésta se reduce fuertemente al desestacionalizar. Los mayores ajustes a sus precios se dan primordialmente en agosto, septiembre y enero, por lo que los cambios en sus precios se han tornado más predecibles, a medida que el nivel general de inflación en México ha ido disminuyendo. Finalmente, cabe señalar que el mayor sesgo y curtosis es observado en los subíndices del componente subyacente. Esto se debe a que ambos estadísticos están altamente influenciados por la varianza (una baja varianza eleva el valor del sesgo y la curtosis). Esto se ve reforzado con el hecho de que los agregados de la inflación no subyacente tienen el mayor 3er. y 4to. momento, pero el menor sesgo y curtosis.

### *2.2 Inflación mensual de los 315 genéricos en el nivel nacional*

En esta sección, se analizará cada una de las series de los 315 genéricos que componen el Índice Nacional de Precios al Consumidor. Dichos genéricos se vieron afectados en diferente grado por los choques de oferta durante el período estudiado. Entre los choques más importantes en la muestra se encuentran aquéllos a los alimentos, tanto en 2004 como a partir del segundo semestre de 2006 (el cual se intentó excluir cortando la serie en agosto de 2006). La dinámica creciente de los precios de los alimentos, en ambos casos, respondió a las perturbaciones de oferta que se presentaron en el nivel mundial. También los precios internacionales de los energéticos registraron fuertes aumentos, pero el traspaso al mercado interno fue atenuado por las políticas de precios y tarifas del Gobierno Federal, durante el período estudiado. Las variaciones de los precios de vivienda mantuvieron una tendencia alcista a finales del año 2004 y principios de 2005, así como durante el primer semestre de 2006; esto debido al incremento en precios de algunos materiales de la construcción. También cabe notar que los precios de las frutas y verduras se caracterizan por importantes variaciones a lo largo del tiempo, sin embargo, las observadas a partir del año 2005 exhibieron el rango más amplio<sup>14</sup>. En esta sección, se identificarán aquellos genéricos cuyos precios fueron afectados en mayor medida y propiciaron fuertes presiones a la inflación general, en el período de mayo de 2003 a agosto de 2006.

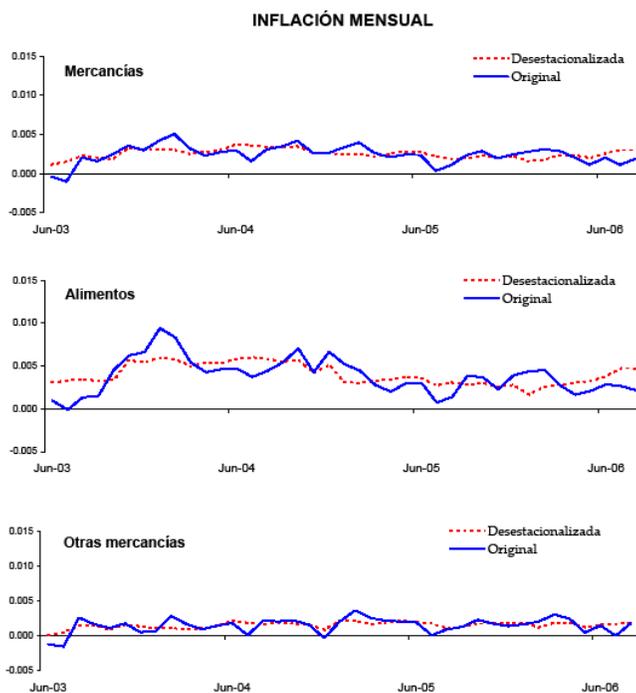
Un análisis inicial de las series agregadas de mercancías, conformado por alimentos y otras mercancías (figura 2), muestra la mayor inflación mensual de los alimentos. Cuando se utilizan componentes principales para extraer la mayor información posible de los momentos (media, varianza, sesgo y

---

<sup>14</sup> En los diferentes Informes sobre la Inflación publicados por el Banco de México trimestralmente, correspondientes al período estudiado, los diferentes choques y la temporalidad en los ajustes de los precios relativos son explicados a detalle.

curtosis) de las distribuciones de los genéricos que conforman los grupos de alimentos y otras mercancías, se pretende identificar aquellos genéricos con características extremas.

Figura 2  
Series de inflación mensual del subíndice de mercancías

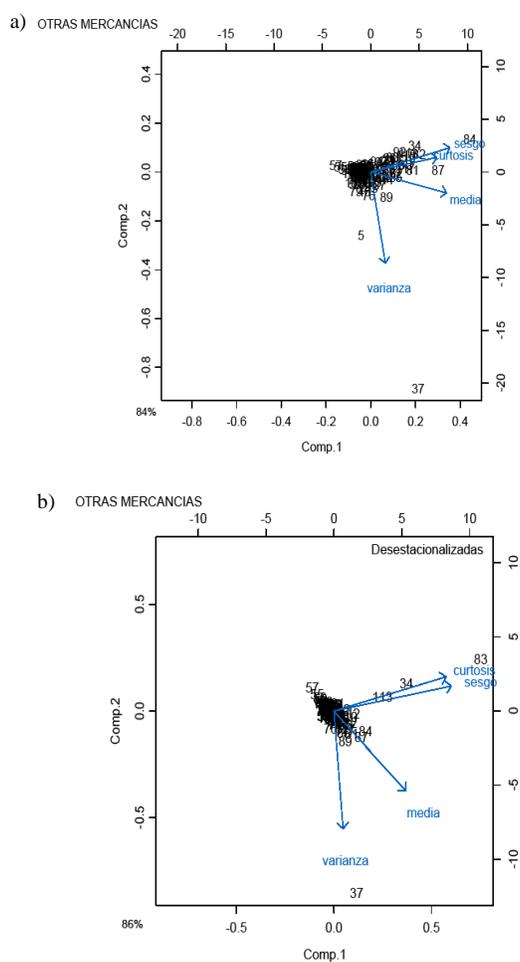


En la figura 3, se muestran los principales choques de oferta que afectaron a los alimentos procesados durante el período estudiado. En particular destaca la elevada media, varianza, sesgo y curtosis del azúcar (43), las cuales se mantienen aun después de desestacionalizar. Al desestacionalizar las series, las varianzas de los cigarrillos (67) y otras legumbres secas (36), se diferencian respecto de los demás genéricos.



elevadas medias, sesgos y curtosis como, en: anticonceptivos y hormonales (84), otros medicamentos (87), cardiovasculares (82) y antigripales (89). Esto indica que los precios de estos genéricos parecerían estar aumentando, más no disminuyendo, y que algunos de esos aumentos esporádicos podrían ser pronunciados.

Figura 4  
**Análisis de componentes principales de los genéricos que conforman el grupo de otras mercancías**

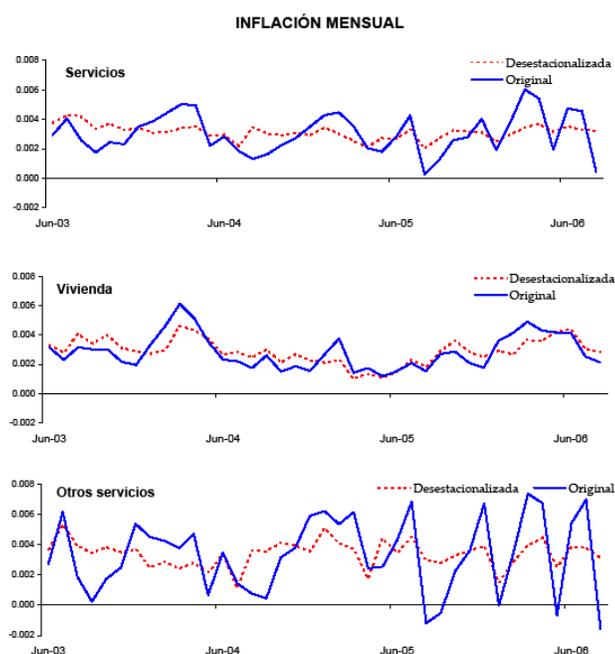


Al desestacionalizar las series, nutricionales (83), otros gastos de calzado (34) y libros de texto (113) aumentan relativamente su sesgo y su curtosis.

Esto puede deberse a que, tal como sucede en los trajes (5), su varianza tiene un elevado componente estacional. Contrariamente, los aparatos tecnológicos, como: los televisores (54), las computadoras (55), los equipos modulares (56), los reproductores de video (57) y los radios y grabadoras (58), presentan las mayores disminuciones en precios del grupo, por lo que muestran medias y sesgos negativos.

La figura 5 muestra las series de los agregados de servicios, conformados por vivienda y otros servicios. En dicha figura, destaca el fuerte componente estacional de la serie de otros servicios.

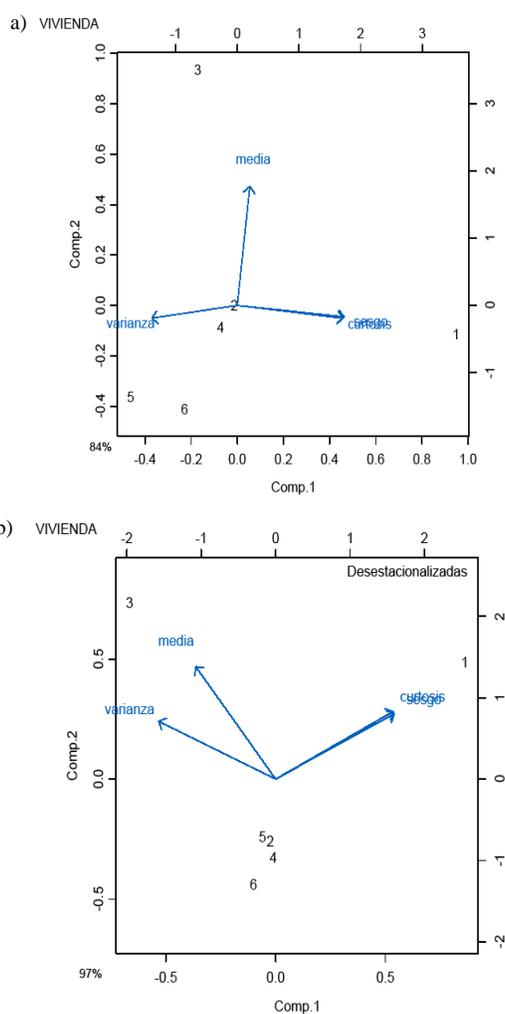
Figura 5  
Series de inflación mensual del subíndice de servicios



Dentro del grupo de vivienda (figura 6), es notable la marcada dispersión que existe entre los genéricos que la conforman; esto puede estar reflejando que los mecanismos para determinar estos precios difieren considerablemente entre sí; mantenimiento materiales (3) presenta la mayor media y una alta varianza, antes y después de desestacionalizar; lo cual refleja las presiones que durante el período tuvieron los metales utilizados en la construcción, principalmente el cobre y el acero. Por su parte, servicio doméstico (5) registra una elevada varianza, pero ésta se ve reducida al

desestacionalizar, lo que señala la presencia de un fuerte componente estacional. Destaca el elevado sesgo y curtosis de renta de vivienda (1) reflejando el hecho de que estos precios suelen tener principalmente movimientos a la alza y no a la baja.

Figura 6  
**Análisis de componentes principales de los genéricos que conforman el grupo de vivienda**



De los genéricos que conforman el grupo de otros servicios (figura 7), servicios turísticos en paquete (20) muestra una elevada varianza, pero ésta se reduce considerablemente al desestacionalizar. En contraste, la varianza del seguro de automóviles (16) se mantiene elevada cuando se ajusta por estacionalidad. Las varianzas de hoteles (21), servicios de televisión (24), servicios de internet (28) y renta de películas (29), también se mantienen elevadas tras desestacionalizar. Transporte aéreo (15) presenta un fuerte componente estacional, por lo que su varianza se ve reducida al desestacionalizar, pero su media permanece elevada. Esto refleja, en parte, los elevados costos de la turbosina en el período de estudio. Por lo que se refiere a loncherías (30) y restaurantes (31), éstos registran un elevado sesgo y curtosis, incluso al desestacionalizar las series. Este resultado captura el hecho de que estos precios se incrementan esporádicamente y suelen sufrir ajustes a la alza, no a la baja.

Figura 7  
**Análisis de componentes principales de los genéricos que conforman el grupo de otros servicios**

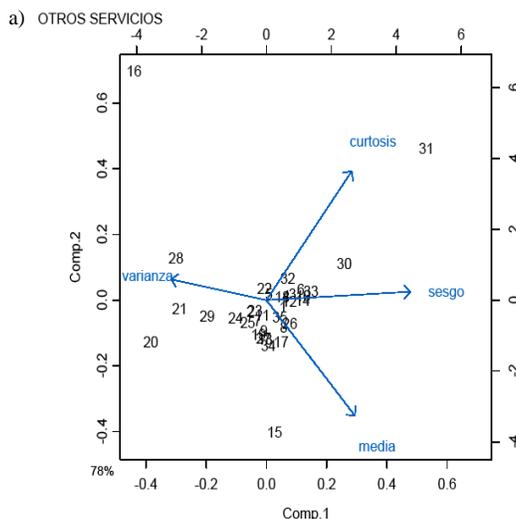
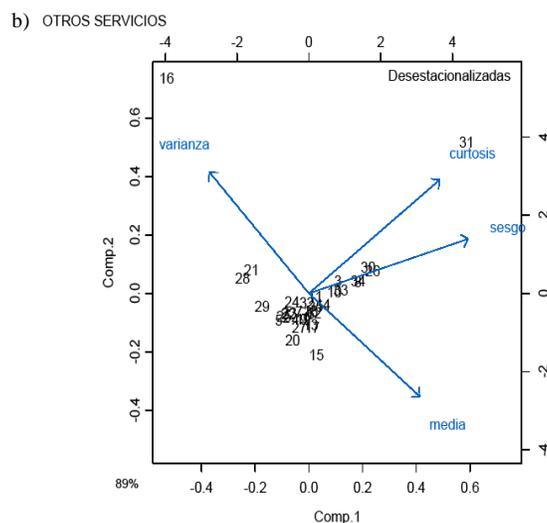


Figura 7...continuación



En las tablas 3 y 4 aparece un resumen de los resultados anteriores, con los cinco genéricos que, en cada uno de los grupos que conforman al componente subyacente, presentaron la mayor media, varianza, sesgo y curtosis, tanto para series originales como desestacionalizadas. Los genéricos se encuentran ordenados según su valor para el estadístico, de mayor a menor; aunque es importante señalar que las diferencias entre ellos no necesariamente son significativamente distintas. Los genéricos mencionados como el azúcar, los cigarrillos, el pan dulce, los relojes, joyas y bisutería y diferentes tipos de medicinas aparecen consistentemente en las distintas tablas.

Tabla 3  
**Genéricos con las mayores medias y varianzas dentro de cada grupo**

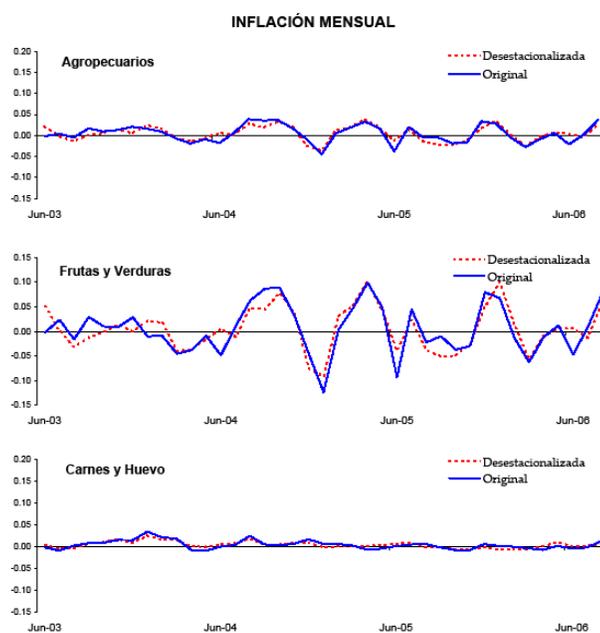
	Media (originales)	Media (desestacionalizadas)	Varianza (originales)	Varianza (desestacionalizadas)
Alimentos	Azúcar	Otras legumbres secas	Azúcar	Azúcar
	Otras legumbres secas	Azúcar	Jugos o néctares envasados	Otras legumbres secas
	Arroz	Arroz	Otras legumbres secas	Cigarrillos
	Cigarrillos	Cigarrillos	Cigarrillos	Chiles procesados
	Pan dulce	Pan dulce	Chiles procesados	Aceites y grasas vegetales
Otras mercancías	Relojes, joyas y bisutería	Relojes, joyas y bisutería	Relojes, joyas y bisutería	Relojes, joyas y bisutería
	Anticonceptivos y hormonales	Otros medicamentos	Trajes	Trajes
	Otros medicamentos	Anticonceptivos y hormonales	Blanqueadores	Blanqueadores
	Analgésicos	Analgésicos	Plaguicidas	Focos
	Antigripales	Antigripales	Recámaras	Plaguicidas
Vivienda	Mantenimiento materiales	Mantenimiento materiales	Servicio doméstico	Mantenimiento materiales
	Renta	Servicio doméstico	Mantenimiento materiales	Otros servicios para hogar
	Vivienda propia	Vivienda propia	Otros servicios para hogar	Servicio doméstico
	Mantenimiento servicios	Renta	Mantenimiento servicios	Mantenimiento servicios
Otros servicios	Transporte aéreo	Transporte aéreo	Gastos turísticos en paquete	Seguro de automóvil
	Reparación de automóvil	Gastos turísticos en paquete	Seguro de automóvil	Hoteles
	Club deportivo	Club deportivo	Hoteles	Transporte aéreo
	Servicios profesionales	Hospitalización para parto	Transporte aéreo	Gastos turísticos en paquete
	Hospitalización para parto	Reparación de automóvil	Hospitalización general	Renta de películas

Tabla 4  
**Genéricos que presentan los mayores sesgos y curtosis dentro de cada grupo**

	Sesgo (originales)	Sesgo (desestacionalizadas)	Curtosis (originales)	Curtosis (desestacionalizadas)
Alimentos	Tortilla de maíz	Tortilla de maíz	Azúcar	Tortilla de maíz
	Azúcar	Masa y harinas de maíz	Tortilla de maíz	Azúcar
	Leche evaporada, condensada y maternizada	Barbacoa o birria	Leche evaporada, condensada y maternizada	Masa y harinas de maíz
	Pan dulce	Leche evaporada, condensada y maternizada	Otras conservas de frutas	Leche evaporada, condensada y maternizada
	Barbacoa o birria	Otros alimentos cocinados	Pan dulce	Leche pasteurizada y fresca
Otras mercancías	Anticonceptivos y hormonales	Nutricionales	Anticonceptivos y hormonales	Nutricionales
	Otros gastos del calzado	Otros gastos del calzado	Otros medicamentos	Otros gastos del calzado
	Cardiovasculares	Libros de texto	Trajés	Libros de texto
	Otros medicamentos	Anticonceptivos y hormonales	Otros gastos del calzado	Anticonceptivos y hormonales
	Libros de texto	Acumuladores	Revistas	Otros medicamentos
Vivienda	Renta	Renta	Renta	Renta
	Vivienda Propia	Vivienda Propia	Vivienda Propia	Vivienda Propia
	Mantenimiento servicios	Mantenimiento servicios	Mantenimiento servicios	Servicio doméstico
	Mantenimiento materiales	Servicio doméstico	Otros servicios para hogar	Mantenimiento servicios
Otros servicios	Restaurantes	Restaurantes	Restaurantes	Restaurantes
	Loncherías	Club deportivo	Seguro de automóvil	Club deportivo
	Cafeterías	Loncherías	Loncherías	Loncherías
	Sala de belleza	Servicios profesionales	Cuidado dental	Servicios profesionales
	Consulta médica durante embarazo	Hospitalización para parto	Cafeterías	Hospitalización para parto

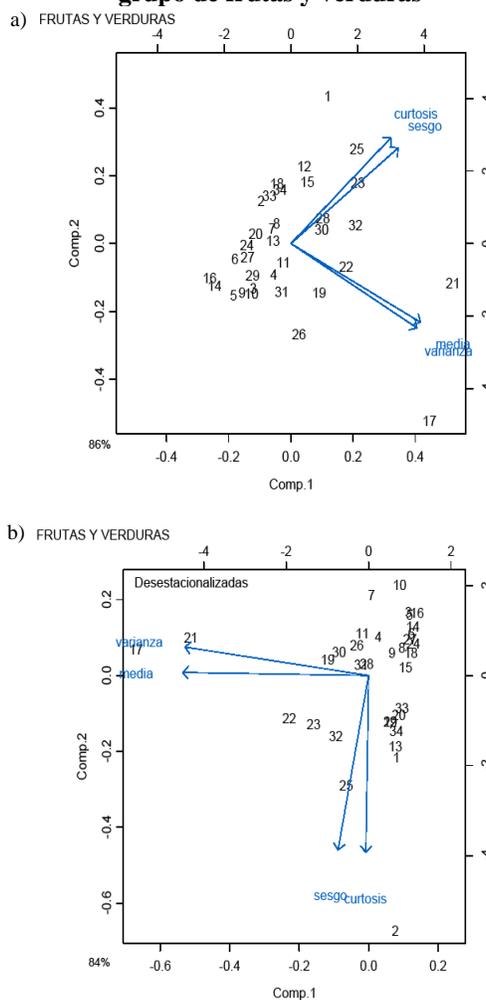
En el análisis de los subíndices que conforman el componente no subyacente, éstos se caracterizan por sus altas varianzas, primordialmente la de los agropecuarios. La volatilidad de la inflación mensual de los precios de los agropecuarios exhibieron una trayectoria ascendente, desde mediados de 2004 (figura 8) hasta el final de la muestra. La mayor contribución a este resultado proviene del grupo de las frutas y verduras cuyas fluctuaciones fueron amplias, entre otras causas, por condiciones climáticas. Adicionalmente, los precios de los productos pecuarios se vieron afectados por el aumento en los precios internacionales de los granos necesarios para la alimentación de los animales.

Figura 8  
Series de inflación mensual del subíndice de agropecuarios



En el grupo de las frutas y verduras (figura 9), en particular, destaca la elevada media y varianza del jitomate (17) y el tomate verde (21). Las medias y varianzas de la calabacita (22), el chile serrano (23) y el ejote (32) son elevadas y también presentan altos niveles de sesgo y curtosis. A diferencia, la cebolla (19) y el chile poblano (26) muestran una elevada media y varianza pero un menor nivel de sesgo y curtosis. Tras desestacionalizar, los genéricos del grupo de las frutas y verduras se ven más homogéneos, aunque se mantienen algunas excepciones, como el jitomate (17), el tomate verde (21) y los plátanos (2).

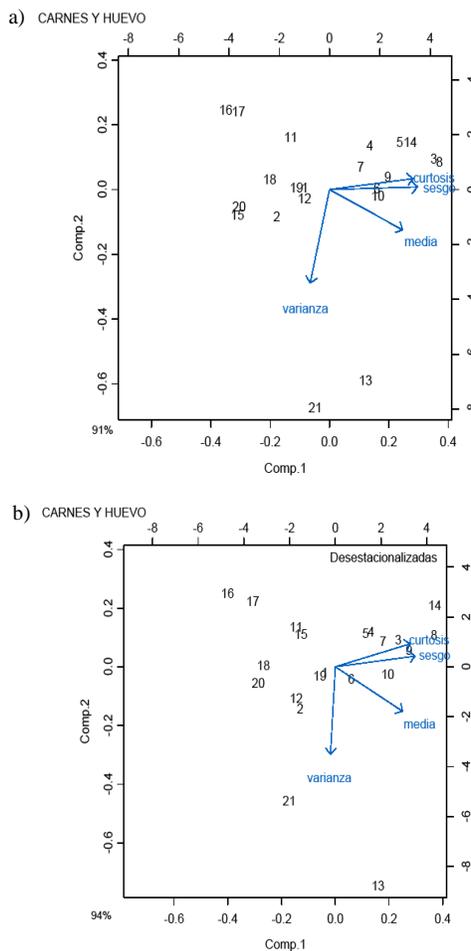
Figura 9  
**Análisis de componentes principales de los genéricos que conforman el grupo de frutas y verduras**



En cambio, al desestacionalizar las series de carnes y huevo, se identifican pocas diferencias (figura 10) entre ambas gráficas. Esto refleja que a diferencia de las frutas y verduras, estos genéricos no presentan un comportamiento estacional importante. Cabe destacar que el huevo (21) y otras vísceras de res (13) tienen la mayor media y varianza en este grupo. Pulpa de cerdo (3), chuleta de cerdo (4), lomo (5), pierna (6), bistec de res (7), carne molida de res (8), chuletas y costilla de res (9), retazo (10) y otros

cortes de carne (14) muestran niveles elevados de media y los mayores niveles de sesgo y curtosis.

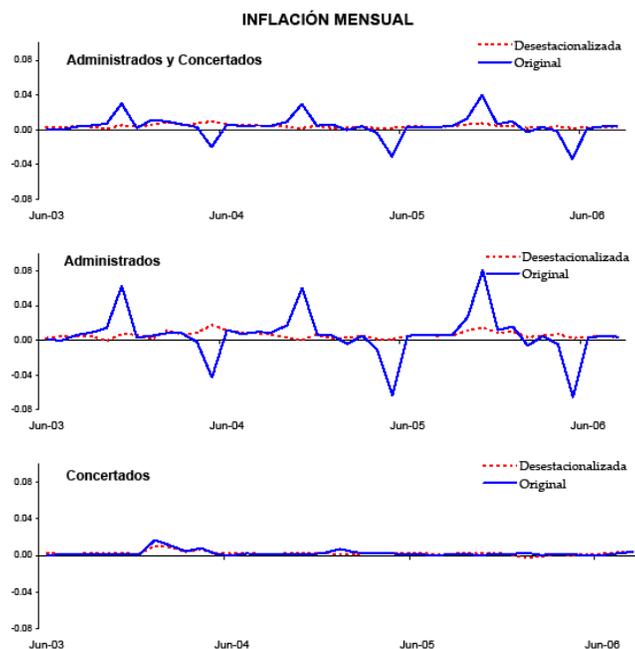
Figura 10  
**Análisis de componentes principales de los genéricos que conforman el grupo de carnes y huevo**



En la figura 11, se grafican las series de inflación mensual de los grupos que componen el subíndice de administrados y concertados. Destaca el fuerte componente estacional de la serie de administrados, causado por los precios de la electricidad. Aun después de desestacionalizar, el nivel y volatilidad de

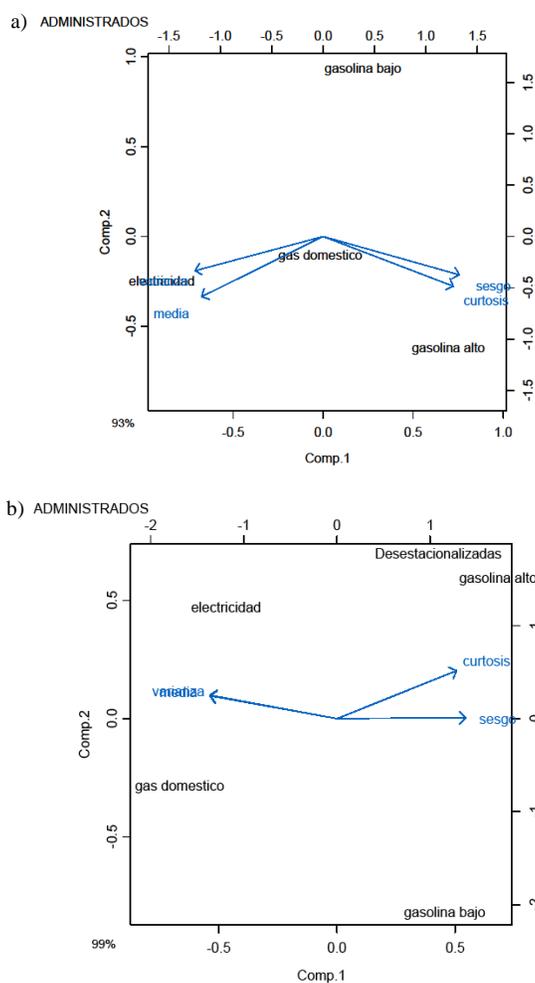
la serie de los administrados es considerablemente mayor a la de los concertados.

Figura 11  
Series originales y desestacionalizadas del subíndice de administrados y concertados



Al utilizar componentes principales, destaca la marcada dispersión que existe entre los genéricos que componen el grupo de los administrados (figura 12). Esto puede estar reflejando que los mecanismos para determinar estos precios difieren considerablemente entre sí. La electricidad y el gas doméstico muestran las mayores medias de este grupo, ello es un claro reflejo de los aumentos en los precios internacionales de los energéticos. Adicionalmente, cabe destacar el marcado componente estacional de la electricidad; su varianza disminuye considerablemente al desestacionalizar la serie. Esto puede deberse al efecto de la entrada y salida de las tarifas eléctricas de temporada cálida. Por lo que se refiere a gasolina de bajo y alto octanaje, éstas registran un elevado sesgo y curtosis. Este resultado puede deberse al efecto de las cotizaciones de estos energéticos en las ciudades fronterizas.

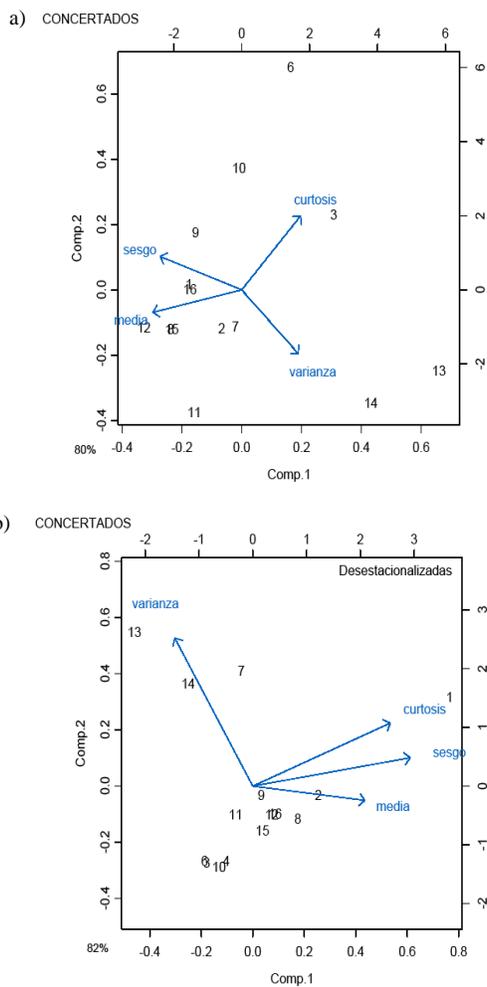
Figura 12  
**Análisis de componentes principales de los genéricos que conforman el grupo de administrados**



Nótese la fuerte diferencia en los gráficos con datos originales y desestacionalizados del grupo de los concertados (figura 13). Esto refleja que la determinación de los precios de estos genéricos tiene un marcado patrón estacional. Colectivo (7), tenencias de autos (13) y cuotas de autopistas (14) presentan la mayor varianza en ambas estimaciones. Por su parte, las varianzas de impuesto predial (2) y autobús foráneo (11) se ven reducidas considerablemente al desestacionalizar. Cabe destacar la elevada media,

sesgo y curtosis de los derechos de suministro de agua (1) al desestacionalizar.

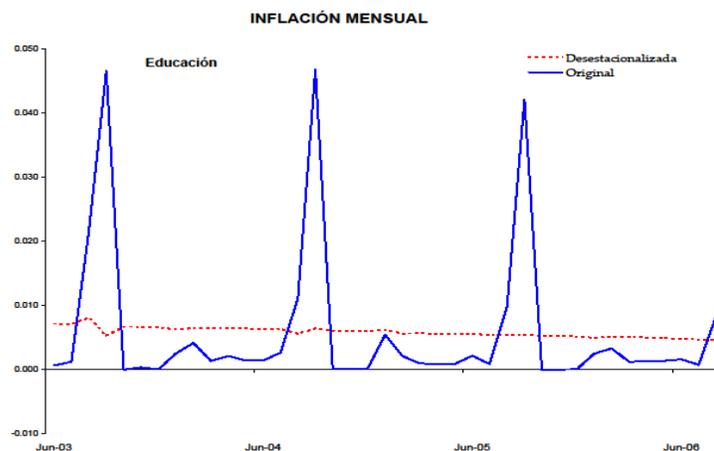
Figura 13  
**Análisis de componentes principales de los genéricos que conforman el grupo de concertados**



Por lo que toca al subíndice de la educación, destaca el fuerte componente estacional (figura 14). Los aumentos de colegiaturas tienen lugar generalmente a principios del ciclo escolar (agosto, septiembre y enero), por

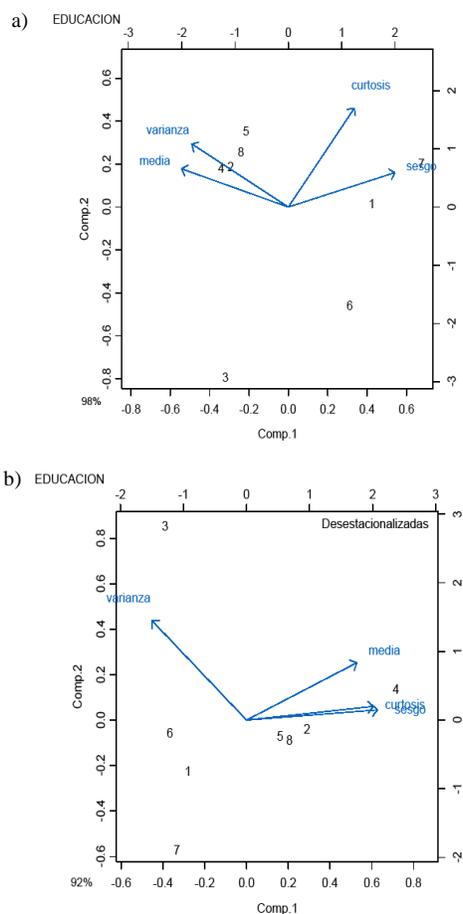
lo que los servicios de educación privada tienen un patrón regular en su crecimiento mensual de precios.

Figura 14  
**Serie de inflación mensual del subíndice de educación**



Todos los genéricos que conforman el subíndice de la educación presentan un importante componente estacional (figura 15). Las varianzas de primaria (2), secundaria (4), preprimaria (5) y jardín de niños (8) son las más elevadas de este grupo, aunque disminuyen al desestacionalizar las series. Inclusive así, muestran las mayores medias. Preparatoria (3) muestra la mayor varianza con datos desestacionalizados. La enseñanza adicional (7) pasa de tener el mayor sesgo y curtosis a tener uno de los menores niveles, al ajustar por estacionalidad; esto, debido a que su factor estacional es el menos importante del grupo.

Figura 15  
**Análisis de componentes principales de los genéricos que conforman el subíndice de educación.**



Un resumen de los resultados sobre los ejercicios realizados para los subíndices que conforman el componente no subyacente de la inflación, aparece en las tablas 5 y 6. Ahí están los cinco genéricos que en cada grupo del componente no subyacente presentaron las mayores medias, varianzas, sesgos y curtosis, tanto para series originales como desestacionalizadas, de la muestra. Los genéricos están ordenados de mayor a menor respecto de su valor en el estadístico reportado, aunque es importante señalar que las diferencias entre ellos no necesariamente son significativamente distintas. Los genéricos señalados antes, como jitomate, cebolla, tomate verde y colectivo, aparecen consistentemente en las tablas.

Dado que el grupo de los administrados está compuesto solamente por cuatro genéricos, éstos aparecen bajo todos los estadísticos. Por ello, en este caso, es especialmente relevante llevar a cabo las pruebas de hipótesis para identificar las diferencias. Antes de desestacionalizar las series, la electricidad es significativamente distinta a los demás genéricos, presentando la mayor media y varianza en su inflación. Al desestacionalizar, se distinguen dos grupos, electricidad y gas doméstico, por un lado, y gasolina de alto y bajo octanaje, por otro. Las diferencias entre estos dos grupos son estadísticamente significativas.

Tabla 5  
Genéricos con las mayores medias y varianzas dentro de cada grupo

	Media (originales)	Media (desestacionalizadas)	Varianza (originales)	Varianza (desestacionalizadas)
Frutas y verduras	Jitomate	Jitomate	Jitomate	Jitomate
	Tomate verde	Tomate verde	Tomate verde	Tomate verde
	Cebolla	Ejotes	Calabacita	Calabacita
	Chile poblano	Calabacita	Ejotes	Chile serrano
	Calabacita	Cebolla	Chayote	Chayote
Carnes y huevo	Otras vísceras	Otras vísceras	Huevo	Otras vísceras de res
	Retazo	Retazo	Otras vísceras de res	Huevo
	Chuletas y costilla de res	Chuleta y costillas de res	Huachinango	Hígado de res
	Carne molida de res	Carne molida de res	Otros pescados	Pollo entero
	Pierna	Bistec de res	Hígado de res	Huachinango
Administrados	Electricidad	Gas doméstico	Electricidad	Gas doméstico
	Gas doméstico	Electricidad	Gas doméstico	Electricidad
	Gasolina alto octanaje	Gasolina alto octanaje	Gasolina bajo octanaje	Gasolina alto octanaje
	Gasolina bajo octanaje	Gasolina bajo octanaje	Gasolina alto octanaje	Gasolina bajo octanaje
	Aceltes lubricantes	Aceites lubricantes	Cuotas de autopistas	Tenencia de automóvil
Concertados	Colectivo	Colectivo	Tenencia de automóvil	Colectivo
	Autobús urbano	Autobús urbano	Colectivo	Cuotas de autopista
	Derechos suministro agua	Derechos suministro agua	Impuesto predial	Autobús foráneo
	Taxi	Taxi	Autobús foráneo	Taxi
Educación	Secundaria	Secundaria	Secundaria	Preparatoria
	Primaria	Preprimaria	Primaria	Carrera corta
	Preprimaria	Primaria	Preprimaria	Universidad
	Jardín de niños y guardería	Jardín de niños y guardería	Jardín de niños y guardería	Enseñanza adicional
	Preparatoria	Preparatoria	Preparatoria	Preprimaria

Tabla 6  
**Genéricos con los mayores sesgos y curtosis dentro de cada grupo**

	Sesgo (originales)	Sesgo (desestacionalizadas)	Curtosis (originales)	Curtosis (desestacionalizadas)
Frutas y verduras	Manzana	Plátanos	Otros chiles frescos	Plátanos
	Tomate verde	Chile seco	Manzana	Otros chiles frescos
	Pera	Ejotes	Tomate verde	Durazno
	Chícharo	Pera	Chile serrano	Manzana
	Chile serrano	Manzana	Ejotes	Nopales
Carnes y huevo	Otros cortes de carne	Otros cortes de carne	Pulpa de cerdo	Carne molida de res
	Carne molida de res	Carne molida de res	Carne molida de res	Pulpa de cerdo
	Pulpa de cerdo	Chuletas y costilla de res	Lomo	Otros cortes de carne
	Lomo	Bistec de res	Otros cortes de carne	Chuletas y costillas de res
	Chuletas y costilla de res	Retazo	Pierna	Chuletas de cerdo
Administrados	Gasolina alto octanaje	Gasolina alto octanaje	Gasolina alto octanaje	Gasolina alto octanaje
	Gas doméstico	Gasolina bajo octanaje	Gasolina bajo octanaje	Gasolina bajo octanaje
	Gasolina bajo octanaje	Electricidad	Gas doméstico	Electricidad
	Electricidad	Gas doméstico	Electricidad	Gas doméstico
	Línea telefónica	Derechos suministro agua	Línea telefónica	Derechos suministro agua
Concertados	Taxi	Impuesto predial	Servicio telefónico local	Impuesto predial
	Aceites lubricantes	Autobús urbano	Cuota de autopistas	Autobús urbano
	Colectivo	Cuotas licencia/otros documentos	Tenencia de automóvil	Cuotas licencia/otros documentos
	Derechos suministro agua	Aceites lubricantes	Colectivo	Colectivo
	Educación	Enseñanza adicional	Secundaria	Enseñanza adicional
Universidad		Primaria	Universidad	Primaria
Carrera corta		Jardín de niños y guardería	Preprimaria	Jardín de niños y guardería
Preprimaria		Preprimaria	Jardín de niños y guardería	Preprimaria
Jardín de niños y guardería		Universidad	Primaria	Universidad

Los choques de oferta que perturbaron la inflación general durante el período estudiado, estuvieron afectando a un número relativamente reducido de genéricos. Para identificarlos, se consideran todos los genéricos que componen el Índice Nacional de Precios al Consumidor y se encuentra cuáles tienen la mayor media y varianza de entre los 315. En la tabla 7, las columnas a la izquierda muestran los 10 genéricos con la mayor media en inflación mensual, en el nivel nacional, para las series originales y las desestacionalizadas. En ambos casos, todos los genéricos pertenecen al

grupo de las frutas y verduras. Si se elimina al grupo de las frutas y verduras, en las columnas a la derecha se muestra nuevamente los 10 genéricos con la mayor media en inflación mensual en el nivel nacional, para las series originales y desestacionalizadas. Dichos genéricos son: el azúcar, otras legumbres secas, los relojes, joyas y bisutería, la electricidad, otras vísceras de res, el arroz, el gas doméstico, los anticonceptivos y hormonales, los cigarrillos y otros medicamentos. Estos productos se caracterizan, en general, por utilizar como insumos algunas materias primas cuyos precios internacionales se incrementaron considerablemente en el período estudiado. Para fines de comparación, los genéricos en estas columnas no se encuentran ordenados según el valor del estadístico, sino que se dan los resultados con series originales en el mismo nivel que los de las series desestacionalizadas.

Tabla 7  
**Genéricos con la mayor media en el nivel nacional.**

<b>Inflación nacional</b>	<b>Inflación nacional desestacionalizada</b>	<b>Excluyendo Frutas y verduras</b>	
		<b>Inflación nacional</b>	<b>Inflación nacional desestacionalizada</b>
Jitomate	Jitomate	Azúcar	Azúcar
Tomate verde	Tomate verde	Otras legumbres secas	Otras legumbres secas
Cebolla	Cebolla	Relojes, joyas y bisutería	Relojes, joyas y bisutería
Chile poblano	Chile poblano	Electricidad	Electricidad
Calabacita	Calabacita	Otras vísceras de res	Otras vísceras de res
Ejotes	Ejotes	Arroz	Arroz
Otros chiles frescos	Otros chiles frescos	Gas doméstico	Gas doméstico
Chile serrano	Chile serrano	Anticonceptivos y hormonales	Anticonceptivos y hormonales
Sandía	Sandía	Cigarrillos	Cigarrillos
Chícharo	Pepino	Otros medicamentos	Otros medicamentos

Nota: En las columnas de la derecha se muestran los genéricos con mayor media excluyendo al grupo de frutas y verduras

Para la dispersión, se consideran los 315 genéricos que componen el Índice Nacional de Precios al Consumidor, y se encuentra aquéllos con mayor varianza. En la tabla 8, en las columnas a la izquierda, se presentan los 10 genéricos con la mayor varianza en inflación mensual en el nivel nacional para las series originales y las desestacionalizadas. Todos pertenecen al grupo de las frutas y verduras. Si se elimina a dicho grupo, en las columnas a la derecha, aparecen los 10 genéricos con mayor varianza durante el período estudiado en inflación mensual, en el nivel nacional. En este caso, los genéricos identificados son: otras vísceras de res, el huevo, los relojes, joyas y bisutería, el azúcar, el seguro de automóviles, el huachinango, la electricidad, otros pescados, los hoteles y los gastos turísticos en paquete. La

mayoría de dichos genéricos nuevamente se caracterizan por estar sujetos a precios internacionales que tuvieron importantes alzas en el período de estudio. El componente estacional en los genéricos de electricidad, gastos turísticos en paquete y hoteles es importante, por lo que al desestacionalizar dejan de mostrar las mayores varianzas. Los genéricos en estos cuadros no se encuentran ordenados según el valor del estadístico, sino que los resultados con series originales aparecen en el mismo nivel que los de series desestacionalizadas.

Tabla 8  
Genéricos con la mayor varianza en el nivel nacional

Inflación nacional	Inflación nacional desestacionalizada	Excluyendo Frutas y verduras	
		Inflación nacional	Inflación nacional desestacionalizada
Jitomate	Jitomate	Otras vísceras de res	Otras vísceras de res
Tomate verde	Tomate verde	Huevo	Huevo
Calabacita	Calabacita	Relojes, joyas y bisutería	Relojes, joyas y bisutería
Chayote	Chile serrano	Azúcar	Azúcar
Cebolla	Chayote	Seguro de automóviles	Seguro de automóviles
Chile poblano	Cebolla	Huachinango	Huachinango
Chile serrano	Limón	Electricidad	Pollo entero
Limón	Chile poblano	Otros pescados	Hígado de res
Ejotes	Otros chiles frescos	Hoteles	Otras legumbres secas
Pepino	Chícharo	Servicios turísticos en paquete	Pierna

Nota: En las columnas de la derecha se muestran los genéricos con mayor varianza excluyendo al grupo de frutas y verduras

### 3. Incidencias

En el cálculo del Índice Nacional de Precios al Consumidor, cada uno de los 315 genéricos que lo componen tienen un diferente ponderador. Esto implica que, aunque un genérico en particular tenga una alta variación mensual en sus precios, esto puede verse reflejado débilmente en la inflación general si su ponderador es muy pequeño, o viceversa. De mayor relevancia sería identificar aquellos genéricos que se ven afectados por choques de oferta y que cuando tienen altos ponderadores, las presiones que ejercen sobre la inflación se ven acentuadas. Por eso, es de gran importancia calcular las incidencias de cada producto en la inflación general mensual y analizarlas.

Las incidencias se refieren a la contribución en puntos porcentuales de cada componente del INPC a la inflación general. Éstas se calculan utilizando los

ponderadores de cada subíndice o genérico, así como los precios relativos y sus respectivas variaciones. Específicamente, la incidencia de un genérico A en el tiempo  $t$  se calcula, como:

$$\text{incidencia}_{A,t} = \text{ponderador}_{-A} * \text{INPC}_{A,t-1} / \text{INPC}_{\text{general},t-1} * \text{inflacion}_{A,t}$$

donde  $\text{INPC}_{A,t-1}$  y  $\text{INPC}_{\text{general},t-1}$  denotan el índice de precios del genérico A y el general, respectivamente, en el tiempo  $t-1$ , así como  $\text{inflacion}_{A,t}$  denota la inflación del genérico A en el tiempo  $t$ .

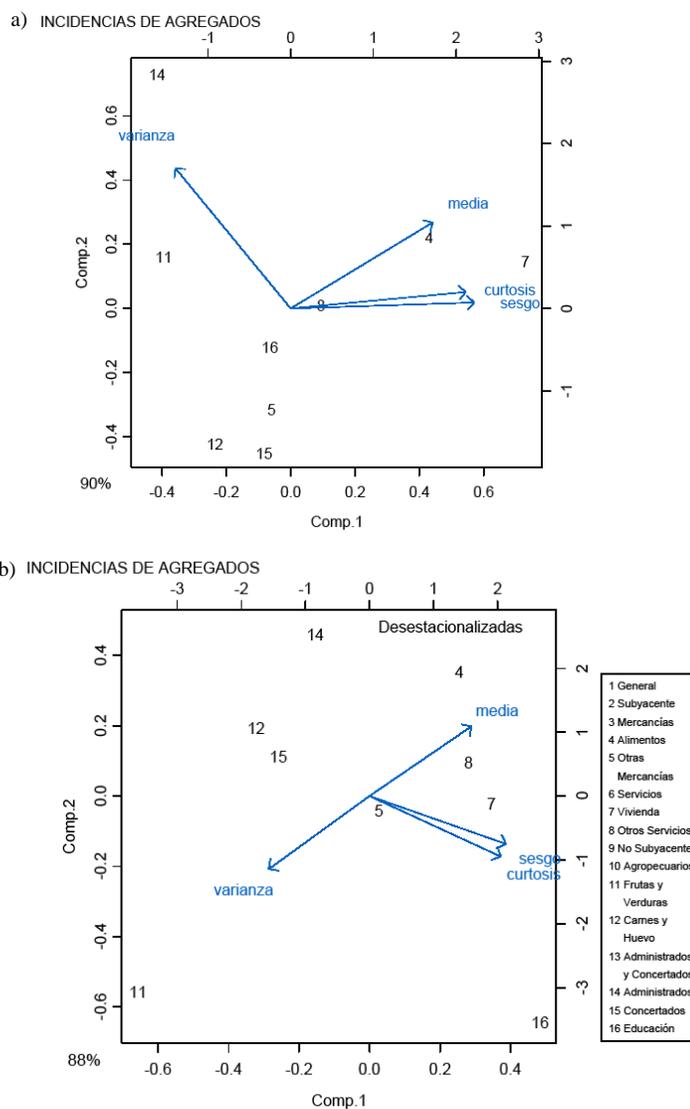
En esta sección, primeramente se analizan las incidencias de los subíndices y grupos que componen tanto al componente subyacente como al no subyacente (agregados apertura 16), para después detectar aquellos genéricos cuyas incidencias afectaron de mayor manera al nivel y variación de la inflación general en el período estudiado, así como aquellos genéricos que mostraron una incidencia muy superior a su ponderador.

### *3.1 Incidencias de los subíndices*

Cuando se toma en cuenta las incidencias de cada subíndice y grupo (agregados apertura 16), las diferencias entre los componentes subyacente y no subyacente, disminuyen. El grupo de los administrados es el agregado con mayor varianza, pero esto evidentemente se debe a valores extremos como consecuencia de su factor estacional. Al desestacionalizar las series, la mayor parte de los valores extremos desaparecen tanto en la serie de los administrados como en la de educación y, consecuentemente, las frutas y verduras muestran la mayor varianza.

El análisis de componentes principales de las series de incidencias (figura 16), por su parte, muestra que los alimentos (4), la vivienda (7), otros servicios (8) y los administrados (14) presentan las mayores medias. Esto se debe a las altas ponderaciones asignadas a algunos de los genéricos que los conforman. Nuevamente, se puede identificar que los administrados (14) tienen una mayor varianza que las frutas y verduras (11), no obstante, al desestacionalizar, la varianza de los administrados (14) se reduce considerablemente y la varianza de las frutas y verduras (11) resulta ser notoriamente mayor a la de todos los demás grupos.

Figura 16  
**Análisis de componentes principales de las incidencias de los agregados  
 apertura 16, series originales y desestacionalizadas**



Resultados equivalentes a los anteriores se encuentran al comparar numéricamente los diferentes momentos de cada una de las series de incidencias de los agregados en apertura 16. La tabla 9 muestra el valor de

los estadísticos, media, varianza, sesgo y curtosis (tanto de series originales como desestacionalizadas), y junto a ellos, en paréntesis, se muestra el lugar correspondiente a cada agregado al ordenarlos de mayor a menor según su valor para cada estadístico. Al considerar incidencias, los subíndices de la inflación subyacente muestran las mayores medias, esto debido a sus elevadas ponderaciones. Las diferencias en varianzas, entre agregados subyacentes y no subyacentes, son menos pronunciadas, esto también se debe a las ponderaciones.

Tabla 9  
**Momentos de las incidencias de los agregados, apertura 16**

	Media (original)	Media (desest)	Varianza (original)	Varianza (desest)	Sesgo (original)	Sesgo (desest)	Curtosis (original)	Curtosis (desest)
<b>Alimentos</b>	0.00058 (1)	0.00060 (1)	9.41E-08 (6)	4.65E-08 (4)	13.10 (2)	30.43 (4)	41.26 (2)	109.89 (4)
<b>Otras mercancías</b>	0.00030 (6)	0.00031 (6)	4.86E-08 (8)	1.34E-08 (8)	5.95 (4)	27.92 (5)	14.17 (6)	94.45 (5)
<b>Vivienda</b>	0.00049 (2)	0.00050 (3)	4.19E-08 (9)	2.46E-08 (7)	22.05 (1)	42.31 (2)	79.12 (1)	166.16 (2)
<b>Otros servicios</b>	0.00048 (3)	0.00051 (2)	1.30E-07 (5)	2.84E-08 (6)	6.42 (3)	37.11 (3)	15.53 (4)	139.24 (3)
<b>Frutas y verduras</b>	0.00025 (7)	0.00026 (7)	3.11E-06 (2)	1.97E-06 (1)	0.44 (8)	0.44 (9)	3.63 (9)	2.95 (9)
<b>Carnes y huevo</b>	0.00023 (8)	0.00024 (8)	2.50E-07 (4)	1.28E-07 (3)	2.35 (7)	3.03 (8)	6.41 (7)	7.73 (8)
<b>Administrados</b>	0.00044 (4)	0.00044 (4)	5.26E-06 (1)	1.58E-07 (2)	0.10 (9)	6.02 (7)	5.89 (8)	18.86 (7)
<b>Concertados</b>	0.00021 (9)	0.00023 (9)	7.96E-08 (7)	3.51E-08 (5)	5.71 (5)	7.50 (6)	25.25 (3)	30.32 (6)
<b>Educación</b>	0.00037 (5)	0.00033 (5)	5.28E-07 (3)	8.71E-09 (9)	4.16 (6)	58.46 (1)	14.24 (5)	267.90 (1)

En suma, para el período estudiado, al considerar las incidencias, las diferencias en varianza entre agregados subyacentes y no subyacentes disminuyen considerablemente. Los alimentos, la vivienda, otros servicios y los administrados registran las mayores medias; esto se debe a las altas ponderaciones de algunos de los genéricos que los componen. Las incidencias de los administrados y las frutas y verduras presentan las mayores varianzas. Los administrados muestran un fuerte factor estacional, por lo que su varianza disminuye considerablemente al desestacionalizar.

### 3.2 Incidencias de los 315 genéricos en el nivel nacional

El hecho de que los alimentos, la vivienda, otros servicios y los administrados registren las mayores incidencias en el período estudiado, refleja que están compuestos por genéricos con incidencias altas causadas por sus altos ponderadores, por altos niveles de inflación o por ambas razones. Resulta importante detectar aquellos genéricos con las incidencias más altas, pertenecientes a estos subíndices o a alguno de los otros, e

identificar la causa de sus valores atípicos. Aquellos genéricos<sup>15</sup> con mayores momentos muestrales (media, varianza, sesgo y curtosis) en sus incidencias, dentro de cada uno de los subíndices, se reportan en las tablas 10 y 11. Los genéricos se presentan ordenados según su valor para el estadístico, de mayor a menor; aunque es importante señalar que las diferencias entre ellos no necesariamente son significativamente distintas.

Tabla 10  
**Genéricos que presentan las mayores medias, varianzas, sesgos y curtosis en sus incidencias dentro de cada grupo**

	Media	Varianza	Sesgo	Curtosis
Alimentos	Leche pasteurizada y fresca	Leche pasteurizada y fresca	Tortillas de maíz	Azúcar
	Tortillas de maíz	Cigarrillos	Azúcar	Tortillas de maíz
	Cigarrillos	Azúcar	Leche evaporada, condensada y maternizada	Leche evaporada, condensada y maternizada
	Pan dulce	Tortillas de maíz	Pan dulce	Otras conservas de frutas
	Azúcar	Cerveza	Barbacoa o birria	Pan dulce
Otras mercancías	Automóviles	Automóviles	Anticonceptivos y hormonales	Anticonceptivos y hormonales
	Libros de texto	Detergentes	Otros gastos del calzado	Trajés
	Detergentes	Cuadernos y carpetas	Cardiovasculares	Otros medicamentos
	Antibióticos	Papel higiénico	Otros medicamentos	Otros gastos del calzado
	Periódicos	Trajés	Libros de texto	Revistas
Vivienda	Vivienda Propia	Vivienda Propia	Renta	Renta
	Renta	Servicio doméstico	Vivienda Propia	Vivienda Propia
	Servicio doméstico	Mantenimiento materiales	Mantenimiento servicios	Mantenimiento servicios
	Mantenimiento materiales	Renta	Mantenimiento materiales	Otros servicios para hogar
Otros servicios	Loncherías	Gastos turísticos en paquete	Restaurantes	Restaurantes
	Restaurantes	Seguro de automóvil	Loncherías	Seguro de automóvil
	Transporte aéreo	Loncherías	Cafeterías	Loncherías
	Gastos turísticos en paquete	Transporte aéreo	Sala de belleza	Cuidado dental
	Consulta médica	Restaurantes	Consulta médica durante el embarazo	Cafeterías

<sup>15</sup> Para analizar las incidencias de los genéricos que componen cada uno de los subíndices, se realizaron análisis de componentes principales cuyos resultados detallados no se reportan.

Tabla 11  
**Genéricos que presentan las mayores medias, varianzas, sesgos y curtosis en sus incidencias dentro de cada grupo**

	<b>Media</b>	<b>Varianza</b>	<b>Sesgo</b>	<b>Curtosis</b>
Frutas y verduras	Jitomate	Jitomate	Manzana	Otros chiles frescos
	Cebolla	Tomate verde	Pera	Manzana
	Manzana	Aguacate	Chile seco	Chile serrano
	Frijol	Cebolla	Chícharo	Limón
	Aguacate	Calabacita	Piña	Tomate verde
Carnes y huevo	Bistec de res	Huevo	Otros cortes de carne	Carne molida de res
	Pollo en Pieza	Pollo en Pieza	Carne molida de res	Pulpa de cerdo
	Carne molida de res	Bistec de res	Pulpa de cerdo	Lomo
	Huevo	Carne molida de res	Lomo	Otros cortes de carne
	Chuleta y costillas de res	Pollo entero	Chuleta y costillas de res	Chuletas de cerdo
Administrados	Gas doméstico	Electricidad	Gasolina alto octanaje	Gasolina alto octanaje
	Electricidad	Gas doméstico	Gas doméstico	Gasolina bajo octanaje
	Gasolina bajo octanaje	Gasolina bajo octanaje	Gasolina bajo octanaje	Gas doméstico
	Gasolina alto octanaje	Gasolina alto octanaje	Electricidad	Electricidad
Concertados	Colectivo	Colectivo	Línea telefónica	Línea telefónica
	Autobús urbano	Autobús urbano	Taxi	Servicio telefónico local
	Derechos suministro de agua	Derechos suministro agua	Aceites lubricantes	Cuota de autopistas
	Taxi	Autobús foráneo	Colectivo	Tenencia de automóvil
Educación	Autobús foráneo	Taxi	Derechos suministro de agua	Colectivo
	Primaria	Primaria	Enseñanza adicional	Enseñanza adicional
	Universidad	Secundaria	Carrera corta	Universidad
	Preparatoria	Preparatoria	Universidad	Preprimaria
	Secundaria	Universidad	Preprimaria	Jardín de niños y guardería
Preprimaria	Preprimaria	Jardín de niños y guardería	Primaria	

Dentro de las tablas, nótese aquellos genéricos como tortilla de maíz, leche pasteurizada y fresca, pan dulce, loncherías, restaurantes y transporte aéreo, que están sujetos directa o indirectamente a fuertes presiones de alzas de precios internacionales. Las elevadas cotizaciones internacionales de los granos, una mayor demanda mundial por alimentos de origen animal, así como las alzas en precios de los energéticos, generaron presiones inflacionarias durante el período; dicho fenómeno no es exclusivo de la economía mexicana<sup>16</sup>. Nuevamente destacan genéricos como cigarrillos y medicamentos.

Las incidencias de los genéricos anteriores son reflejo de presiones inflacionarias, pero también existen genéricos cuyos ponderadores son muy superiores a los de la mayoría de los otros genéricos, por lo que sus momentos se ven afectados a pesar de que sus alzas en precios no están ejerciendo presiones importantes; los automóviles se encuentran dentro de este caso<sup>17</sup>.

Para diferenciar a los genéricos que registran altas incidencias debido a sus altos ponderadores, de aquellos con altas incidencias a pesar de que sus ponderadores no son relativamente altos, en la tabla 12, se presentan los 10 genéricos con mayor media en las incidencias en el nivel nacional dentro del período estudiado, así como sus ponderaciones en el cálculo de la inflación y su incidencia promedio como porcentaje de la inflación general promedio. La mayoría de estos genéricos muestran altas incidencias debido tanto a sus altos ponderadores como a sus altas variaciones de precios. Las incidencias aquí utilizadas se calcularon con las series originales de la inflación, pero los resultados no cambian al calcularlas con series desestacionalizadas. Los 10 genéricos con las mayores incidencias promedio son la vivienda propia, el gas doméstico, las loncherías, la gasolina de bajo octanaje, la electricidad, la universidad, la leche pasteurizada y fresca, la primaria, el colectivo y los restaurantes. Nótese las altas ponderaciones de este reducido número de productos y, por consiguiente, sus elevadas participaciones en la inflación. La ponderación conjunta de estos 10 genéricos es del 31.1%. Sumado a esto, la mayoría de estos genéricos registran una participación en la inflación mayor a su ponderador, es decir, sus altas incidencias no solamente se deben a sus altos ponderadores sino también a sus importantes variaciones de precios. Estos 10 genéricos explicaron en promedio el 42% de la inflación general promedio en el período estudiado. Únicamente la vivienda propia mostró una contribución a la inflación general promedio, menor a su ponderador.

---

<sup>16</sup> Browne y Cronin (2007), Cecchetti y Moessner (2008) y Hamilton (2009) documentan este fenómeno en otras economías.

<sup>17</sup> Automóviles tiene un ponderador del 3.3%, el tercero más alto dentro de los 315 genéricos. Únicamente vivienda propia y loncherías tienen un ponderador más elevado.

Tabla 12  
**Genéricos con la mayor media en las incidencias en el nivel nacional, sus ponderaciones en el cálculo del INPC y su incidencia promedio como porcentaje de la inflación general promedio**

<b>Mayor Media</b>	<b>Ponderaciones</b>	<b>Incidencia promedio Inflación general promedio</b>
Vivienda propia	11.97% (1)	10.50%
Gas doméstico	1.84% (10)	5.90%
Loncherías	3.58% (2)	4.70%
Gasolina de bajo octanaje	3.19% (4)	4.40%
Electricidad	2.27% (7)	3.40%
Universidad	1.66% (12)	2.90%
Leche pasteurizada y fresca	1.86% (8)	2.80%
Primaria	1.16% (18)	2.70%
Colectivo	1.82% (11)	2.60%
Restaurantes	2.33% (6)	2.50%
	31.10%	42%

Para distinguir aquellos genéricos que contribuyeron a la inflación, en mayor medida debido a presiones inflacionarias y no únicamente por sus altos ponderadores, en la tabla 13 se muestran los 10 genéricos con una mayor diferencia entre sus participaciones promedio en la inflación y sus ponderadores. La suma de los ponderadores de estos 10 genéricos es del 18% pero, en promedio, contribuyeron al 33% de la inflación general promedio, es decir, su contribución promedio conjunta es casi el doble en magnitud que su ponderador conjunto. Estos genéricos comprenden al gas doméstico, la primaria, la universidad, la gasolina de bajo octanaje, la tortilla de maíz, la electricidad, los cigarrillos, las loncherías, la preparatoria y la leche pasteurizada y fresca.

Para considerar la dispersión de las incidencias de los 315 genéricos que componen el INPC, la tabla 14 muestra los 10 genéricos con mayor varianza en incidencias en el nivel nacional, tanto para las series originales como para las desestacionalizadas dentro de la muestra. Al estudiar las incidencias (tabla 14), en lugar de la inflación (tabla 8), contrasta que muy pocos genéricos, con las varianzas más altas, pertenecen al grupo de las frutas y verduras; esto es debido a las altas ponderaciones de algunos otros genéricos. Los genéricos aquí presentados, para efectos de comparación, no se encuentran ordenados de mayor a menor varianza. Al tomar en cuenta los ponderadores, la electricidad destaca aun después de desestacionalizar las series. Las altas varianzas de las incidencias de la gasolina de bajo octanaje y de la vivienda propia se deben primordialmente a sus altos ponderadores.

Tabla 13  
**Genéricos con una mayor diferencia entre sus participaciones en la inflación y sus ponderadores**

Mayor Diferencia	Ponderaciones	Incidencia promedio Inflación general promedio
Gas doméstico	1.84%	5.90%
Primaria	1.16%	2.70%
Universidad	1.66%	2.90%
Gasolina de bajo octanaje	3.19%	4.40%
Tortilla de maíz	1.23%	2.40%
Electricidad	2.27%	3.40%
Cigarros	0.60%	1.70%
Loncherías	3.58%	4.70%
Preparatoria	0.91%	1.90%
Leche pasteurizada y fresca	1.86%	2.80%
	18%	33%

Tabla 14  
**Genéricos con las mayores varianzas en las incidencias en el nivel nacional**

Mayor varianza	Mayor varianza Desestacionalizada
Jitomate	Jitomate
Tomate verde	Tomate verde
Electricidad	Electricidad
Gas doméstico	Gas doméstico
Gasolina bajo octanaje	Gasolina bajo octanaje
Huevo	Huevo
Calabacita	Calabacita
Aguacate	Cebolla
Primaria	Vivienda propia
Gastos turísticos en paquete	Pollo en pieza

### Conclusiones

Identificar los subíndices y genéricos cuyos cambios en precios repercutieron en las desviaciones temporales de la meta establecida por el Banco de México para la inflación general, es relevante para evaluar el proceso inflacionario. En este trabajo, se realizó un análisis estadístico detallado del comportamiento de las variaciones de los precios del INPC para el período de mayo de 2003 a agosto de 2006. La última fecha de observación de la muestra fue elegida para intentar excluir los fuertes

choques que afectaron a los precios internacionales de materias primas de 2006 a 2008, y la presión que ejerció la depreciación del tipo de cambio, de finales de 2008 a principios de 2009, sobre la inflación. Los resultados sugieren posibles problemas tanto de clasificación de los subíndices dentro de los componentes subyacente y no subyacente de la inflación, como de la existencia de genéricos cuyas variaciones de precios se encontraban ejerciendo presiones importantes sobre la inflación general, durante este período.

Con respecto a la clasificación de los subíndices dentro de la inflación subyacente o no subyacente, se puede concluir que la educación mostró mayores similitudes en su distribución y momentos a los subíndices de la inflación subyacente (considerando datos desestacionalizados). Como se mencionó antes, en el Informe sobre la Inflación de julio-septiembre de 2007, se anunció el cambio de definición de la inflación subyacente, a partir de enero 2008. En dicha fecha, el subíndice de precios de la educación fue incluido en el componente subyacente, en lugar de mantenerlo dentro del componente no subyacente. Los mayores ajustes a los precios de la educación se dan primordialmente en agosto, septiembre y enero, por lo que los cambios en sus precios se han tornado más predecibles a medida que el nivel general de inflación en México ha ido disminuyendo.

Tras analizar los subíndices y grupos que conforman la inflación general, tanto con cifras originales como desestacionalizadas, se observa que las variaciones mensuales de los precios de las frutas y verduras presentaron los mayores niveles de media y de varianza. Asimismo, los administrados registraron altos niveles de varianza, pero éstos disminuyen al desestacionalizar las series.

En general, los genéricos que presentaron las medias y las varianzas más elevadas de las variaciones mensuales de sus precios, fueron algunos productos agropecuarios (jitomate, tomate verde, cebolla), alimentos procesados (azúcar), energéticos (gasolina y electricidad) y otros productos asociados a los metales (relojes, joyas y bisutería y mantenimiento de vivienda materiales). A su vez, resalta el comportamiento de otros genéricos que también ejercieron fuertes presiones sobre la inflación. Entre éstos destacan los cigarrillos y los medicamentos.

Durante el período en estudio, al analizar las incidencias, se conjugan los efectos de las mayores medias y varianzas de algunos productos con los efectos de tener elevados ponderadores. Así, un número muy reducido de genéricos explicó un importante porcentaje de la inflación general (la vivienda propia, el gas doméstico, las loncherías, la gasolina de bajo octanaje, la electricidad, la universidad, la leche pasteurizada y fresca, la

primaria, el colectivo y los restaurantes explicaron en promedio más del 40%).

Por último, cabe mencionar que los resultados aquí encontrados muestran los subíndices y genéricos que han afectado más, en términos de media, varianza, sesgo y curtosis, a la inflación general en el período estudiado. No obstante, esto no descarta que otros genéricos hayan tenido presiones de consideración durante otros períodos.

### **Referencias**

- Aguirre, V., Alegría, A., Artaloitia, B., Balmaseda, B., De León, V., Fernández, J.J., Garza, G., Guerrero, V., Hernández, R., Islas, A., Nieto, L.E., Núñez, G., Perera, R. y Sainz, E. (2006). *Fundamentos de Probabilidad y Estadística*, segunda edición. México: JiT Press.
- Banco de México (2002a). *Informe sobre Inflación Abril-Junio 2002*. México: Banco de México.
- \_\_\_\_\_ (2002b). *El Índice Nacional de Precios al Consumidor. Características y Actualización de su Base al Año 2002*. México: Banco de México.
- \_\_\_\_\_ (2007). *Informe sobre Inflación Julio-Septiembre 2007*. México: Banco de México.
- Browne, F. y D. Cronin (2007). "Commodity prices, money and inflation". European Central Bank, Working Paper Series, No. 738.
- Cecchetti, S. y R. Moessner (2008). "Commodity prices and inflation dynamics". BIS Quarterly Review.
- Chiquiar, D., A. E. Noriega y M. Ramos-Francia. (2010). "A Time Series Approach to Test a Change in Inflation Persistence: The Mexican Experience." *Applied Economics*, Vol. 42, pp. 3067-3075.
- Clarida, R, J. Galí y M. Gertler (1999). "The Science of Monetary Policy: A New Keynesian Perspective". *Journal of Economic Literature*, vol. 37, No. 4, pp 1661-1707.
- Hamilton, J. (2009). "Causes and consequences of the oil shock of 2007-08". NBER, Working Paper, No. 15002.
- Rice, J. A. (1993). *Mathematical Statistics and Data Analysis*, 2nd edition. Belmont: Duxbury Press.
- Venables, W. N. y B. D. Ripley (1999). *Modern Applied Statistic with S-PLUS*. New York: Springer.

## Apéndice

### Alimentos

1	Tortilla de maíz	24	Leche en polvo	46	Refrescos envasados
2	Masa y harinas de maíz	25	Leche evaporada, condensada y maternizada	47	Agua embotellada
3	Maíz	26	Queso fresco	48	Mayonesa y mostaza
4	Pan dulce	27	Yogurt	49	Concentrados de pollo y sal
5	Pan blanco	28	Queso Oaxaca o asadero	50	Otros condimentos
6	Pan de caja	29	Crema de leche	51	Papas fritas y similares
7	Pastelillos y pasteles	30	Queso manchego o Chihuahua	52	Concentrados para refrescos
8	Pasta para sopa	31	Otros quesos	53	Chocolate
9	Galletas populares	32	Helados	54	Dulces, cajetas y miel
10	Tortillas de harina de trigo	33	Queso amarillo	55	Gelatina en polvo
11	Otras galletas	34	Mantequilla	56	Otros alimentos cocinados
12	Harinas de trigo	35	Aceites y grasas vegetales comestibles	57	Carnitas
13	Cereales en hojuelas	36	Otras legumbres secas	58	Pollos rostizados
14	Arroz	37	Jugos o néctares envasados	59	Barbacoa o birria
15	Jamón	38	Chiles procesados	60	Pizzas
16	Salchichas	39	Verduras envasadas	61	Cerveza
17	Chorizo	40	Puré de tomate y sopas enlatadas	62	Tequila
18	Otros embutidos	41	Otras conservas de frutas	63	Otros licores
19	Carnes secas	42	Frutas y legumbres preparadas para bebés	64	Ron
20	Tocino	43	Azúcar	65	Brandy
21	Atún y sardina en lata	44	Café soluble	66	Vino de mesa
22	Otros pescados y mariscos en conserva	45	Café tostado	67	Cigarrillos
23	Leche pasteurizada y fresca				

### Otras Mercancías

1	Camisas	32	Zapatos para hombre	63	Escobas	94	Lociones y perfumes
2	Ropa interior hombre	33	Zapatos para niños	64	Loza y cristalería	95	Jabón de tocador
3	Calcetines	34	Otros gastos del	65	Baterías de cocina	96	Pasta dental
4	Pantalones para hombre base	35	Zapatos de material	66	Utensilios de plástico	97	Desodorantes personales
5	Trajes	36	Bolsas, maletas y	67	Otros utensilios de cocina	98	Crema para la piel
6	Pantalones para hombre otros	37	Relojes, joyas y	68	Colchas	99	Navajas y máquinas de afeitar
7	Otras prendas para hombre	38	Muebles para cocina	69	Otros blancos para el	100	Artículos de maquillaje para
8	Blusas para mujer	39	Antecomedores	70	Sábanas	101	Otros artículos de tocador
9	Ropa interior para mujer	40	Estufas	71	Cobijas	102	Otros artículos de maquillaje
10	Medias y pantimedias	41	Calentadores para agua	72	Toallas	103	Papel higiénico
11	Pantalones para mujer base	42	Salas	73	Corinas	104	Pañales
12	Pantalones para mujer otros	43	Comedores	74	Detergentes	105	Toallas sanitarias
13	Conjuntos y otras prendas	44	Colchones	75	Suavizantes y	106	Servilletas de papel
14	Vestidos para mujer	45	Muebles diversos para	76	Blanqueadores	107	Pañuelos desechables
15	Faldas para mujer	46	Recámaras	77	Jabón para lavar	108	Automóviles
16	Pantalones para niño base	47	Refrigeradores	78	Desodorantes	109	Bicicletas
17	Pantalones para niño otros	48	Lavadoras de ropa	79	Plaguicidas	110	Neumáticos
18	Camisas y playeras para niños	49	Otros aparatos	80	Antibióticos	111	Otras refacciones
19	Vestidos para niña	50	Aparatos de aire	81	Analgésicos	112	Acumuladores
20	Ropa interior para niña	51	Ventiladores	82	Cardiovasculares	113	Libros de texto
21	Ropa interior para niño	52	Planchas eléctricas	83	Nutricionales	114	Otros libros
22	Calcetines y calcetas	53	Licudadoras	84	Anticonceptivos y	115	Cuadernos y carpetas
23	Trajes para bebés	54	Televisores	85	Gastrointestinales	116	Plumas, lápices y otros
24	Camisetas para bebés	55	Computadoras	86	Expectorantes y	117	Periódicos
25	Chamarras y abrigos	56	Equipos modulares	87	Otros medicamentos	118	Revistas
26	Sombreros	57	Reproductores de	88	Dermatológicos	119	Juguetes
27	Suéter para niño y niña	58	Radio y grabadoras	89	Antigripales	120	Discos y casetes
28	Uniformes para niño	59	Focos	90	Material de curación	121	Alimento para mascotas
29	Uniformes para niña	60	Cerillos	91	Lentes y otros aparatos	122	Material y aparatos fotográficos
30	Zapatos tenis	61	Pilas	92	Prótesis dentales	123	Instrumentos musicales y otros
31	Zapatos para mujer	62	Velas y veladoras	93	Productos para el cabello	124	Artículos deportivos

Vivienda	Otros Servicios	
Renta de vivienda	1 Servicio de tintorería	19 Mantenimiento de automóvil
Vivienda propia	2 Servicio de lavandería	20 Gastos turísticos en paquete
Mantenimiento materiales	3 Consulta médica	21 Hoteles
Mantenimiento servicios	4 Hospitalización general	22 Cine
Servicio doméstico	5 Operación quirúrgica	23 Centro nocturno
Otros servicios para hogar	6 Cuidado dental	24 Servicio de televisión
	7 Estudios de gabinete	25 Otras diversiones
	8 Hospitalización para parto	26 Club deportivo
	9 Análisis clínicos	27 Espectáculos deportivos
	10 Consulta médica durante el embarazo	28 Servicio de Internet
	11 Atención médica durante el parto	29 Renta de películas
	12 Análisis clínicos durante el embarazo	30 Loncherías
	13 Corte de cabello	31 Restaurantes
	14 Sala de belleza	32 Cantinas
	15 Transporte aéreo	33 Cafeterías
	16 Seguro de automóvil	34 Servicios profesionales
	17 Reparación de automóvil	35 Servicios funerarios
	18 Lavado y engrasado de automóvil	

Frutas y Verduras		Carne y Huevo
1 Manzana	18 Papa	1 Pollo en piezas
2 Plátanos	19 Cebolla	2 Pollo entero
3 Naranja	20 Otras legumbres	3 Pulpa de cerdo
4 Aguacate	21 Tomate verde	4 Chuletas de cerdo
5 Mango	22 Calabacita	5 Lomo
6 Papaya	23 Chile serrano	6 Pierna
7 Limón	24 Zanahoria	7 Bistec de res
8 Otras frutas	25 Otros chiles frescos	8 Carne molida de res
9 Uva	26 Chile poblano	9 Chuletas y costillas de res
10 Melón	27 Lechuga y col	10 Retazo
11 Sandía	28 Chicharo	11 Cortes especiales de res
12 Pera	29 Nopales	12 Hígado de res
13 Durazno	30 Chayote	13 Otras vísceras de res
14 Toronja	31 Pepino	14 Otros cortes de carne
15 Piña	32 Ejotes	15 Otros pescados
16 Guayaba	33 Frijol	16 Camarón
17 Jitomate	34 Chile seco	17 Mojarra
		18 Otros mariscos
		19 Robalo y mero
		20 Huachinango
		21 Huevo

Concertados	Educación
Derechos por el suministro de agua	1 Universidad
Impuesto predial	2 Primaria
Servicio telefónico local	3 Preparatoria
Larga distancia nacional	4 Secundaria
Larga distancia internacional	5 Preprimaria
Línea telefónica	6 Carrera corta
Colectivo	7 Enseñanza adicional
Autobús urbano	8 Jardín de niños y guardería
Taxi	
Metro o transporte eléctrico	
Autobús foráneo	
Aceites lubricantes	
Tenencia de automóvil	
Cuotas de autopistas	
Estacionamiento	
Cuotas de licencias y otros documentos	

---

<b>Ciudades</b>	
1 Nacional	25 Matamoros, Tamps.
2 Área Met. de la Cd. de México	26 Mérida, Yuc.
3 Acapulco, Gro.	27 Mexicali, B. C.
4 Aguascalientes, Ags.	28 Monclova, Coah.
5 Campeche, Camp.	29 Monterrey, N. L.
6 Cd. Acuña, Coah.	30 Morelia, Mich.
7 Cd. Jiménez, Chih.	31 Oaxaca, Oax.
8 Cd. Juárez, Chih.	32 Puebla, Pue.
9 Colima, Col.	33 Querétaro, Qro.
10 Córdoba, ver.	34 San Andrés Tuxtla, Ver.
11 Cortázar, Gto.	35 San Luis Potosí, S. L. P.
12 Cuernavaca, Mor.	36 Tampico, Tamps.
13 Culiacán, Sin.	37 Tapachula, Chis.
14 Chetumal, Q. R.	38 Tehuantepec, Oax.
15 Chihuahua, Chih.	39 Tepatlán, Jal.
16 Durango, Dgo.	40 Tepic, Nay.
17 Fresnillo, Zac.	41 Tijuana, B. C.
18 Guadalajara, Jal.	42 Tlaxcala, Tlax.
19 Hermosillo, Son.	43 Toluca, Edo. de Méx.
20 Huatabampo, Son.	44 Torreón, Coah.
21 Iguala, Gro.	45 Tulancingo, Hgo.
22 Jacona, Mich.	46 Veracruz, Ver.
23 La Paz, B. C. S.	47 Villahermosa, Tab.
24 León, Gto.	

---

## Anexos

## Anexo 1

## Pruebas de hipótesis. Descripción de las pruebas

A continuación se hace una breve descripción de las pruebas de hipótesis utilizadas en este documento, para mayor información sobre las pruebas consultar Aguirre *et al.* (2006), o Rice (1993). Para cada una de las pruebas se reporta la hipótesis nula, su estadístico de prueba y los posibles problemas de supuestos y aplicación. Las pruebas utilizadas comprenden pruebas de igualdad de distribución, de igualdad de localización y de igualdad de dispersión. Para probar igualdad de distribuciones se aplica la prueba no paramétrica Kolmogorov-Smirnov, para probar igualdad de localización se utiliza una prueba paramétrica (prueba t, que asume varianzas distintas) y una no paramétrica (Wilcoxon-rank sum); para probar igualdad de dispersión, se utiliza una prueba paramétrica (prueba F) y una no paramétrica (Ansari-Bradley).

*Kolmogorov-Smirnov*

- $H_0$ :  $FDP_1 = FDP_2$  (datos que provienen de la misma distribución)
- Prueba no paramétrica
- $t = \max(|F_1(x) - F_2(x)|)$
- Problema: demasiado sensible a valores aberrantes

*Prueba T (con varianzas distintas)*

- $H_0$ :  $media_1 = media_2$
- Prueba paramétrica
- $$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n} + \frac{S_2^2}{n}}} \sim t_{df(S_1^2, S_2^2, n, m)}$$
- Problema: asume Normalidad

*Prueba F*

- $H_0$ :  $varianza_1 = varianza_2$
- Prueba paramétrica
- $$t = \frac{S_1^2}{S_2^2} \sim F_{n-1, m-1}$$
- Problema: asume Normalidad

*Wilcoxon-rank sum*

- $H_0$ :  $mediana_1 = mediana_2$
- Prueba no paramétrica (alternativa a la Prueba T)
- Estadístico de prueba:

48 *Ensayos Revista de Economía*

- 1) Se unen los datos de ambas series y se ordenan.
- 2) Se le asigna a cada observación el rango correspondiente.
- 3) El estadístico de prueba es la suma de los rangos de las observaciones.

- Problema: sensible a la forma de la distribución.

*Ansari-Bradley*

- $H_0$ : dispersión<sub>1</sub> = dispersión<sub>2</sub>
- Prueba no paramétrica (alternativa a la prueba F)}
- Estadístico de prueba:
  - 1) Se unen los datos de ambas series, se les resta la mediana y se ordenan.
  - 2) Se le asigna a cada observación el rango correspondiente según su posición con respecto al 0:  $(m+n) / 2, \dots, 2, 1, 0, 1, 2, \dots, (m+n)/2$
  - 3) El estadístico de prueba es la suma de los rangos de las observaciones.

- Problema: sensible a la forma de la distribución.

**Anexo 2**  
**Gráficos de caja y brazo y dendrogramas**

Aquí se presentan los gráficos de caja y brazo y los dendrogramas. Los gráficos del lado izquierdo corresponden a series originales y los del lado derecho a desestacionalizadas.

Figura A2.1  
**Diagrama de caja y brazo de los agregados apertura 16, series originales y desestacionalizadas**

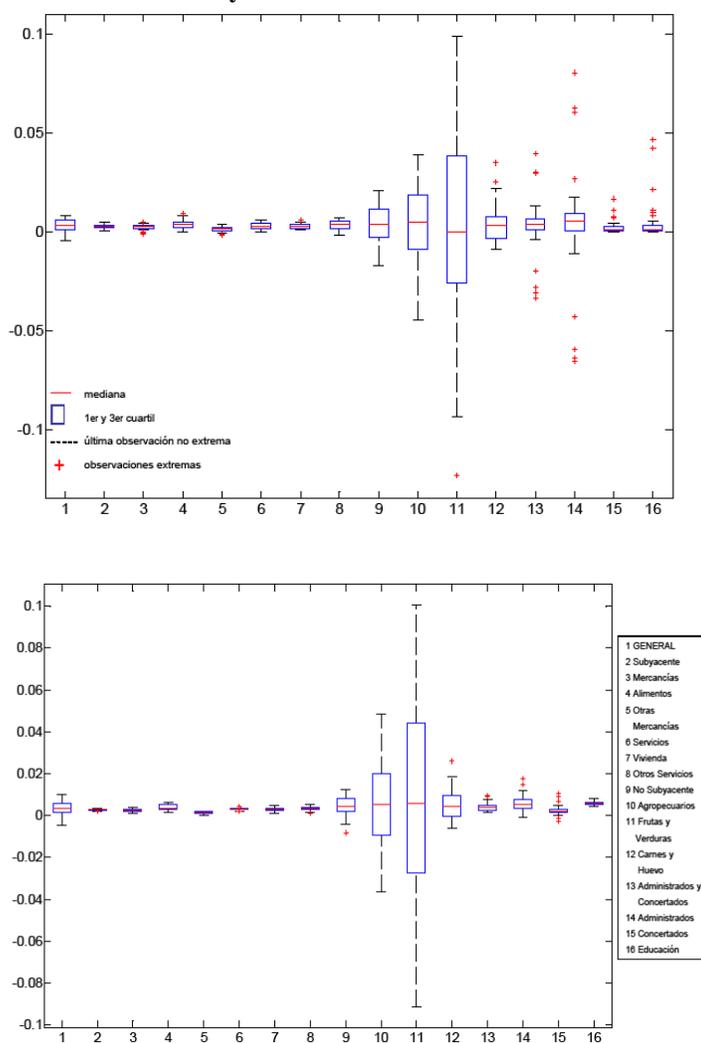


Figura A2.2  
**Dendrograma de medias de los agregados apertura 16, series originales  
 y desestacionalizadas**

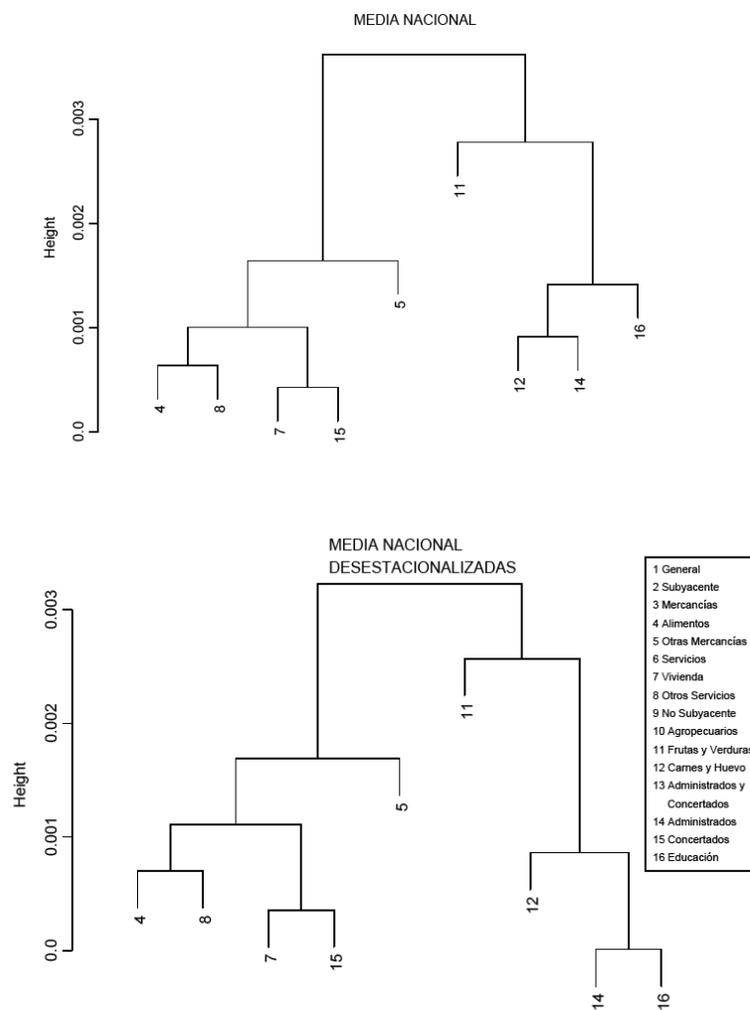


Figura A2.3  
**Dendrograma de varianzas de los agregados apertura 16, series originales y desestacionalizadas**

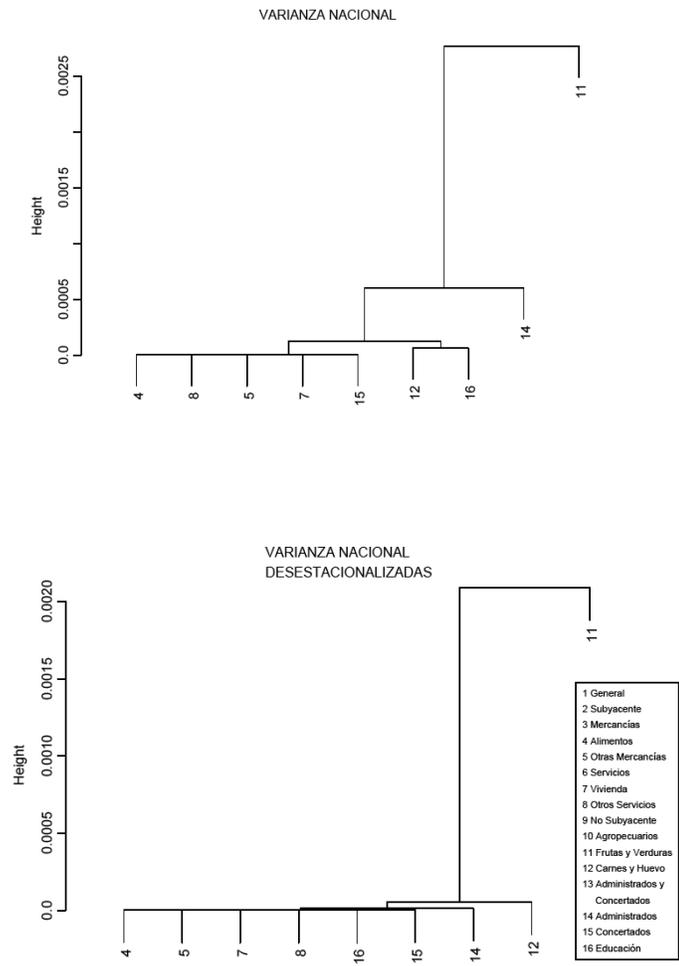
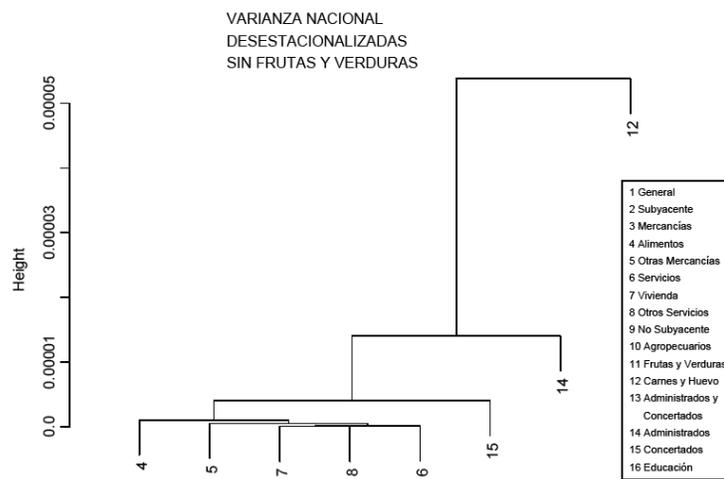


Figura A2.4  
Dendrograma de varianzas de los agregados apertura 16 excluyendo  
frutas y verduras, series desestacionalizadas



## **Las Administradoras de Fondos de Pensiones y el desarrollo del mercado de capitales en Chile**

Roberto J. Santillán Salgado\*

David López\*\*

Justo Montenegro\*\*\*

Fecha de recepción: 18 XII 2009

Fecha de aceptación: 24 II 2010

### **Resumen**

Los profundos cambios estructurales que se realizaron en la economía chilena durante los primeros años de 1980, sentaron las bases para un desarrollo económico robusto y más o menos constante, hasta este momento. Una de las innovaciones más notables del nuevo modelo económico chileno fue la introducción del sistema de pensiones privado conocido como Administradoras de Fondos de Pensiones (AFP). Habiendo sido imitado en numerosos países latinoamericanos como Perú, Colombia y México, entre otros, el sistema de pensiones privado ha contribuido significativamente a resolver el problema del pasivo fiscal que tienen los gobiernos de la región con los jubilados. A la par de los beneficios socioeconómicos y la generación de ahorro doméstico en cantidades abundantes, gracias a los cuales fue posible financiar ambiciosos proyectos de infraestructura, construcción, minería, etc., otra dimensión importante de los efectos institucionales de la entrada en operación de las AFP fue su contribución a la consolidación y crecimiento del mercado de capitales de ese país. También, en este trabajo, se analiza el comportamiento de algunas variables características de los fondos de pensiones y su relación con mediciones de capitalización del mercado de capitales chileno. La evidencia sugiere que, el papel de las AFP en la maduración y consolidación del mercado de capitales chileno fue sustantivo.

**Palabras clave:** Chile, mercado de capitales, fondos de pensiones.

**Clasificación JEL:** O5, O54.

---

\* Profesor de tiempo completo en Finanzas del EGADE-ITESM, Campus Monterrey  
Dirección: Ave. Fundadores esq. Rufino Tamayo, Garza García, N. L., C.P.66269,  
Monterrey, Nuevo León, México  
Correo electrónico: roberto.santillan@itesm.mx

\*\* Correo electrónico: david@itesm.mx

\*\*\* Correo electrónico: jmontenegro@bus.illinois.edu

### **Abstract**

The profound structural transformations that took place in the Chilean economy at the beginning of the 1980s established the platform for a robust and relatively constant economic development. One of the most noticeable innovations of the new Chilean economic model was the introduction of a private pensions funds system, known as the “*Administradoras de Fondos de Pensiones*” (AFP). Imitated in several Latin American countries (Peru, Colombia, Mexico, etc.) the private pension funds contributed significantly to solve the problem of fiscal liabilities of governments with retirees. In parallel to the socioeconomic benefits and the generation of domestic savings in abundant quantities, thanks to which it was possible to finance ambitious infrastructure, building and mining projects. Another dimension of the institutional effects of the start of operations of the AFP was their contribution to the consolidation and growth of the capital markets of that country. In addition, we analyze the behavior of some characteristic variables of the pension funds and their relation with measurements of the capitalization of the Chilean capital markets. The evidence suggests that the role of the AFP in the maturation and consolidation of the Chilean capital market was substantial.

**Keywords:** Chile, capital markets, pensions funds.

**JEL Classification:** O5, O54.

### **Introducción**

El sistema de pensiones chileno experimentó un profundo cambio en 1981, con la migración de un esquema privado tradicional “*pay-as-you-go*”, hacia el innovador concepto de Fondos de Pensiones Privados y cuenta individual. Desde una perspectiva regulatoria, las entidades encargadas de su operación, las Administradoras de Fondos de Pensiones (AFP), quedaron sujetas a un régimen estricto en cuanto al tipo y calidad de títulos financieros que pueden mantener en sus carteras; no obstante, desde sus inicios, recibieron el mandato de dirigir volúmenes crecientes de recursos hacia el mercado de capitales doméstico.

Los efectos inducidos por las AFP sobre la forma de operar y el volumen de recursos invertidos en el mercado de capitales chileno van más allá de su expresión cuantitativa, pues sus efectos sobre la modernización y mayor eficiencia del mercado financiero resultaron, sin duda, muy destacados. Las inversiones realizadas cotidianamente por las AFP en el mercado doméstico permitieron elevar los niveles de liquidez en la operación, generaron una demanda creciente de servicios especializados y promovieron la

diversificación de alternativas de inversión para responder a una demanda crecientemente sofisticada. Puesto que los recursos invertidos se utilizan para el pago de pensiones en plazos diferidos muy extensos, la necesidad de invertirlos en alternativas confiables y redituables contribuyó sustancialmente a la operatividad del mercado de capitales chileno.

La mayoría de las modificaciones realizadas al marco regulatorio aplicable durante años recientes ha respondido a adecuaciones necesarias, para facilitar la operación de un mercado competitivo, así como por el objetivo de expandir el ámbito de destinos posibles para los recursos acumulados por las AFP. Si bien la operación del sistema se ha enfrentado a problemas prácticos, como la competencia en ocasiones depredadora de algunos intermediarios, sin embargo, el reto más importante de la década de 1990 fue probablemente la decisión de autorizar la inversión de recursos en el extranjero, para superar el problema de una oferta relativamente limitada de títulos financieros, en el mercado doméstico.

Sin negar el interés por conocer con mayor detalle el desempeño así como las transformaciones más recientes del sistema privado de pensiones chileno, en este estudio se centra la atención en su evolución durante los primeros veinte años. La justificación de dicho interés apunta en el sentido de que un conocimiento más detallado de los avatares de las primeras etapas de la experiencia chilena, será útil a los diseñadores de políticas públicas y entidades organizacionales de otros países, que estén interesados en adoptar - o en proceso de adopción- un esquema semejante.

Este trabajo está estructurado de la manera siguiente. En la primera sección, se presenta una revisión de la literatura sobre la evidencia disponible con respecto a la relación entre los efectos de las reformas realizadas en el sistema de pensiones en Chile y el ahorro interno, así como el papel que les ha tocado desempeñar a los inversionistas institucionales, en el desarrollo del mercado, incluyendo el posible efecto de desintermediación que resulta a partir de su establecimiento. En la segunda sección, se analiza el impacto del inicio de las operaciones de las AFP sobre la profundidad, valor y liquidez de las Bolsas de Valores chilenas. En la tercera sección, se hace referencia a los efectos sobre la competencia del ingreso de las AFP en el mercado financiero chileno. La cuarta sección alude al dinamismo de la regulación financiera como factor dinamizador, gracias al cual fue posible encauzar y consolidar el nuevo modelo económico-financiero. En la quinta sección, se revisa con mayor detalle la composición de los portafolios de las AFP. En la sexta sección, se reportan los resultados del análisis estadístico de las variables que caracterizaron al mercado de capitales chileno y al comportamiento de las AFP. Finalmente, se presenta una breve conclusión, en la cual principalmente se reitera la abundante evidencia en el sentido del

papel benéfico que correspondió a las AFP, en el desarrollo del mercado de capitales chileno; y se recomienda, a los países en vías de adopción de un sistema semejante para pensiones, aprovechar los efectos asociados, en términos de dinamizar y ampliar los mercados de capitales.

### 1. Sistema de pensiones privado y ahorro interno

Vittas (1995) argumenta que la reforma al sistema de pensiones chileno tuvo, como uno de sus principales objetivos, la generación de ahorro a largo plazo, lo cual ayudaría a estimular el desarrollo del mercado de capitales. Sin embargo, Walker y Lefort (2000) afirman que, en el nivel empírico, el efecto de la reforma de los fondos de pensiones con respecto a la creación de ahorro interno es ambiguo, presentando como evidencia estudios realizados en distintos países, donde se muestra un efecto insignificante sobre las tasa de ahorro neto. En el mismo sentido, Schmidt-Hebbel (1981) reporta haber analizado diecinueve estudios similares, ocho de los cuales reportan bajas tasas de ahorro, tres muestran altas tasas y los restantes ocho no muestran ningún efecto significativo. Sin embargo, aunque sólo encuentran una evidencia empírica débil, los tres autores citados coinciden en reconocer que la operación de un sistema de pensiones privado puede producir efectos favorables en el ahorro doméstico.

Pero, la importancia relativa de los recursos administrados por las AFP no deja lugar a duda de que, aun cuando, en alguna medida la privatización del sistema de pensiones puede haber desplazado al ahorro personal, la concentración de recursos representa una oportunidad para aprovechar las economías de escala y de alcance de entidades financieras, administradas con criterios de eficiencia e inmersas en la lógica de una intensa competencia de mercado que, en principio, permiten optimizar los rendimientos y diversificar el riesgo de los recursos invertidos.

Baste mencionar que, para diciembre de 1998, el ahorro acumulado por el sistema de pensiones privado representaba ya 34.9% del PIB de ese país.

Tabla 1  
**Indicadores para Chile 1961-1997 (porcentajes)**

Mercado de capitales	1961-1974	1975-1981	1982-1989	1990-1997
M3/PIB	15.9	18.4	28.4	36.8
Capitalización del mercado/ PIB	n.a	27.2 <sup>a</sup>	24.8	91.7
Activos de los fondos de pensión/ PIB	0	0	9.9	34.9

Fuente: Banco Central de Chile y cálculos de Schmidt-Hebbel (1981).

a: 1980-1981

Los beneficios generados por la operación de un sistema privado de pensiones se manifiestan también de manera menos evidente, pero no por ello menos importante, en otros ámbitos. Walker y Lefort (2000), por ejemplo, sostienen que aun en el caso poco probable de que el volumen de ahorro total no se incremente<sup>1</sup>, los fondos de pensión dinamizan el proceso de capitalización del mercado, lo cual puede tener un efecto positivo en el crecimiento y bienestar económico debido a una mejor asignación de recursos. También sugiere que la reforma de pensiones incentiva la investigación financiera y mejora el conocimiento de los mercados de capitales, incluso, permite el desarrollo de nuevos proyectos que requieren financiamiento de largo plazo y no habían resultado viables en las condiciones previas (desarrollo de vivienda, inversión en bienes de capital, etc.).

En general, es posible argumentar que un mercado más profundo y un mayor número de títulos en circulación permiten una mejor diversificación del riesgo de los portafolios de inversiones, cuyo resultado final apuntaría al incremento de la tasa de inversión en la economía (Singh, 1997). Así, la posibilidad de impulsar indirectamente, pero en forma simultánea, el desarrollo del mercado de capitales mediante una privatización del sistema de pensiones, representa una motivación adicional para aquellos países que aún no la han adoptado. Al transformarse en un negocio privado, orientado por el objetivo de obtener una rentabilidad en un entorno competitivo que promueve la eficiencia y, al mismo tiempo, con la responsabilidad de invertir una masa creciente de recursos financieros, las administradoras de fondos de pensiones devienen agentes de cambio y modernización del mercado financiero.

La regulación chilena que norma la operación de las AFP, establece con precisión que los recursos captados deben invertirse en activos financieros de oferta pública. Si bien la regla está inspirada en motivos prudenciales (asegurar la calidad de los instrumentos incluidos en las carteras) y mantener un control adecuado, así como, en dar seguimiento a las inversiones realizadas por las AFP, es razonable indicar que el volumen de recursos canalizado al mercado de capitales ha tenido una influencia notable sobre su desarrollo.

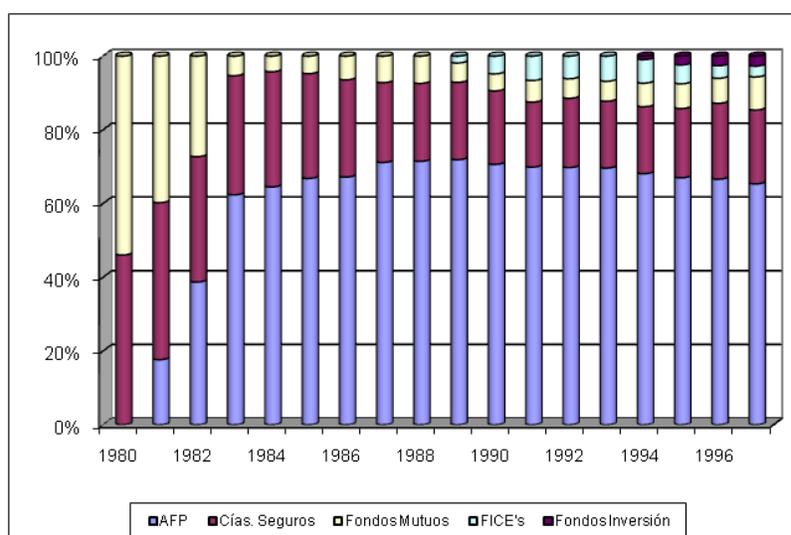
Por ejemplo, Vittas (1995) argumenta que los inversionistas institucionales pueden actuar con fuerza suficiente para hacerle competencia a la posición

---

<sup>1</sup> El efecto de la reforma de pensiones en el ahorro depende de varias características, tanto de la reforma como de la economía, entre ellas: (1) el financiamiento de la transición hacia el nuevo sistema; (2) la magnitud de la disminución del ahorro voluntario debido al ahorro obligatorio y (3) las motivaciones que se ofrezcan para inducir que los trabajadores se cambien de sistema.

dominante de los bancos comerciales y promover un ambiente más eficiente y competitivo en el sistema financiero. El mismo autor argumenta que las administradoras de fondos de pensión son capaces de estimular la innovación financiera, modernizar los mercados de capitales, incrementar la transparencia y divulgación de la información y mejorar las regulaciones.

Gráfica 1  
**Importancia relativa de inversionistas institucionales en el mercado de capitales en Chile, 1980-1997**



Fuente: Adaptado de: Chile Finanzas, con datos de la Superintendencia de Valores y Seguros. <http://www.finanzas.cl/vys/inv-inst.htm>. Julio de 2000.

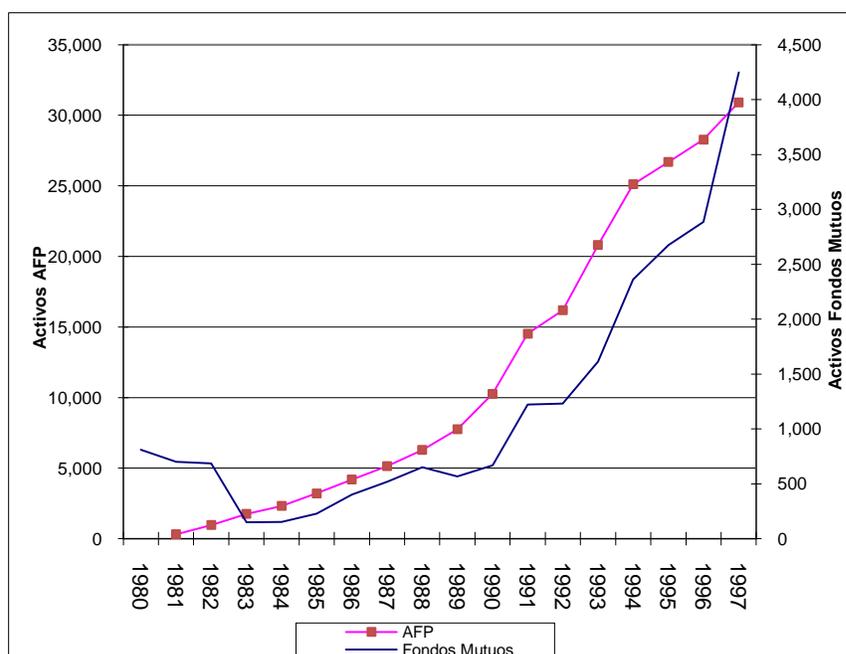
A partir de su segundo año de operaciones, las AFP se convirtieron en el inversionista institucional con mayor presencia en el mercado chileno, desplazando a los fondos mutuos; además, durante el mismo período tuvieron el control, en promedio, del 68% del total de los activos del mercado.

Cabe destacar que el desplazamiento de los fondos mutuos a un segundo lugar no significó una disminución de su ritmo de crecimiento, sino que sucedió al mismo tiempo que aquéllos continuaban creciendo (véase gráfica 2).

Puesto que buena parte de los flujos de ahorro invertidos por las AFP son créditos directos para empresas, podría suponerse una caída relativa del papel de la banca comercial. Aunque Iglesias (1998) sostiene que después de la reforma en Chile la desintermediación bancaria ha existido de forma

limitada, es claro que, con la presencia de un sistema de pensiones bien desarrollado, se originan nuevas alternativas de financiamiento de largo plazo, especialmente para las grandes empresas. Por ejemplo, Hernández y Walker (1993) reportan un cambio significativo en los niveles y composición de la deuda de las empresas chilenas que cotizan en la Bolsa de Valores al comparar los promedios de 1978-1981 con los de 1988-1991. Aunque las razones de deuda a capital tendieron a reducirse, la deuda a largo plazo cobró importancia y la deuda bancaria disminuyó; sin embargo, al analizar las de las empresas que no participan en el mercado bursátil, la deuda bancaria de corto plazo mantuvo su importancia.

Gráfica 2  
**Activos de AFP y fondos mutuos**  
 (Millones de dólares constantes de diciembre de 1997)



Adaptado de: Chile Finanzas. <http://www.finanzas.cl/vys/inv-inst.htm>. Julio de 2000.

Las evidencias anteriores sugieren que, efectivamente, sí ha existido desintermediación bancaria, pero de forma limitada. Era de esperarse que los bancos se concentrarían en el otorgamiento de financiamiento de corto plazo a las empresas mayores y en prestar tanto a corto como a largo plazo a las empresas pequeñas, para las cuales sería muy costoso financiarse a través de los recursos de los fondos de pensiones debido a todos los requisitos de

información que exigen para llegar, finalmente, a colocar títulos públicos en el mercado (calificación de riesgo, prospecto, publicación regular de estados financieros, entre otros).

## **2. Impacto sobre las Bolsas de Valores**

Como se mencionó antes, las AFP están obligadas por ley a realizar todas sus transacciones en los mercados bursátiles primarios y secundarios formales. Esa regla dio lugar a uno de los efectos más evidentes sobre las Bolsas de Valores<sup>2</sup> en Chile, por el significativo crecimiento de los montos transados. La tasa de crecimiento real anual de las transacciones para ambos mercados fue de 43%, entre 1980 y 1996.

Walker y Lefort (2000) reportaron que un año después de la creación de las AFP, los montos transados en instrumentos de deuda se multiplicaron diez veces, que para 1987 se habían incrementado diez veces más y, para 1998, nuevamente había aumentado diez veces. En 1986, un año después de que las autoridades chilenas autorizaron la inversión de las AFP en acciones, los montos comercializados se multiplicaron 5.6 veces, y para 1990 diez veces más que en 1985, lo cual muestra evidencia cualitativa del incremento en la liquidez del mercado.

El establecimiento del nuevo sistema de pensiones también influyó en la industria de calificaciones de riesgo, componente importante para el desarrollo del mercado de capitales. Desde los últimos años de 1980, todos los instrumentos de deuda deben contar con una calificación privada del riesgo, antes de ser elegibles para formar parte de las carteras de los fondos de pensiones.

La Comisión Clasificadora de Riesgo (CCR) se creó el año 1985, mediante la incorporación del Título XI al Decreto de Ley 3,500, con el objeto de calificar los instrumentos de deuda y aprobar los instrumentos de capital susceptibles de ser adquiridos con los recursos de los fondos de pensiones. La Comisión se desarrolló en forma acelerada como consecuencia de la promulgación de la Ley 18,660 (octubre de 1987), que modificó la Ley de Seguros y la Ley de Valores, y estableció la obligación, a partir de marzo de 1989, de que todos los valores de oferta pública debían ser sometidos a una calificación privada conforme a su grado de riesgo. A su vez, esa situación fue modificada nuevamente en 1994 con la Ley 19,301, en la cual se facultó

---

<sup>2</sup> Existen tres bolsas de valores: Bolsa de Comercio de Santiago, Bolsa Electrónica de Chile (fundada a fines de 1989) y Bolsa de Corredores de Valparaíso (cerrada en 1982 y reabierto en 1988).

a las emisoras de acciones o cuotas de fondos de inversión a someterse voluntariamente al sistema de calificación de riesgo<sup>3</sup>.

Esa misma ley estableció la obligatoriedad de que todos los títulos de oferta pública incorporados en la cartera de los fondos mutuos, fondos de pensiones y los que formaran parte de las reservas de las compañías de seguros, deberían tener una calificación de riesgo privada. Esa obligatoriedad permitió avanzar hacia una mayor fiscalización del mercado y, de paso, se constituyó en un elemento importante en los límites de inversión de los inversionistas institucionales.

Bodie (1990) argumenta que después de la aprobación de la *Employee Retirement Income Security Act* (ERISA), en Estados Unidos en el año 1974, se crearon fuertes incentivos para que las empresas administradoras de fondos de pensiones cubrieran sus pasivos debido al incremento en la volatilidad de las tasas de interés. Así, muchas de las innovaciones en el mercado financiero estadounidense en ese período pueden interpretarse como reacciones a la demanda en instrumentos de cobertura como, por ejemplo, los bonos cupón cero y las opciones y contratos de futuros.

La demanda por instrumentos de inversión generada en la medida que se incrementaron los recursos administrados por las AFP impulsó al desarrollo de nuevos valores financieros y otros productos derivados utilizados para la cobertura de riesgos en Chile como, por ejemplo, al lanzamiento de fondos indexados y el ofrecimiento de productos sintéticos para protección del inversionista ante caídas del mercado.

Holzmann (1996) señala la contribución que tuvieron las AFP en el desarrollo de instrumentos financieros, como: las anualidades indexadas, la provisión de fondos a sectores económicos clave<sup>4</sup>, la importancia de los bonos empresariales<sup>5</sup> y la tenencia creciente de acciones. Adicionalmente, Holzmann afirma que esta evidencia parece indicar la contribución de las administradoras a la sofisticación del mercado financiero chileno.

Resulta evidente que la actividad de las AFP impulsó el desarrollo del mercado de bonos hipotecarios y corporativos, y que ha representado una fuente de financiamiento importante para el sector público al adquirir los bonos que éste emite (aun cuando las finanzas públicas chilenas se

---

<sup>3</sup> Los motivos, que dieron origen para adoptar la decisión de que los instrumentos de renta variable se sometieran voluntariamente a calificación, fueron adoptar y aplicar al mercado chileno el criterio internacional que no otorga *ratings* a las acciones. Por otro lado, se buscó disminuir los costos de emisión y apertura a la bolsa de valores local.

<sup>4</sup> Por ejemplo, a través de bonos hipotecarios para financiar viviendas.

<sup>5</sup> Que están en su mayoría en propiedad de las AFP.

caracterizaron desde los años ochentas por la búsqueda constante del equilibrio fiscal).

El volumen de bonos hipotecarios y corporativos creció desde niveles insignificantes, en 1981, hasta ocupar el 9% y 4% del PIB, en 1993. Ese mismo año, los bonos gubernamentales e instrumentos del banco central alcanzaron el 28% del PIB. Resulta notable que los fondos de pensiones y las compañías de seguros, inversionistas institucionales que se beneficiaron directamente de la reforma al programa de pensiones, hacia el final de los noventas, poseían cerca del 95% de los mismos.

De manera similar, la autorización para que las AFP invirtieran en acciones contribuyó al desarrollo del mercado accionario. Es digno de destacar la oportunidad con que las autoridades chilenas tomaron esa decisión, precisamente en el momento en que se comenzaba a realizar la llamada “Segunda Ronda de Privatizaciones”, en la cual se incluyeron grandes empresas públicas, bancos y conglomerados.

En 1989, las autoridades chilenas dieron nuevos pasos en la reglamentación, para impulsar la consolidación del esquema operativo del sistema pensionario privado, al autorizar la formación de fondos mutuos especializados para recibir inversiones de las AFP. En tal virtud, se crearon tres tipos de estos fondos: Fondos de Bienes Raíces, Fondos de Acciones y Fondos para el Desarrollo de Empresas. Sin embargo, estos instrumentos presentaron algunos problemas. En primer lugar, por su naturaleza se trata de inversiones de largo plazo que no tienen mercados secundarios; por tanto, su valuación es difícil de realizar en comparación con otros activos financieros y, en segunda instancia, debido a que con la reestructuración de la industria que redujo el número de AFP a lo largo de los años, se favoreció una concentración creciente en su administración.

Una más de las numerosas innovaciones financieras cuya introducción se asocia a la existencia de las AFP son los “Bonos de Reconocimiento”, bonos cupón cero indexados, originados debido al reconocimiento que el Estado hizo, por las contribuciones hechas al sistema antiguo, de aquellos trabajadores que optaron por cambiarse al nuevo programa de retiro. Estos bonos fueron altamente solicitados por las compañías de seguros interesadas en nivelar la “duración” de sus activos y pasivos. Asimismo, fueron elegibles como instrumento de inversión para las AFP. En 1994 se permitió que estos bonos fueran transferidos, de tal forma que los afiliados pudieran obtener retiros anticipados y, desde entonces, se comercializan en el mercado bursátil.

Otra innovación promovida indirectamente por la existencia de las AFP son los “Mutuos Hipotecarios”, instrumentos diseñados especialmente para las compañías de seguros de vida y que son una especie de bono hipotecario no líquido, cuya garantía para la deuda es un bien raíz específico. Si bien estos bonos no son comercializados en los mercados formales, ni adquiridos directamente por las AFP, las compañías de seguros compran estos instrumentos a través de los Fondos de Bienes Raíces descritos anteriormente.

En la lista de innovaciones financieras, que fueron observadas en el mercado chileno durante los primeros veinte años de las AFP, no todos los intentos fueron exitosos. Por ejemplo, dos de las sociedades inmobiliarias, creadas especialmente para captar inversiones de las AFP, desaparecieron a mediados de 1995, cuatro años después de iniciar operaciones, debido a su relativa desventaja fiscal en comparación con los fondos de inversión de bienes raíces. De igual manera, en 1991 se realizaron esfuerzos significativos para desarrollar procedimientos de calificación de riesgo para papel comercial y proyectos de inversión sin mayores antecedentes pero, pese a que fueron calificados, ninguno formó parte del portafolio de las administradoras.

No obstante, a pesar de algunos casos poco exitosos, queda suficiente constancia de que las AFP desempeñaron un papel relevante para la innovación financiera en el mercado chileno.

### **3. Las AFP y la intensificación de la competencia en la intermediación financiera**

El desarrollo de nuevas fuentes de financiamiento obliga a los bancos comerciales a ser más competitivos y a adoptar estrategias proactivas para atraer clientes, en vez de esperar a que ellos se acerquen para buscar préstamos. De igual forma, con la mayor participación de inversionistas institucionales, los costos de transacción y de nuevas emisiones se reducen, como reflejo de los bajos costos de mercadotecnia y monitoreo de las emisiones dirigidas hacia ellos, tal como lo demuestran estudios de Hansen y Pinkerton (1982) y Hansen y Torregrosa (1992).

Adicionalmente, la caída en comisiones está asociada al aumento de las transacciones de instrumentos bursátiles, explicada probablemente por la importancia creciente que cobraron estos inversionistas. En tal sentido, Iglesias (1998) argumenta que la creación de un sistema de pensiones puede implicar que el costo de los fondos para las empresas disminuya, debido a la

acumulación de ahorros financieros, en contraste ante otros tipos de riqueza (capital privado, tierra, oro, etc.).

Sin embargo, es necesario identificar el tipo de cambios estructurales requeridos, para justificar que la tasa de retorno puede efectivamente decrecer, después de la elevada acumulación de recursos en los fondos de pensión. Esto cobra relevancia ya que, como se mencionó antes, los estudios econométricos muestran sólo un pequeño incremento en el nivel de ahorro atribuible a la reforma. Por lo tanto, si los fondos de pensión simplemente sustituyen a otras fuentes de ahorro interno, ¿por qué implicaría su introducción un menor costo de capital?

Walker y Lefort (2000) plantean tres posibles respuestas: (1) menores costos directos de emisión de los instrumentos financieros, (2) menor “premio por liquidez” y (3) menor “premio por riesgo”.

En cuanto a los costos directos de emisión, el desarrollo global del mercado de capitales tiende a reducirlos, lo que naturalmente implica un menor costo, aunque resulta difícil estimar el impacto marginal atribuible exclusivamente a la existencia de las AFP. Sin embargo, una manera indirecta para evaluar el efecto de la reducción de costos de capital es considerar la importancia que las AFP lograron alcanzar con respecto al total de la variedad de instrumentos presentes en el mercado. Así, si los fondos de pensiones compran una fracción importante de un creciente número de instrumentos, esto puede reflejar una “conveniente tasa de rendimiento requerida” desde el punto de vista del emisor, pues de lo contrario no realizaría dichas colocaciones.

En la tabla 2a, se muestra que en diciembre de 1997, los fondos de pensiones chilenos mantenían el 50.9% del total de los bonos gubernamentales y el 50% de los bonos hipotecarios.

Tabla 2a  
**Participación de los fondos de pensión y tamaño de cada mercado:  
 Deuda gubernamental, Depósitos a plazo y Bonos bancarios y Bonos  
 hipotecarios**

Año	Deuda gubernamental		Depósitos a plazo y Bonos bancarios		Bonos hipotecarios	
	Inv. AFP	Tamaño del mercado	Inv. AFP	Tamaño del mercado	Inv. AFP	Tamaño del mercado
	%	(US\$M)	%	(US\$M)	%	(US\$M)
1981	0.7	301.3	3	6,320.20	2.2	1,296.50
1982	30.8	431.4	4.5	3,586.90	24.9	1,144.90
1983	31.5	110.4	1	6,610.40	44.8	1,289.40
1984	24.7	1,309.20	6	5,837.30	44	1,326.40
1985	46.5	755.2	11.9	6,235.80	48.2	1,125.10
1986	71.6	612.2	17.6	7,594.60	44.2	1,223.50
1987	88.2	367.3	20.5	9,195.70	46.9	1,266.50
1988	31.9	606.7	22.5	11,465.20	53	1,393.00
1989	40.7	384.4	19.1	13,828.90	52.1	1,518.60
1990	39.5	269.7	200.1	17,166.20	57.7	1,852.00
1991	38	238.4	18.8	21,192.40	58.6	2,304.80
1992	39.9	528.1	14.9	26,880.20	60.8	2,884.70
1993	46.3	172.2	11.3	30,240.30	57.3	3,644.70
1994	52.6	101.7	10.8	38,353.20	57.4	5,338.60
1995	52.7	927.5	11	46,558.30	55.7	7,143.00
1996	55.3	1,623.00	9.1	53,815.40	55.4	9,278.70
1997	50.9	1,919.10	15.9	63,228.60	50	10,390.70

Fuente: Walker, Eduardo y Fernando Lefort (2000). "Pension Reform and Capital Markets: Are There Any (Hard) Links?", p.49.

Además, de acuerdo con la tabla 2b, también en diciembre de 1997, las AFP tenían control sobre 53.2% de los bonos corporativos y sobre casi el 10% de las acciones del mercado.

Tabla 2b  
**Participación de los fondos de pensión y tamaño de cada mercado:  
 Bonos Corporativos y Acciones**

	Bonos Corporativos		Acciones	
	Inv. AFP	Tamaño del mercado	Inv. AFP	Tamaño del mercado
	%	(US\$M)	%	(US\$M)
1981	1.9	96.1	N.D.	7,049.80
1982	1.3	287.4	N.D.	4,388.60
1983	9.3	288	N.D.	2,598.50
1984	10.2	229	N.D.	2,105.80
1985	7.7	222	N.D.	2,012.00
1986	11.1	142	3.2	4,061.70
1987	27.1	264	5.3	5,341.40
1988	48.1	486	4.2	6,912.00
1989	47.8	862	4.8	9,405.60
1990	59.2	1,256.00	5.5	13,618.60
1991	62.4	1,791.00	8.6	27,898.30
1992	60.3	1,972.00	10	29,128.30
1993	54.9	2,056.00	9.9	51,368.70
1994	57.2	2,452.00	10.6	68,150.00
1995	53.9	2,410.00	10.5	72,182.00
1996	53.8	2,315.00	10.5	70,026.80
1997	53.2	1,902.00	9.7	73,763.50

Fuente: Ibid.

En la tabla 3, se presenta la evolución del número de emisores presentes en el portafolio de los fondos de pensiones. Este incremento permanente, sobre todo en acciones y bonos corporativos, muestra evidencia de que los emisores han encontrado una fuente “conveniente” de financiamiento con los recursos captados por las AFP. La evidencia cualitativa es consistente con la idea de que la presencia de las AFP, en el mercado financiero, podría favorecer una reducción del costo de capital para los emisores.

Tabla 3  
**Número de diferentes emisiones en el portafolio de los fondos de pensiones**

Año	Acciones	Bonos Corporativos	Bonos Hipotecarios	Bonos emitidos por Instituciones Financieras	Fondos de Inversión	Inversiones en el extranjero
1985	2	4	26	N.D.	N.D.	N.D.
1986	5	4	23	N.D.	N.D.	N.D.
1987	8	9	22	N.D.	N.D.	N.D.
1988	8	15	22	N.D.	N.D.	N.D.
1989	24	15	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1990	32	24	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1991	44	32	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1992	53	33	21	13	N.D.	N.D.
1993	77	34	26	15	7	13
1994	79	39	26	16	10	18
1995	102	40	28	14	19	11
1996	117	40	30	14	19	52
1997	119	38	28	14	23	83
1998	108	93	29	14	23	84

Fuente: Walker y Lefort (2000). "Pension Reform and Capital Markets: Are There Any (Hard) Links?", p.49.

Como una segunda explicación de la existencia de un menor costo de capital, Walker y Lefort (2000) mencionan la reducción del "premio por liquidez", ya que se espera que el horizonte temporal de inversión de los fondos de pensión sea más largo que el de los individuos o empresas que adquieren instrumentos financieros. En el caso de los individuos, aun si los niveles agregados del total de ahorros son estables, a través del tiempo, la madurez promedio (duración) es relativamente corta. Un caso similar se presenta para las empresas cuyo negocio no es el financiero, pues invierten de manera transitoria. En contraste, los fondos de pensión promueven la adquisición de valores a largo plazo, por lo que la madurez promedio de instrumentos financieros del mercado se ve incrementada. Así, el "premio por liquidez" requerido debe reducirse y, en consecuencia, el costo de capital para los emisores, también.

El tercer argumento de Walker y Lefort (2000) sobre el mismo punto se fundamenta en que los fondos de pensión manejan recursos de terceros, por lo tanto, no se espera que una volatilidad absoluta tenga un efecto directo en el bienestar de los administradores. En tal virtud, puede existir un incremento en la tolerancia promedio al riesgo, lo que implica un premio por riesgo más bajo, el cual influye en la reducción del costo de capital para las firmas.

La reducción de los costos de transacción es atribuible, en buena parte, a la introducción de las más actuales tecnologías informáticas. Por ejemplo, en 1987, la Bolsa de Comercio de Santiago (BCS) implementó un sistema electrónico de transacciones con un impacto evidente en el volumen operado y en la eficiencia del mercado y, en noviembre de 1989, inició operaciones la Bolsa Electrónica, competidora directa de la BCS. La Bolsa Electrónica fue originada principalmente por aquellos agentes que buscaban trabajar con las AFP, pero no podían cumplir con las exigencias de operación instituidas para intermediarios formalmente establecidos.

Las AFP fueron decisivas, no sólo en la formulación del proyecto, sino también al dirigir parte de sus operaciones hacia este nuevo mercado, con los consecuentes incentivos para la reducción en los costos de transacción, ya que éstos son pagados directamente por los administradores y no sustraídos del fondo de pensiones.

Iglesias (1998) reporta que las comisiones por las transacciones de acciones e instrumentos de deuda disminuyeron de 0.5% y 0.015% en 1985, respectivamente, a 0.12% y 0.0% en 1994, también respectivamente. Además, las comisiones de los *brokers* cayeron de 1.2% al inicio de la década de 1990, a un promedio de 0.6% en 1998. Al menos una parte importante de este comportamiento puede explicarse por incremento de la competencia entre intermediarios, especialmente al ingreso de la Bolsa Electrónica.

Obstfeld (1994) sostiene que aquellos mercados de capital que logran mayor nivel de integración permiten la existencia de mecanismos de diversificación de riesgo que inducen a los portafolios de mercado hacia inversiones con más altos rendimientos, incrementando de esta manera el desarrollo económico. De Gregorio (1998), a su vez, encuentra evidencia de que la integración financiera incrementa la profundidad de los sistemas financieros e induce mayores tasas de crecimiento económico.

Adicionalmente, los inversionistas institucionales, que son administrados por profesionales en el área, están más atentos que los inversionistas ordinarios a los problemas de agencia y están mejor facultados para exigir una legislación que proteja al inversionista y asegure la integridad del mercado.

La creación de un ambiente institucional favorable al desarrollo de la industria de los fondos de pensión da un incentivo adicional a la integración internacional de los mercados financieros. De forma que, a medida que los recursos administrados por las AFP crecieron relativamente al tamaño del mercado doméstico, la posibilidad de permitir a los fondos locales invertir en el extranjero se hizo una realidad.

En Chile, las AFP participaron y estimularon esta integración del mercado a través de sus inversiones en el extranjero, las mismas que en julio de 2000 representaban el 11.59% del fondo consolidado.

La mayor presencia de inversionistas institucionales en el mercado ejerció presión para modernizar los mecanismos de realización de transacciones bursátiles. De igual manera, apoyó la creación de agencias para la custodia de valores, con lo que se logró un sistema de negociación caracterizado por bajos costos de transacción, alta transparencia en las operaciones, alta liquidez y baja volatilidad.

Por ejemplo, con la finalidad de otorgar mayor seguridad a los recursos, la regulación establece que, por lo menos, el 90% del valor de los fondos debe permanecer en custodia del Banco Central de Chile, en instituciones extranjeras que éste autorice, o en empresas privadas de depósito de valores. Gracias a la introducción de esa norma se comienza a desarrollar la industria privada de custodia de instrumentos financieros, representada en Chile por el Depósito Central de Valores (DCV).<sup>6</sup>

La administración de inversiones exige profesionalismo para competir en un entorno global y esto promueve incentivos para especializarse en el negocio de la administración de los fondos de pensiones. Aún más, la profesionalización de los intermediarios promueve la incorporación de la tecnología más actual, desarrollada para el manejo de los fondos en otras regiones del mundo. Esto significa utilizar los sistemas de información más modernos y, al mismo tiempo, una inmersión total en el proceso de aprendizaje de vanguardia en los mercados de capital.

#### **4. Dinamismo en la regulación financiera**

El crecimiento absoluto de los recursos administrados por inversionistas institucionales promovió el establecimiento de una regulación adecuada y un proceso de supervisión eficiente y confiable, hecho que trajo consigo beneficios directos al favorecer la transparencia del mercado. Además, fue notoria la participación formal e informal de los fondos de pensiones en el proceso legislativo, así como su creciente importancia, en la medida que aumenta el peso relativo de éstos en la economía.

Valdés-Prieto y Cifuentes (1990), Arrau (1994) e Iglesias (1998) mencionan por lo menos veinticinco reformas legales relacionadas con la inversión y

---

<sup>6</sup> El DCV inició sus operaciones en el mes de septiembre de 1995 y, a la fecha, mantiene en depósito instrumentos de deuda, de intermediación financiera, acciones y cuotas de fondos de inversión.

requerimientos de transparencia de las AFP. Este proceso tuvo lugar principalmente impulsado por los fondos de pensiones. Por ejemplo, profesionistas independientes trabajaron en conjunto con las autoridades para formular la reforma al mercado de capitales de 1994, con la activa participación de los fondos de pensiones en la etapa final del proceso. Asimismo, cabe resaltar que gracias a la iniciativa de las AFP se logró mayor flexibilidad en la legislación en cuanto a la inversión en el extranjero, incluyendo el uso de contratos *forward* como instrumentos de cobertura cambiaria, posibilidad que no se había considerado inicialmente en la ley de 1994.

### 5. Evolución en la composición del portafolio de las AFP

El portafolio de las AFP experimentó modificaciones constantes a lo largo de los años. Por lo tanto, al analizar la evolución en su composición es posible captar mejor el papel que las AFP han tenido en el crecimiento de la oferta/demanda de diferentes tipos de instrumentos en el mercado.

En más de dos décadas de vida del sistema de pensiones basado en la capitalización individual, la composición del portafolio de las AFP ha pasado de una concentración elevada en un número limitado de instrumentos a una variedad cada vez más amplia y mejor equilibrada.

Tabla 4  
**Año de incorporación de nuevos instrumentos a los portafolios de las AFP**

Año	Instrumentos incorporados
1981	Estatales Depósitos y pagarés de instituciones financieras Letras hipotecarias
1982	Bonos de empresas
1984	Bonos y acciones de instituciones financieras
1986	Acciones de empresas
1992	Cuotas de fondos de inversión
1993	Instrumentos extranjeros

Fuente: elaborada con datos de: SAFP. (1998). "Evolución del Sistema Chileno de Pensiones No. 2" y SAFP. (1999). "Boletín Estadístico No. 153". Santiago, Chile.

Al comenzar sus operaciones, los portafolios de las AFP estaban restringidos en su mayoría a la inversión en instrumentos emitidos por el gobierno, depósitos y pagarés de instituciones financieras y, en menor porcentaje, en letras hipotecarias. De 1982 a 1983, la inversión en instrumentos del gobierno creció aceleradamente, para luego mantenerse a ese nivel durante

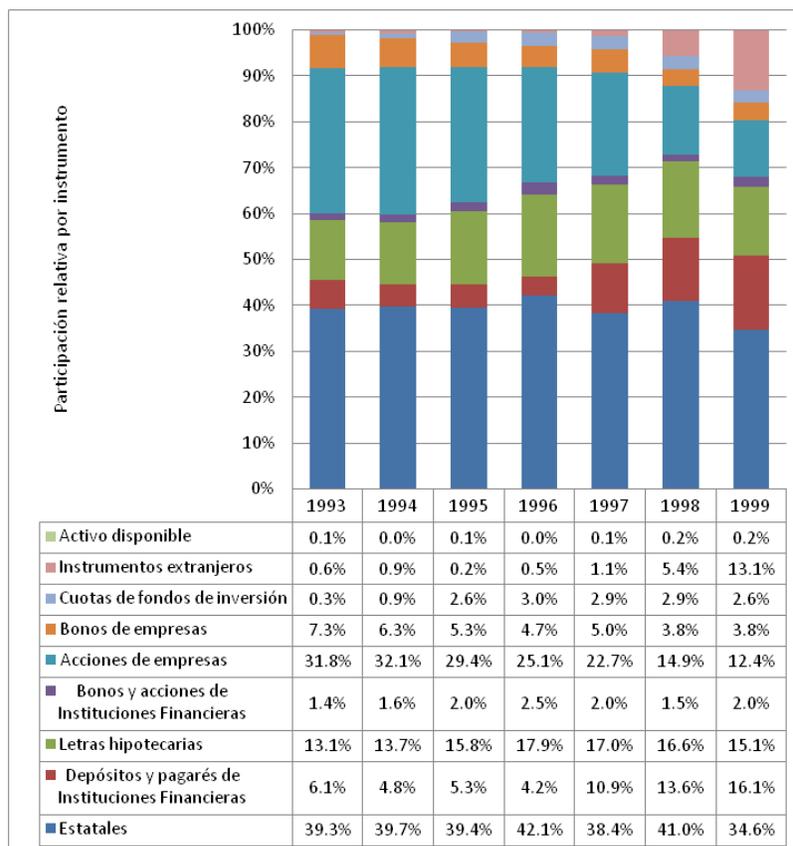
los períodos posteriores, y alcanzar su participación más alta en 1986, con un 46.40% del total.

Después de formar en 1981 más del 60% del portafolio, históricamente su mayor participación, las inversiones en depósitos y pagarés de instituciones financieras bajaron hasta el 2.70%, en 1983. En los años subsiguientes, se recuperaron gradualmente hasta alcanzar el 28.5%, en 1988. Posteriormente, disminuyeron una vez más para mantenerse con una participación más o menos estable del 15%. Este patrón de comportamiento también fue seguido por las letras hipotecarias que comenzaron formando una proporción de 9.40% en 1981, hasta llegar a su punto más alto, 50.65% del valor de los portafolios de las AFP, en 1983. Sin embargo, después disminuyeron su participación hasta estabilizarse entre el 14% y 17%, en los años siguientes.

A pesar de haberse permitido la inversión en bonos de empresas, desde la creación de las AFP, la participación relativa que aquéllos han representado en sus portafolios no ha sobrepasado el 9.60% en 1992, debido principalmente a las regulaciones impuestas por la Superintendencia de Administradoras de Fondos de Pensiones. En la década de 1990, la participación promedio de la inversión en bonos de empresas fue del 6.8% y, para 1999, representó solamente un 3.79% del portafolio.

En 1986, la SAFP autorizó a las AFP a invertir en acciones, en buena medida para incentivar su participación dentro del comprensivo proceso de privatización realizado por el gobierno en aquellos años. El peso relativo de acciones de empresas creció desde 3.8% en 1986, hasta alcanzar su nivel más alto en 1994, con el 32%. Durante los años siguientes se observó una recomposición interesante de la cartera de las AFP, debido a la presencia de nuevos instrumentos y algunas otras medidas que ampliaron las alternativas de inversión, como la autorización para que invirtieran en títulos financieros extranjeros, en 1993. En este rubro, precisamente, se observa un crecimiento de menos del 1% en 1994, hasta 13.1% en 1999, prácticamente el máximo permitido por la ley. La proporción correspondiente a instrumentos financieros emitidos por el Estado se mantuvo permanentemente, como el componente más importante de la cartera de las AFP, aunque mostró una disminución importante hacia el final del período, al pasar de alrededor de 40% del total en 1993, a 34.6% en 1999. También cabe destacar que tanto los bonos como las acciones de empresas privadas redujeron su participación (de 7.3% y 31.8% a 3.8% y 12.4%, respectivamente) y los depósitos y pagarés de instituciones financieras la aumentaron (de 6.1% a 16.1%), tal como puede apreciarse en la gráfica 3.

Gráfica 3  
Evolución de la cartera de las AFP (1993-1999)



Fuente: Evolución del Sistema Chileno de Pensiones No. 2 y Boletín Estadístico No. 153

## 6. Evidencia estadística sobre la relación entre la evolución de las AFP y el mercado de capitales chileno

Los resultados estadísticos que se presentan a continuación refuerzan la idea de que la reforma al sistema de pensiones en Chile fue, efectivamente, un factor estimulante para el desarrollo del mercado de capitales en ese país. Las series de datos utilizadas para el período de análisis fueron adecuadamente tratadas, para identificar la presencia de raíces unitarias que pudieran causar correlaciones espurias y, efectivamente, ante la evidencia de que prácticamente todas las series originales estaban afectadas por ese problema, fue necesario corregir por el método de primeras diferencias para

eliminarlo. Una vez corregidas, las series de datos adquirieron un carácter estacionario, con lo cual fue posible garantizar la validez de los resultados.

Tal como puede apreciarse en la tabla 5, las correlaciones entre variables descriptivas del mercado de capitales, como el monto total transado, el monto total transado en acciones o el monto transado por *brokers*, con respecto a los parámetros característicos de las AFP, como monto total invertido, monto total invertido en acciones o monto total invertido en deuda muestran, en la mayoría de los casos, el signo correcto, aunque su magnitud es pequeña y su significancia es muy baja.

Tabla 5  
**Coefficientes de correlación entre variables descriptivas de las AFP y variables descriptivas del mercado de capitales de Chile**

Variable descriptiva de AFP	Variables descriptivas del mercado de capitales de Chile	Correlación	Des. Estándar	Significancia
Monto total de activos	Monto total transado en la Bolsa de Valores	-0.00916	0.078811	0.50365438
Monto total de activos	Monto transado en deuda en la Bolsa de Valores	0.0859933	0.096225	0.43854067
Monto total de activos	Monto transado por brokers	0.0009951	0.091287	0.490120226
Monto total en deuda	Monto transado en deuda en la Bolsa de Valores	0.0916784	0.078811	0.463374228
Monto total en deuda	Monto transado por brokers	-0.0006399	0.078811	0.465651248
Monto total en deuda	Monto total transado en deuda en la Bolsa de Valores	0.0477789	0.078811	0.499603005
Monto total en deuda	Monto total colocado en deuda en la Bolsa de Valores	0.1287871	0.078811	0.500255272
Total en deuda excluyendo papel del Estado	Monto total transado en deuda en la Bolsa de Valores	0.094915	0.078811	0.462077374
Acciones de empresas	Monto total de transacciones en acciones	0.1534485	0.075593	0.480931705
Acciones de empresas financieras	Monto total de transacciones en acciones	0.0247624	0.091287	0.448478538

El problema de raíces unitarias -identificado en prácticamente todas las series originales- habría conducido a coeficientes de correlación elevados, pero no confiables. Como era de esperar, al aplicar las técnicas sugeridas por la literatura econométrica para corregir la presencia de raíz unitaria, los coeficientes de correlación disminuyeron sustantivamente, pero quedó asegurada la confiabilidad de los resultados al erradicarse la posibilidad del fenómeno de correlaciones espurias.

Si bien la evidencia estadística disponible es limitada como para argumentar la existencia de beneficios derivados de la adopción del sistema de fondos de pensiones privados en Chile, los cambios institucionales y macroeconómicos descritos en las secciones anteriores avalan los efectos favorables inducidos en el contexto institucional, en la operatividad y eficiencia y en la profundidad del mercado de capitales chileno. La combinación virtuosa de profundización del mercado financiero, la reducción de la carga fiscal que representa una población jubilada en rápido crecimiento y un menor crecimiento de la población ocupada, así como la creación de ahorro interno para apoyar el desarrollo del país, resulta contundente.

### **Conclusiones**

La experiencia que puede extraerse del modelo económico puesto en operación en Chile, durante los últimos dos decenios del siglo XX, ofrece lecciones importantes en distintos ámbitos del difícil quehacer que representa conducir a un país hacia una senda de desarrollo económico exitoso.

Entre las innovaciones atribuibles a los artífices del nuevo modelo chileno, una de las más exitosas es precisamente el diseño de un sistema de pensiones privado, cuyos beneficios directos sobre el bienestar de la población comenzaron a ser tangibles hace varios lustros. El sistema de las Administradoras de Fondos de Pensiones enfrentó y resolvió exitosamente el problema fiscal derivado de un estrechamiento de la base de la pirámide poblacional, que en el sistema de pensiones anterior soportaba a la creciente población en edad de jubilación, al introducir el concepto de cuenta “personal” mediante la cual, a lo largo de la vida laboral, el ciudadano acumula los recursos que consumirá en su edad de retiro. El interés del sistema de pensiones privado rebasa el ámbito puramente fiscal, ya que también incrementó de manera significativa el ahorro doméstico y creó una base de capital para impulsar la industria de la construcción, la minería, la electricidad, entre otras.

Adicionalmente, también pueden atribuirse beneficios indirectos a la participación de las AFP en el mercado de capitales, desde el punto de vista de la teoría de la evolución de los sistemas financieros, en países emergentes. La literatura sobre el tema de la relación entre el desarrollo del sistema financiero y el desarrollo económico enfatiza el papel de intermediación como uno de los factores detonadores del desarrollo. La evidencia estadística presentada en este trabajo corrobora en cierta medida la mejoría en los niveles de valor, liquidez, y rentabilidad, así como la modernización del mercado de capitales chileno.

La participación de las AFP como inversionistas institucionales en el mercado de capitales chileno también provocó, presumiblemente, otros efectos favorables de naturaleza cualitativa, en términos de la modernización regulatoria, la participación de nuevos intermediarios y la introducción de gran variedad de productos.

Al incidir sobre la eficiencia y organización del mercado de capitales, la adopción de un sistema de pensiones privado en países emergentes actúa como catalizador, para acelerar el proceso de maduración de las instituciones del mercado de capitales. Al mismo tiempo, actúa como impulso del desarrollo de una regulación apropiada, cuidadosa de garantizar el valor de las inversiones realizadas a nombre de los contribuyentes a los fondos de retiro. Promueve la diversificación de opciones de inversión-financiamiento disponibles y contribuye a hacer cada vez más completo el mercado financiero. A medida que la escala de las posiciones financieras administradas se incrementa, la administración profesional de portafolios de inversión crea las condiciones para el surgimiento de un mercado de instrumentos derivados, cuya utilización contribuye a un manejo más seguro de los recursos, pero también a madurar el mercado doméstico.

Cabe insistir en la importancia de desarrollar, con gran cuidado, el marco regulatorio necesario para la operación de los fondos de acumulación personal para el retiro, a fin de minimizar riesgos innecesarios; así como, para garantizar la competencia y el profesionalismo de los agentes comerciales participantes en la industria. La diversificación de alternativas de inversión debe ser gradual y responder a criterios de selectividad estrictos, a fin de garantizar la calidad de los activos y reducir al mínimo los riesgos inesperados. El ente regulador encargado de establecer dichos criterios y el supervisor encargado de asegurar su cumplimiento deberán mantener altos estándares éticos y aplicar, con toda objetividad, los criterios técnicos establecidos.

La profundización del mercado financiero, el crecimiento del ahorro nacional y los beneficios colaterales que trae consigo el proceso de introducción de un sistema de pensiones privado, son argumentos sólidos

para promover una difusión más generalizada en los países emergentes, tal como sucedió con Chile, en su momento, y con muchos otros países latinoamericanos que han seguido sus huellas, como Colombia, Venezuela, Perú, entre otros.

### Referencias

- Arrau, P. (1994). "Fondos de pensiones y Desarrollo del Mercado de Capitales en Chile: 1980-1993." Serie Financiamiento del Desarrollo, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Bodie, Z. (1990). "Pension Funds and Financial Innovation." *Financial Management* Autumn, 11-22.
- De Gregorio, J. (1998). "Financial Integration, Financial Development, and Economic Growth." Chile: Universidad de Chile.
- Hansen, R. and J. Pinkerton (1982). "Direct Equity Financing: A Resolution of a Paradox." *Journal of Finance*, 37, 651-665.
- Hansen, R. and P. Torregrosa (1992). "Underwriter Compensation and Corporate Monitoring." *Journal of Finance*, 47, 1537-1555.
- Hernández, L. y E. Walker (1993). "Estructuras de Financiamiento Corporativo en Chile (1978-1990)." Centro de Estudios Públicos, Estudios Públicos No. 51.
- Holzmann, R. (1996). "Pension Reform, Financial Market Development, and Economic Growth: Preliminary Evidence from Chile." International Monetary Fund.
- Iglesias, A. (1998). "The Impact of Pension Reform on Capital Markets: The Chilean Experience." En ponencia, Capital Market Development in Emerging and Transition Economies: Trends and Challenges. Washington, DC, USA.
- Obstfeld, M. (1994). "Risk-Taking, Global Diversification and Growth." *The American Economic Review*, Vol. 84, No. 5, pp. 1310-1329.
- Schmidt- Hebbel, K. (1981). "El Funcionamiento de los Mercados Laborales en Chile: un Análisis Preliminar." Documento No. 206, Departamento de Estudios BHC.
- Singh, A. (1997). "Pension Reform, the Stock Market, Capital Formation and Economic Growth: A Critical Commentary on the World Bank's Proposals." World Bank.
- Valdés-Prieto, S. y R. Cifuentes (1990). "Previsión Obligatoria para la Vejez y Crecimiento Económico". Documento de Trabajo No. 131, Chile: Instituto de Economía Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Vittas, D. (1995). "Strengths and Weaknesses of the Chilean Pension Reform." World Bank.
- Walker, E. and F. Lefort (2000). "Pension Reform and Capital Markets: Are there any (hard) links?" Business School, Universidad Católica de Chile.

## **Análisis de cointegración y valores umbrales entre la inflación y el crecimiento económico en México: 1970-2007**

W. Adrián Risso\*  
Edgar J. Sánchez Carrera\*\*

Fecha de recepción: 31 X 2009

Fecha de aceptación: 20 III 2010

### **Resumen**

El objetivo de este estudio es estimar empíricamente las relaciones de largo plazo y los efectos umbrales entre la inflación y el crecimiento económico en México. Se muestra la existencia de tal relación a través de un vector cointegrado entre el crecimiento económico (PIB real) y la tasa de inflación (medido por el Índice Nacional de Precios al Consumidor), y se encuentra una elasticidad significativamente negativa. Además, la relación causal entre estas dos series es estudiada mediante una prueba más sólida que la de Granger; sin embargo, no encontramos ninguna dirección de causalidad entre las series. Las estimaciones del modelo de valores umbrales sugiere un 9% como el valor umbral (punto de ruptura estructural) entre la inflación y el crecimiento económico, lo cual significa que valores de inflación por encima del umbral tienen un impacto negativo sobre el crecimiento económico en México.

**Palabras clave:** cointegración, crecimiento económico, inflación, ruptura estructural.

**Clasificación JEL:** E31, O40, O42.

### **Abstract**

The aim of this paper is to estimate long run relationships and threshold effects between inflation and economic growth in Mexico. We show the existence of such relationship in a cointegrated vector on Economic Growth

---

\*Department of Economics, University of Siena.  
Sede: P.zza S. Francesco 7, I-53100, Siena, Italy.  
E-mail: risso@unisi.it

\*\*E-mail: sanchezcarre@unisi.it

(log of real GDP) and Inflation rate finding a corresponding elasticity significantly negative. Moreover, the causal relationship between these two series is studied using a more robust Granger causality test, without finding any directional causality between them. The estimated threshold model suggests 9 percent as the threshold level (i.e., structural break point) of inflation above which inflation significantly slows the Mexican economic growth.

**Keywords:** cointegration, economic growth, inflation, structural break.

**JEL classification:** E31, O40, O42.

### Introducción

Son dos los principales puntos de vista de quienes han estudiado la relación entre la inflación y el crecimiento económico: la visión de los *estructuralistas* y la de los *monetaristas*<sup>1</sup>. Por el lado de los *estructuralistas*, Mundell (1965) y Tobin (1965) encontraron una relación positiva entre la tasa de inflación y la tasa de acumulación de capital, lo cual indica la existencia de una relación positiva con la tasa de crecimiento económico. Estos autores basan sus resultados en el hecho de que el dinero y el capital son bienes sustitutos, por tanto, un incremento en la tasa de inflación incrementa la acumulación del capital al mover el dinero de los portafolios de inversión, sobre la inversión directa en capital, con lo cual se estimula una mayor tasa de crecimiento económico (más detalles en Gregorio, 1996). Por el lado de los *monetaristas*, Fisher y Modigliani (1978) sugieren la existencia de una relación negativa y no-lineal entre la tasa de inflación y el crecimiento económico.

En consecuencia, estudiar los efectos de la inflación sobre el crecimiento económico es material clave y complejo para la macroeconomía y la conducción de una política económica adecuada para el crecimiento económico de un país. Es cierto que no hay un pleno consenso sobre la forma en la cual la inflación afecta el desempeño de una economía; sin embargo, con el paso del tiempo, se ha producido un cambio sustancial en los puntos de vista correspondientes con el viejo enfoque keynesiano en cuanto a que la inflación se consideraba positiva para el crecimiento económico, por el lado de la demanda, hacia una visión que muestra que la inflación está fuertemente asociada con una mayor incertidumbre que, por lo tanto, deteriora el crecimiento económico (véase Friedman, 1973)

---

<sup>1</sup>Los *estructuralistas* argumentan que la inflación es necesaria para el crecimiento económico (por el lado de la demanda), mientras que los *monetaristas* argumentan lo contrario, esto es, la inflación repercute negativamente el crecimiento económico ya sea en el largo o corto plazo (ver Mallik and Chowdhury, 2001).

En este sentido, Barro (1995) señaló que los principales efectos de la inflación sobre los resultados económicos son de carácter negativo. Más recientemente, Faria y Carneiro (2001) investigaron la relación entre la inflación y el producto en un contexto caracterizado por una economía que está enfrentado altas tasas de inflación; estos autores encuentran que no existe un efecto real sobre la producción en el largo plazo, pero caso contrario se da en el corto plazo, ya que altas tasas de inflación inciden negativamente sobre la producción económica. Sea una relación negativa, en el corto o largo plazo, o no exista ninguna relación entre inflación y crecimiento, este tema de estudio es realmente importante para cualquier economía real, porque si la inflación es sistemática con efectos reales, entonces los gobiernos pueden influir sobre el rendimiento económico a través de la política monetaria implementada. Por ejemplo, supóngase que reducir la tasa inflacionaria en un punto porcentual cuando la economía enfrenta tasas del 20% puede coadyuvar al crecimiento económico en un 0.5%, pero si la economía enfrenta tasas inflacionarias del 5%, entonces la reducción de 1% puede tener efectos contractivos sobre el crecimiento económico. Por lo tanto, es costoso para un país con bajas tasas de inflación la reducción de los niveles inflacionarios, en comparación con los países que tienen tasas porcentuales inflacionarias de dos dígitos (véase Andrés y Hernando, 1999).

Sin embargo, la cuestión de la relación entre inflación y PIB (o crecimiento económico) no sólo es una continuación del desacuerdo entre keynesianos y monetaristas; por ejemplo, Huybens y Smith (1998) desarrollan un modelo en el cual la inflación por encima de un umbral tiene efectos negativos en los mercados financieros, cuando hay información asimétrica<sup>2</sup>. El modelo de Huybens y Smith no es monetarista.

Grier y Grier (2006) estudiaron los efectos reales de la inflación y la incertidumbre inflacionaria sobre el crecimiento del producto en la economía mexicana. Y sus principales resultados fueron: (i) la incertidumbre inflacionaria tiene un efecto significativo y negativo sobre el crecimiento; (ii) una vez que la incertidumbre inflacionaria es controlada en el sector real de la economía, niveles rezagados de inflación no tienen ningún efecto (negativo) sobre el crecimiento del producto; (iii) sin embargo, como fue predicho por Ball (1992), mayores niveles promedio de la inflación incrementarán la incertidumbre inflacionaria y, en su conjunto, el efecto neto de los niveles promedio de la inflación sobre el crecimiento del producto mexicano es siempre negativo. Esto muestra que niveles promedio de

---

<sup>2</sup>Un documento de trabajo realizado por Drukker *et al.* (2005) ofrece evidencia al respecto.

inflación dañan el crecimiento económico de México, debido a la incertidumbre inflacionaria.

A diferencia de Grier y Grier (2006), la presente investigación no está relacionada con medidas promedio de la inflación ni con la incertidumbre inflacionaria ni con los efectos de ésta sobre el crecimiento económico mexicano; en cambio, esta investigación contempla la existencia de una relación de largo plazo y la búsqueda de valores umbrales de la inflación sobre el crecimiento económico en México. Es decir, son ignorados los efectos que las expectativas inflacionarias pueden tener sobre esta relación (ya estudiadas por Grier y Grier). Es importante recordar que la década de 1980 se caracterizó por niveles muy altos de inflación, comparados con los años noventa o la década de 2000. Por ejemplo, suponga que durante la época desinflacionaria, el público no esperaba una reducción importante de la inflación, o que incluso, no la creía posible, la consecuencia de esto es que la caída de la inflación en el período de transición, tendría que estar acompañada por una caída en el crecimiento económico también. Para efectos prácticos, en el presente artículo, esta hipótesis no es considerada.

En síntesis, la presente investigación utiliza los datos de las series anuales del INPC y PIB *per cápita* como medidas de inflación y crecimiento económico, respectivamente. El argumento se debe a que aún no hay una concordancia general sobre los efectos reales que tiene la inflación en el crecimiento económico. El debate entre estructuralistas y monetaristas sigue aún en pie. Aunque la mayoría de la literatura empírica ha encontrado una relación negativa entre ambas variables, existen modelos teóricos que predicen una neutralidad e inclusive una relación positiva entre dichas variables. Por breve que pueda ser esta investigación, algo aporta al dilema que enfrenta la economía mexicana, en el sentido de elegir una dirección justa sobre controles inflacionarios y crecimiento económico; lo que se logra al demostrar la existencia de un valor crítico de la inflación, que determina una relación negativa entre inflación y crecimiento<sup>3</sup>.

Por lo tanto, el objetivo principal de esta investigación es estudiar la relación y su naturaleza entre la inflación y el crecimiento económico en México. Los subtemas del presente artículo se plantean a través de dos preguntas:

**1. ¿Cuál es la relación (de largo plazo) entre inflación y crecimiento económico en México?**

---

<sup>3</sup>El Banco de México por Constitución (artículo 28, párrafo 6) tiene como objetivo primordial la estabilidad de los precios. Reducir la inflación ha sido visto por la banca central mexicana como una condición necesaria para la mejora del bienestar social y el crecimiento económico (Banco de México, 1995:50).

## 2. ¿Cuál es el valor crítico de la inflación por el que variaciones mayores de los precios deterioran el crecimiento económico?

La hipótesis planteada es que el crecimiento es estimulado por niveles de inflación bajos y estables, mientras que es perjudicado por niveles altos y volátiles. Lo anterior indica que se podría identificar un valor crítico de la variación de precios, donde, para niveles de inflación inferiores a éste, existe una correlación positiva entre crecimiento e inflación; mientras que para valores superiores, existe una correlación negativa. Dado los planteamientos de la investigación, en este artículo (de manera independiente) se usan las técnicas de cointegración y estimaciones del tipo “*threshold estimations*” (véase Hansen 1999, 2000). De esta forma, a través del uso de dichas técnicas, los resultados señalan la existencia de una relación estadísticamente significativa entre la inflación y el crecimiento económico en México, y tal relación es negativa.

Burdekin *et al.* (2004), en ese mismo sentido, mostraron los efectos de la inflación sobre el crecimiento cuando se da un cambio sustancial, a la alza, de la tasa de inflación. Los autores demuestran la existencia de una relación no-lineal entre el crecimiento y la inflación, y queda expuesto que dicha relación es muy diferente para las economías industrializadas frente a la de los países en desarrollo. Estos autores encuentran que el valor umbral de la inflación sobre el crecimiento es alrededor de 8% para las economías industriales; pero es, por lo menos, un 3% menor para los países en desarrollo.

Otro modelo similar es el desarrollado por Khan y Senhadji (2001). Analizan un modelo no-lineal conocido como “*structural break effect*” que muestra la manera en la cual la inflación impacta en el crecimiento económico para diferentes niveles inflacionarios, hasta el punto en que dicho impacto es negativo y estadísticamente significativo; así, el modelo provee un apropiado procedimiento para la estimación e inferencia de valores umbrales, para los que el crecimiento económico es amenazado por la inflación. Dichos autores utilizaron datos de panel de 140 países en un período de 40 años y, de esta forma, examinaron una relación no-lineal entre inflación y crecimiento. Los valores umbrales estimados fueron del rango de: 1% a 3% para economías industrializadas y 11% a 12% para economías en desarrollo.

El presente estudio usa la técnica desarrollada por Khan y Senhadji (2001), y se refuerzan ambos puntos de vista, el estructuralista y el monetarista; esto es, bajos ciertos niveles de inflación se obtiene una posible ayuda al crecimiento económico (relación positiva); pero una vez que la economía llega a tener ciertos niveles de crecimiento y el nivel inflacionario umbral es

superado, entonces la inflación tendrá un impacto negativo que deteriorará significativamente al crecimiento económico.

El resto del artículo se divide en cuatro secciones más. La primera explica brevemente las principales técnicas econométricas que son empleadas en este artículo y muestra cuáles fueron las series temporales utilizadas, así como la fuente de la base de datos. La segunda presenta las relaciones de largo plazo en donde se usa el análisis de cointegración. En la tercera, se estima el modelo “threshold” de Khan y Senhadji (2001), con el que se obtiene el valor umbral inflacionario para la economía mexicana. Finalmente, se ofrece la conclusión del artículo.

### **1. Datos y metodología**

Este trabajo se centra en la economía de México y las variables clave son inflación y crecimiento económico. Los datos anuales que se consideran están dentro del período 1970-2007 (a precios constantes en pesos mexicanos de 2000); por último, la base de datos que se usa en este análisis, está conformada por:

- PIB real ( $Y$ ),
- Índice Nacional de Precios al Consumidor ( $IPC$ ) y,
- Participación de la Inversión ( $I$ ).
- La inflación ( $\pi$ ) fue calculada como la tasa de crecimiento del ( $IPC$ ). Ambas series, crecimiento económico ( $Y$ ) y precios ( $IPC$ ) se obtuvieron de la base de datos del *World Economic Outlook (WEO) database*. Los datos sobre la participación de la inversión ( $I$ ) se obtuvieron del *Penn World Tables 6.2*; y los datos sobre población (tasa de crecimiento anual,  $POP$ ) se obtuvieron de *OECD statistics portal*.

En esta investigación se aplicaron transformaciones logarítmicas, ya que esto ayuda -al menos parcialmente- a eliminar la distribución asimétrica de la inflación en el período de estudio (véase Sarel, 1995 y Ghosh y Phillips, 1998).

También, en el presente estudio, se han considerado dos técnicas econométricas ampliamente reconocidas: análisis de cointegración y estimación de valores umbrales

En el análisis de cointegración, se examinan relaciones de corto y largo plazo entre PIB real ( $Y$ ) e inflación ( $\pi$ ). Esto se logra al estudiar el rango de integración para las series  $\log$  ( $PIB$  real ( $Y$ )) y ( $\pi$ ), haciendo uso de pruebas de raíces unitarias: *Augmented Dickey-Fuller (1981)* y la prueba *KPSS*. Segundo, se estima un bi-variado irrestricto Vector Autorregresivo (VAR),

el cual será “sensible” con el número de períodos rezagados (véase Banerjee *et al.*, 1993). Por lo tanto, para determinar el número apropiado de períodos rezagados en el VAR, fueron empleados los siguientes criterios: *Akaike Information Criterion (AIC)* y *Schwartz Bayesian Criterion (SBC)*. Tercero, la existencia de una relación de largo plazo entre ( $Y$ ) y ( $\pi$ ) es examinada vía un modelo VEC, *Vector Error Corrección Modelo (VECM)*, para entonces, se ha aplicado la técnica de cointegración de Johansen (1988, 1995) y Johansen *et al.* (1990).

Además, para hacer inferencia, al menos debe ser probada exogeneidad débil en el modelo, lo cual se aplica en este análisis. Finalmente, se estudia la relación de causalidad entre las variables haciendo uso de una prueba robusta, conocida como Toda & Yamamoto (1995) o “*Granger no-causality test*”, la cual permite conocer relaciones causales entre variables modeladas bajo un sistema integrado.

En la estimación de valores umbrales, es considerado el modelo de Khan y Senhadji (2001) para estimar el nivel umbral de la inflación y la técnica que se usa es la de mínimos cuadrados no-lineales (NLS); con lo que se busca encontrar el óptimo valor umbral para el cual la inflación tiene un efecto negativo y significativamente estadístico sobre el crecimiento económico en el largo plazo, esto se presenta en un modelo no lineal (véase Burdekin *et al.*, 2004).

## 2. Análisis de cointegración

Se tiene una regresión espuria cuando series de tiempo que presentan la misma tendencia o raíz unitaria, producen residuos no-estacionarios, parámetros significativos (OLS) y un alto valor de correlación  $R^2$ , lo cual sugiere una relación estadísticamente significativa, aunque realmente no exista ninguna. Esto quiere decir que en una regresión espuria, los errores estarían correlacionados y los estadísticos “ $t$ ” estarían mal calculados, porque se está usando un estimador de la varianza residual que no es consistente. Así, tener residuos no-estacionarios implica la violación de los supuestos estándares para la aplicación de mínimos cuadrados ordinarios (OLS). En este caso, Phillips (1986) demostró que son las técnicas de cointegración las que deben aplicarse, ya que para minimizar el problema de regresión espuria, normalmente se prueba si las series son estacionarias. Sin embargo, el problema de regresión espuria puede aparecer aun si las variables son estacionarias, aunque sean altamente autorregresivas. No obstante, que las variables tengan raíz unitaria no significa necesariamente que la regresión sea “espuria”, ya que las variables pueden estar relacionadas en el largo plazo, es decir, cointegradas.

Un primer paso en el análisis de cointegración es el estudio de la estacionariedad de las series a través del uso de pruebas de raíces unitarias. En esta investigación son empleadas dos técnicas: la prueba Dickey-Fuller Aumentada (ADF, 1981) y la prueba Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS, 1992). Han sido aplicadas ambas pruebas: en niveles (logaritmo del PIB real y de la tasa de inflación) y también en primeras diferencias (crecimiento económico y aceleración de la tasa de inflación)<sup>4</sup>. De esta manera, si estas dos series de tiempo están integradas del mismo orden, entonces, deberá considerarse la estimación de un modelo de cointegración.

El objetivo es buscar la existencia de alguna relación de largo plazo entre las variables; por tal motivo, si las variables están cointegradas, entonces pueden ser utilizados los residuos de la regresión de equilibrio para estimar el modelo de corrección de errores, “*Vector Error-Corrección (VEC) model*”. El modelo representado en su primera diferencia es:

$$\Delta Y_t = \mu + \Pi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{i=k-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

donde  $Y = (PIB \text{ real}, Inflation)$  es un vector que contiene las variables de estudio y  $\mu$  es un vector de términos constantes. El término  $k$  indica el número de rezagos y se elige utilizando un criterio como AIC. La matriz  $\Pi$  contiene información sobre las relaciones de largo plazo entre las variables  $Y$ . El rango de  $\Pi$  es el número de combinaciones linealmente independientes y estacionarias para las variables.  $\Gamma$  es la estimación de la influencia a corto plazo de las variables  $Y$ .

Antes de proseguir se debe considerar lo que McCallum (1984) demostró sobre el hecho de que signos incorrectos pueden surgir si la exogeneidad está no considerada dentro del estudio de cointegración. Por lo que, para aplicar inferencia sobre los resultados que se presentan en este trabajo, debe ser estudiada, al menos, exogeneidad débil.

Por último, una versión modificada de la prueba de causalidad de Granger será utilizada para demostrar la causalidad entre las variables de este estudio: inflación y crecimiento económico.

---

<sup>4</sup>Para decidir el número de rezagos a utilizar se consideran criterios de selección del modelo, tales como: el Criterio de Información de Akaike (AIC) y el Criterio de Schwarz Bayesian (SBC), para determinar la longitud óptima del rezago (el número de rezagos óptimo es aquél que minimiza el SBC).

## 2.1 Resultados empíricos

El primer paso consiste en estudiar la estacionariedad de las series, teniendo en consideración las pruebas ADF y KPSS. La hipótesis nula de la prueba KPSS es la estacionariedad, que complementa a la prueba ADF. Sin embargo, recuérdese que la prueba ADF tiene menor poder contra procesos estacionarios cercanos a la raíz unitaria. La tabla 1 muestra los resultados obtenidos.

Tabla 1  
Pruebas ADF y KPSS de raíces unitarias

Variable	$y$		$\pi$	
Prueba de raíz unitaria	ADF	KPSS	ADF	KPSS
Tendencia y Const.	-2.97 (-3.54)	0.14 (0.15)	-2.32 (-3.54)	0.16 (0.15)*
Constante	-2.20 (-2.95)	0.73 (0.46)*	-2.06 (-2.95)	0.23 (0.46)
Sin tendencia, Const.	-5.93 (-1.95)*		-1.37 (-1.95)	
Variable	$\Delta y$		$\Delta \pi$	
Prueba de raíz unitaria	ADF	KPSS	ADF	KPSS
Tendencia y Const.	-4.46 (-3.54)*	0.11 (0.15)	-5.84 (-3.54)*	0.50 (0.15)*
Constante	-4.23 (-2.95)*	0.28 (0.46)	-5.76 (-2.95)*	0.35 (0.46)
Sin tendencia, Const.	-2.68 (-1.95)*		-5.85 (-1.95)*	

Valores críticos en paréntesis. \*Indica el rechazo de la hipótesis nula al 5%.

A continuación, se estima un VAR con 1 rezago (de acuerdo con el criterio AIC), y se realiza la prueba de cointegración. La tabla 2 muestra los resultados que indican la existencia de una relación de cointegración entre las variables de estudio: inflación y crecimiento económico.

Tabla 2  
Prueba de Cointegración de Johansen

Hipótesis	Trace Statistic	C. V. al 0.05	p-value
Ninguno*	21.44	20.26	0.034
Al menos 1	4.73	9.16	0.314
Hypothesis	Max. Eig. Stat.	C. V. at 0.05	p-value
Ninguno*	16.71	15.89	0.037
Al menos 1	4.73	9.16	0.314

Fuente: Cálculos propios. \*Indica rechazo de la hipótesis nula al 5%.

Se ha visto que para hacer inferencia se debe probar la exogeneidad débil, y esto se hace sobre la variable PIB real. El resultado muestra que el estadístico  $Chi^2$  es 1.01, lo que produce un p-value de 0.31; por tanto, no es

posible rechazar la hipótesis de que el PIB real es débilmente exógeno, al 5% de significancia.

El segundo paso es el modelo VEC, lo que permite verificar si la economía se aproxima o no al equilibrio en el largo plazo y, entonces, analizar la dinámica de corto plazo, todo para el período de tiempo estudiado y las variables cointegradas: PIB real e inflación. El VEC se dice que es “internamente consistente”, si las dos series de tiempo están cointegradas en el mismo orden, o si ellas son estacionarias.

La siguiente ecuación (2) muestra la relación de largo plazo estimada:

$$y = 7.02 - 1.56 \pi \quad (2)$$

(-31.53) (3.01)

donde los números entre paréntesis se refieren a los estadísticos-t. Así, la ecuación 2 muestra una elasticidad negativa de 1.56 en la relación inflación-PIB para el período 1970-2007. Esto significa, que: un incremento de 1% en la inflación anual en México produce un decremento del PIB de más de 1.5%. Lo cual es un efecto negativo de la inflación sobre el PIB, más que proporcional.

De cualquier manera, el análisis de cointegración muestra la existencia de una relación de largo plazo, pero no indica la dirección causal entre las variables de estudio.

Granger (1988) propuso una prueba para estudiar la causalidad de series temporales. Sin embargo, esta no es una prueba en un sentido filosófico, se debe entender más como un sentido de predeterminación entre las variables: por ejemplo, una variable podría ser predeterminada por otra. En consecuencia, la causalidad dinámica de la prueba de causalidad de Granger puede obtenerse a través del modelo VAR, pero se trata de variables integradas, y la aplicación estándar de la prueba de causalidad de Granger, en tal caso, es inválida.

Dado lo anterior, Toda & Yamamoto (1995) han sugerido un procedimiento alternativo. Cuando las variables están integradas, estos autores proponen estimar un modelo VAR con  $(k + d_{max})$  rezagos, donde  $k$  es el número óptimo de rezagos en el VAR y  $d_{max}$  es el número de orden máximo de integración que ocurre en el proceso. Una vez estimado el VAR, se prueba la causalidad de Granger pero únicamente usando los primeros  $k$  rezagos. Por ejemplo, si se considera la siguiente ecuación de un modelo VAR:

$$\pi_t = \gamma_0 + \gamma_1 Y_{t-1} + \gamma_2 Y_{t-2} + \gamma_3 \pi_{t-1} + \gamma_4 \pi_{t-2} \quad (3)$$

donde  $k = 1$  fue seleccionado de acuerdo con el criterio AIC y  $d_{max} = 1$ , entonces, la hipótesis nula de no-causalidad de  $Y$  a  $\pi$  es:

$$H_0 : \gamma_1 = 0 \quad (4)$$

Esto es,

$H_0$ : PIB real no causa en el sentido de Granger a la inflación

Para dicha hipótesis se utiliza la prueba de Wald. Toda & Yamamoto (1995) mostraron que la prueba de Wald y la de LR son asintóticamente equivalentes en la presente situación.

La siguiente tabla muestra los resultados del análisis de causalidad para las variables de este estudio.

Tabla 3  
**Prueba de Causalidad de Granger**

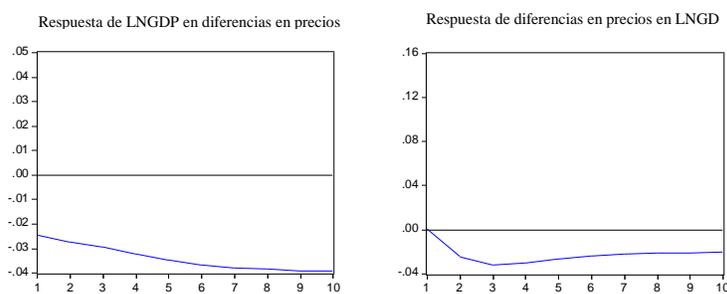
Hipótesis nula	Wald-statistic	p-value
Y no causa (en Granger) P	0.05	0.83
P no causa (en Granger) Y	0.08	0.78

Nota: Se aplica un VAR con  $k+d_{max} = 1+1$ . *P-values* corresponden a la distribución Chi-cuadrada con 2 grados de libertad.

Se puede observar que la hipótesis nula no se rechaza, entonces, no se encuentra evidencia de causalidad en el sentido de Granger entre las variables de estudio.

Adicionalmente es factible realizar un breve análisis correspondiente con el estudio de las funciones impulso-respuesta. La figura 1 muestra tales funciones para las variables de estudio, es importante notar que un shock positivo de la inflación genera un efecto negativo en el PIB real (lo cual es consistente con la relación de largo plazo y su signo). Por otro lado, un shock positivo del PIB real produce un efecto negativo de la inflación.

Figura 1  
**Funciones impulso respuesta entre PIB real e Inflación**



Al final, la respuesta ante shocks positivos, ya sea por parte de la inflación o del PIB real, tendrá como resultado un efecto negativo sobre la otra variable.

### 3. Análisis de estimación umbral: inflación-PIB

Se sigue el modelo propuesto por Khan & Senhadji (2001), en donde se han calculado tasas de crecimiento (a través del método de transformación logarítmica) para variables macroeconómicas. Aplicar transformación logarítmica coadyuva a una mejoría en modelos no-lineales. Para las variables de estudio, inflación y crecimiento económico (PIB real), después de aplicar transformaciones logarítmicas se observa aún un alto grado de volatilidad en los datos (véase figura 2).

Por lo tanto, con el fin de suavizar las fluctuaciones presentes, se ha utilizado la técnica del filtro Hodrick-Prescott<sup>5</sup> (1980). Véase figura 3.

<sup>5</sup> El filtro de Hodrick-Pescott es un método para extraer el componente secular o tendencia de una serie de datos, propuesto en 1980 por Robert J. Hodrick y Edward C. Prescott. Descompone la serie observada en dos componentes, uno tendencial y otro cíclico. El ajuste de sensibilidad de la tendencia a las fluctuaciones a corto plazo se obtiene modificando un multiplicador  $\lambda$ . Actualmente, es una de las técnicas más ampliamente utilizada en las investigaciones sobre ciclos económicos, para calcular la tendencia de las series de tiempo; pues brinda resultados más consistentes con los datos observados, que otros métodos.

Figura 2  
Transformación logarítmica de las series

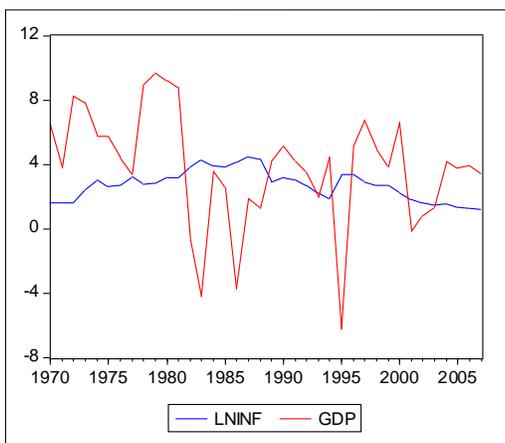
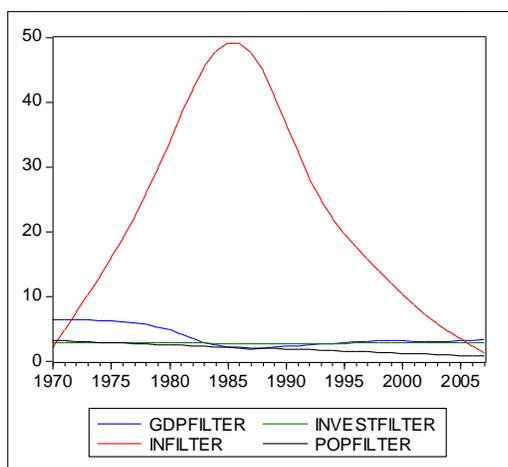


Figura 3  
Series suavizadas



Ahora bien, el análisis se basa en un modelo con cuatro variables: el crecimiento económico, la inflación, la población y la inversión. La tasa de crecimiento demográfico y la inversión se utilizan como variables de control. El motivo de la elección de estas variables es su autenticidad en la literatura empírica de crecimiento. Solow (1956) y Swan (1956) desarrollaron el primer modelo neoclásico de crecimiento, donde tener la tasa de crecimiento de la población era una de las variables exógenas del modelo para demostrar,

que: a mayor tasa de crecimiento de la población, mayor contracción en la acumulación del capital. Por su parte, Fischer (1993) incluye la inversión en su modelo para mostrar que la inflación reduce el crecimiento mediante la reducción de la inversión y el crecimiento de la productividad. Adicionalmente, Mankiw *et al.* (1992), también incluyen el crecimiento de la inversión y el crecimiento de la población en su modelo de crecimiento.

La prueba que demuestra la existencia de un efecto umbral, se obtiene a partir del siguiente modelo:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 \log(\pi_t) + \beta_2 d_t^{\pi^*} [\log(\pi_t) - \log(\pi^*)] + \theta' X_t + e_t \quad (5)$$

$$d_t^{\pi^*} = \begin{cases} 1 & \text{if } \pi_t > \pi^* \\ 0 & \text{if } \pi_t \leq \pi^* \end{cases} \quad t = 1, \dots, T$$

donde  $y_t$  es la tasa de crecimiento del PIB real,  $\pi_t$  es la inflación calculada con el INPC,  $\pi^*$  es el nivel umbral de inflación,  $d_t^{\pi^*}$  es una variable dummy que toma valores de 1 para niveles de inflación mayores que  $\pi^*$  y cero, en caso contrario,  $X_t$  es un vector de variables de control que incluye la participación de la inversión en porcentajes del PIB y la tasa de crecimiento de la población.

El parámetro  $\pi^*$  representa el nivel umbral de la inflación con la propiedad de que la relación entre crecimiento e inflación está dada por los coeficientes:

- 1)  $\beta_1$ : inflación baja;
- 2)  $\beta_1 + \beta_2$ : inflación alta.

Inflación alta significa que la inflación de largo plazo estimada es significativa, entonces  $\beta_1 + \beta_2$  miden el impacto sobre el crecimiento y tal valor de inflación será el nivel umbral. El procedimiento consiste en estimar diversas regresiones para diferentes valores de  $\pi^*$ , y tales valores se elijen en un orden ascendente (*i.e.*, 1, 2, 3..., y así sucesivamente), el valor óptimo de  $\pi^*$  se obtiene cuando dicho valor minimiza la suma de los residuos al cuadrado (RSS). Tal y como Khan & Shadji (2001) señalaron, probar a través de la búsqueda de no valores umbrales significa:

$$H_0 : \beta_2 = 0$$

Pero, bajo la hipótesis nula, el nivel umbral  $\pi^*$  no está identificado, por lo que las pruebas clásicas, como la prueba-t, carecen de distribuciones normales. Los autores sugieren tomar el estudio de Hansen (1996, 1999) que está basado en una metodología para simular la distribución asintótica de la prueba de razón de verosimilitud de  $H_0$ , lo cual implica reducir al mínimo la suma de los residuos al cuadrado. Este procedimiento ha sido ampliamente aceptado en la literatura sobre este tema. Sin embargo, este proceso es tedioso, ya que exige realizar la estimación de la ecuación para diferentes valores de  $\pi^*$ .

### *3.1 Resultados empíricos*

Mediante el uso de mínimos cuadrados no lineales (NLS), en la estimación de la ecuación (5), es posible obtener el valor umbral exacto del nivel de inflación. Para encontrar el mínimo RSS en cada regresión se consideraron valores de  $\pi^*$  de 1 a 13. Por lo tanto, los valores de  $\pi^*$  que minimizan RSS se encuentran en un rango que va del 7% al 11%. Estos resultados aparecen en la tabla 4.

Cabe destacar que todos los valores de  $\pi^*$  son estadísticamente significativos (véase columna p-value en la tabla 4). El valor umbral (minimizando RSS) de la inflación es de 9%; mientras que para valores inflacionarios menores a tal valor umbral, la inflación no tiene un efecto significativo sobre el crecimiento económico en México. En cambio, un caso contrario es cuando la inflación supera el valor umbral del 9%, entonces, hay un efecto negativo y estadísticamente significativo (al 5%) sobre el crecimiento económico.

Desde 1999, el Banco de México anunció un objetivo inflacionario de mediano plazo y a partir de 2000, publica informes trimestrales de inflación para controlar el proceso inflacionario, a fin de analizar las perspectivas de inflación y discutir la conducta de la política monetaria y el balance de riesgos para la inflación futura. En la actualidad, México tiene una economía con objetivos inflacionarios bien definidos, pues tiene una autoridad monetaria independiente (desde 1993) que tiene a la inflación como su objetivo de política única, un régimen cambiario flexible, la ausencia de otras anclas nominales y un “marco transparente” para la aplicación de la política monetaria. En este sentido, los resultados aquí obtenidos corresponden con las metas de inflación del Banco de México. Por ejemplo, el techo inflacionario comenzó con un 13% en 1999, disminuyó a 10% en 2000 y fue seguido por una disminución adicional de 9% en 2001 y 2002, de 4.05% en 2006 y de 3.76% en 2007.

Tabla 4  
Resultados de la prueba de estimación de los valores umbrales

$\pi^*$	Variable	Coficiente	Std. Error	t-Statistic	Prob.	RSS
7%	C	-26.57851	2.192942	-12.12002	0.0000	10.40
	Log( $\pi$ )	-0.488365	0.073403	-6.653202	0.0000	
	Break7	-0.092338	0.031913	-2.893442	0.0067	
	Pop	1.503096	0.064185	23.41810	0.0000	
	Inv	9.853121	0.742647	13.26758	0.0000	
8%	C	-26.40593	2.110052	-12.51435	0.0000	1.78
	Log( $\pi$ )	-0.545863	0.079201	-6.892144	0.0000	
	Break8	-0.090380	0.026949	-3.353742	0.0020	
	Pop	1.521239	0.062812	24.21894	0.0000	
	Inv	9.822111	0.711538	13.80405	0.0000	
9%	C	-26.74910	1.963577	-13.62264	0.0000	<b>1.62</b>
	Log( $\pi$ )	-0.569815	0.075737	-7.523557	0.0000	
	Break9	-0.086855	0.021997	-3.948469	0.0004	
	Pop	1.494305	0.058858	25.38810	0.0000	
	Inv	9.970370	0.660360	15.09839	0.0000	
10%	C	-26.81594	1.969623	-13.61476	0.0000	1.64
	Log( $\pi$ )	-0.574085	0.077255	-7.431035	0.0000	
	Break10	-0.075255	0.019342	-3.890821	0.0005	
	Pop	1.493487	0.059123	25.26058	0.0000	
	Inv	9.996084	0.662225	15.09470	0.0000	
11%	C	-27.70299	2.028275	-13.65840	0.0000	1.81
	Log( $\pi$ )	-0.553976	0.082645	-6.703076	0.0000	
	Break11	-0.058091	0.017901	-3.245056	0.0027	
	Pop	1.496378	0.062279	24.02695	0.0000	
	Inv	10.30664	0.682291	15.10593	0.0000	

Nota: break # está definido como  $[\log(\pi_i) - \log(\pi^*)]$ .

### 3.2 Análisis de Mínimos Cuadrados en Dos Etapas (MCDE)

Si se considera que la inflación no es una variable exógena en la ecuación (5), entonces, los coeficientes de las estimaciones pueden estar sesgados. Fisher (1993) señaló que la causalidad es más probable de ser unidireccional en inflación-crecimiento, en cuyo caso el problema del sesgo de simultaneidad no sería tan importante. De cualquier manera, la prueba de causalidad de Granger se aplica para medir la causalidad lineal entre inflación y crecimiento económico. A continuación, la tabla 5 muestra que la relación de causalidad entre dos variables es unidireccional, ya que la segunda hipótesis nula del PIB que causa inflación es rechazada al 5%, lo que demuestra que no hay información de la causalidad del PIB sobre la inflación.

Tabla 5  
Prueba de Causalidad de Granger

Hipótesis nula	F-statistic	p-value
Inflación no causa (en Granger) el Crecimiento Económico	1.50237	0.23837
Crecimiento económico no causa (en Granger) la Inflación	6.44918	0.00455*

\*Indica rechazo de la hipótesis nula al 5%.

Por lo tanto, la inflación causa el crecimiento económico, ya sea en un sentido positivo o negativo, dependiendo del signo de su coeficiente; pero el crecimiento económico no se explica por las tasas inflacionarias, esto implica que el modelo puede estar especificado de manera incorrecta (ecuación 5), dada la exclusión de variables relevantes en la ecuación de crecimiento. Para comprobar el error de especificación del modelo, se debe incluir variables instrumentales, tales como: inflación, PIB real, inversión, tasa de crecimiento de la población. Ahora, para analizar la posible endogeneidad, se considera que la inflación, el crecimiento del PIB real, la inversión y el crecimiento de la población sean utilizadas como variables instrumentales<sup>6</sup>. Con el fin de controlar, al menos parcialmente, el problema de endogeneidad, se utiliza la técnica de Mínimos Cuadrados en Dos Etapas (MCDE), donde el conjunto de las variables instrumentales incluye las cuatro variables de estudio rezagadas en su primera diferencia<sup>7</sup>.

La tabla 6 es el resultado de las estimaciones en donde se usa MCDE con variables de control. Cabe destacar que aun controlando el posible problema de endogeneidad, el valor umbral sugerido sigue siendo un nivel inflacionario de 9%.

Se puede obtener una comparación de ambas estimaciones (NLS y MCDE), las que dan como resultado el mismo nivel umbral de inflación. Ambos resultados indican un valor umbral de 9% de inflación sobre el crecimiento económico en México. Cabe resaltar que este umbral se encuentra entre el rango que Khan y Senhadji (2001) han demostrado que es el nivel de umbral para una economía en transición.

<sup>6</sup>Por ejemplo, la inversión (como porcentaje del PIB) es casi probable que sea una variable endógena en el modelo (5).

<sup>7</sup>Estas variables instrumentales son válidas sólo si el término de error en la ecuación (5) no es auto-correlacionado. Así, las pruebas DW y Breusch-Godfrey rechazan auto-correlación (al 5%) para todas las estimaciones.

Tabla 6  
Resultados de la prueba de valores umbrales en MCDE

$\pi^*$	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	RSS
7%	C	-27.60274	1.065922	-2.589566	0.099305	25.14
	Log( $\pi$ )	-0.719575	0.358756	-2.005752	0.370833	
	Break7	-0.677079	0.460916	-1.468986	1.052777	
	Pop	1.223.486	0.452033	2.706632	0.075	
	Inv	9.976.084	3.516970	2.836557	0.0078	
8%	C	-20.07569	4.742451	-4.233189	0.0002	5.18
	Log( $\pi$ )	-1.041340	0.211722	-4.918432	0.0000	
	Break8	-0.317888	0.099192	-3.204783	0.0031	
	Pop	1.681314	0.151782	1.107718	0.0000	
	Inv	7.704655	1.588038	4.851682	0.0000	
9%	C	-20.76328	3.717135	-5.585830	0.0000	<b>3.29</b>
	Log( $\pi$ )	-1.020460	0.163859	-6.227659	0.0000	
	Break9	-0.225560	0.055577	-4.058510	0.0003	
	Pop	1.630786	0.120352	13.55017	0.0000	
	Inv	8.031724	1.241283	6.470503	0.0000	
10%	C	-20.63593	3.729246	-5.533540	0.0000	3.31
	Log( $\pi$ )	-1.045673	0.168227	-6.215838	0.0000	
	Break10	-0.196727	0.048571	-4.050300	0.0003	
	Pop	1.636986	0.120465	13.58889	0.0000	
	Inv	7.999773	1.244817	6.426465	0.0000	
11%	C	-18.82909	3.941537	-4.777092	0.0000	3.52
	Log( $\pi$ )	-1.194979	0.200614	-5.956612	0.0000	
	Break11	-0.166932	0.042509	-3.927015	0.0004	
	Pop	1.770391	0.126191	14.02943	0.0000	
	Inv	7.461593	1.309084	5.699856	0.0000	

Nota: donde break # está definido por  $[\log(\pi_i) - \log(\pi^*)]$ .

### Comentarios finales

Estudiar el efecto o impacto de la inflación sobre el crecimiento económico será siempre tema crucial en la macroeconomía de cualquier país. Si la inflación es sistemática y con efectos reales, entonces los gobiernos pueden influir sobre el rendimiento económico a través de la política monetaria adquirida; por tal motivo, es de crucial importancia tomar en cuenta las metas inflacionarias y considerar los costos que tienen políticas monetarias expansivas o restrictivas sobre el crecimiento económico en el largo plazo.

Para tal fin, el presente estudio analizó las relaciones de largo plazo entre la inflación y el crecimiento económico en México, para el período 1970-2007,

utilizando técnicas de cointegración. Se encontró que la inflación es débilmente exógena al modelo, lo cual contribuye a realizar inferencia estadística.

También se estiman los efectos umbrales para conocer por encima de qué valor la inflación tiene un efecto negativo sobre el crecimiento, utilizando el método propuesto por Khan y Senhadji (2001). El análisis de cointegración muestra que un incremento en la inflación de 1% produce una disminución de 1.5% del PIB real para el período de estudio analizado. Los resultados que se obtienen estimando el modelo de umbrales sugieren que, para valores de inflación por encima del 9%, la inflación tiene un efecto negativo sobre el crecimiento económico.

Esto indica que en el período 1970-2007, el PIB real fue ciertamente muy elástico con respecto a la inflación, ya que teniendo en cuenta el coeficiente estimado, un aumento de 1% en los niveles inflacionarios produce una disminución de 1.5% del PIB real.

Para finalizar, el modelo de estimación umbral sugiere que si la tasa de inflación está por encima de 9%, el crecimiento económico de México podría experimentar una situación de peligro, esto es, una severa caída del PIB real. Este resultado podría ser útil para los encargados de formular políticas, ya que ofrece alguna pista sobre cuál debe ser el objetivo óptimo de la inflación.

Queda como propuesta para una investigación futura, encontrar el valor umbral para el cual niveles inflacionarios muy bajos tendrían efectos, reales o no, sobre el crecimiento económico. Es decir, para niveles bajos de la inflación, ¿existe algún tipo de efecto sobre el crecimiento económico?

### **Referencias**

Andres J. and I. Hernando (1999). "Does inflation harm economic growth? Evidence for the OECD countries," in *The Costs and Effects of Price Stability*. Feldstein, Martin, Ed. Chicago: The University of Chicago Press, pp. 315-341.

Ball, L. (1992). "Why does high inflation raise inflation uncertainty?" *Journal of Monetary Economics* 29 (3), pp. 371-388.

Banerjee, A., J. Dolado, J. Galbraith and D. Hendry (1993). *Co-integration, Error Correction, and the Econometric Analysis of the Non-Stationary Data*. Oxford University Press.

Banco de México (1995). Informe Annual: 1994. México: Banco de México.

Barro, R. J. (1995). "Inflation and Economic Growth." *National Bureau of Economic Research* (NBER), Working Paper No. 5326.

Burdekin, R., A. T. Denzau, M. W. Keil, T. Sitthiyot and T. D. Willett (2004). "When does inflation hurt economic growth? Different nonlinearities for different economies." *Journal of Macroeconomics* 26 (3), pp. 519-532.

Dickey, D. A. and W. A. Fuller (1981). "Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root." *Econometrica*, Vol. 49, pp. 1057-1072.

Drukker, D., P. Gomis Porqueras and P. Hernandez Verme (2005). "Threshold Effects in the Relationship Between Inflation and Growth: A New Panel-Data Approach. Working paper available at: <http://www.uh.edu/~cmurray/TCE/papers/Drukker.pdf>

Faria R. J. and F. Carneiro (2001). "Does Hight Inflation Affect Growth in the Long and Short Run?" *Journal of Applied Economics*, Vol. 4(1), pp. 89-105.

Fisher, S. (1993). "The Role of Macroeconomic Factors in Growth." *Journal of Monetary Economics*, Vol. 32: 485-512.

Fischer, S. and F. Modigliani (1978). "Towards and Understanding of the Real Effects and Costs of Inflation." *Weltwirtschaftliches Archiv* 114, pp. 810-833.

Friedman, M. (1973). "Inflation and Unemployment." *Nobel Memorial Lecture*, Illinois, USA: The University of Chicago.

Ghosh, A. and S. Philip (1998). "Inflation, Disinflation, and Growth." *IMF Working Paper* No. WP/98/68. Washington, D.C.: IMF.

Granger, C. (1988). "Some recent developments in a concept of causality." *Journal of Econometrics*, Vol. 39, pp. 199-211.

Gregorio, J. (1996). "Inflation, Growth, and Central Banks: Theory and Evidence." World Bank Policy Research Working Paper 1575, Policy Research Department, Macroeconomics and Growth Division.

Grier, K. and R. Grier (2006). "On the real effects of inflation and inflation uncertainty in Mexico." *Journal of Development Economics* 80, pp. 478-500.

Hansen, B. (1996). "Inference when the nuisance parameter is not identified under the null hypothesis." *Econometrica* 64, pp. 413-30.

\_\_\_\_\_ (1999). "Threshold effects in non-dynamic panels: estimation, testing, and inference." *Journal of Econometrics* 93 (2), pp. 345-68.

\_\_\_\_\_ (2000). "Sample splitting and threshold estimation." *Econometrica* 68 (3), pp. 575-604.

Hodrick, R. J. and E.C. Prescott (1980). "Postwar U.S. Business Cycles: an Empirical Investigation." mss. Pittsburgh: Carnegie-Mellon University; *Discussion Papers* 451, Northwestern University.

Huybens, E. and B. D. Smith (1998). "Financial Market Frictions, Monetary Policy and Capital Accumulation in a Small Open Economy." *Journal of Economic Theory* 81, 353-400.

Johansen, S. (1988). "Statistical Analysis of cointegration vectors." *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 12, pp. 231-254.

\_\_\_\_\_ (1995). Likelihood-based inference in cointegrated vector autorregressive models., Oxford: Oxford University Press.

\_\_\_\_\_ and Juselius, K. (1990). "Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with applications to the demand for money." *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 52, pp. 169-210.

Khan, M. S. and A. S. Senhadji (2001). "Threshold Effects in the Relationship between Inflation and Growth." *IMF Staff Papers*, Vol. 48, No. 1.

Kwiatkowski, D., P. Phillips, P. Schmidt and Y. Shin (1992). "Testing the Null Hypothesis of Stationarity Against the Alternative of a Unit Root." *Journal of Econometrics*, Vol. 54, pp. 159-178.

Mallik, G. and A. Chowdhury (2001). "Inflation and Economic Growth: Evidence from South Asian Countries." *Asian Pacific Development Journal*, Vol. 8, No.1, pp. 123-135.

Mankiw, N., D. Romer and D. Weil (1992). "A Contribution to the Empirics of Economic Growth." *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 107: 407-437.

McCallum, B. (1984). "On low-frequency estimates of long-run relationships in macroeconomics." *Journal of Monetary Economics*, Vol. 14, pp. 3-14.

Mundell, R. (1965). "Growth, Stability and Inflationary Finance." *Journal of Political Economy* 73, pp. 97-109.

Phillips, P. (1986). "Understanding spurious regressions in econometrics." *Journal of Econometrics*, Vol. 33, pp. 311-340.

Sarel, M. (1995). "Nonlinear Effects of Inflation on Economic Growth." IMF Working Paper WP/95/56, Washington.

Solow, R. (1956). "A Contribution to the Theory of Economic Growth." *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 70, pp. 65-94.

Swan, T. (1956). "Economic Growth and Capital Accumulation." *Economic Record*, Vol. 32: 344-361.

Toda, H. and T. Yamamoto (1995). "Statistical inference in vector autorregressions with possibly integrated processes." *Journal of Econometrics*, Vol. 66, pp. 225-250.

Tobin, J. (1965). "Money and Economic Growth." *Econometrica*, Vol. 33, pp. 671-684.

**Free Trade and Pollution in the Manufacturing Industry in Mexico: A Verification of the Inverse Kuznets Curve at a State Level**

Elena Catalina Jáuregui Nolen\*  
José de Jesús Salazar Cantú\*\*  
Raymundo Cruz Rodríguez Guajardo\*\*\*  
Héctor González García\*\*\*\*

Fecha de recepción: 10 X 2009

Fecha de aceptación: 22 III 2010

**Abstract**

There has been a long debate about the effects that free trade has on pollution. Most empirical analysis on this topic has focused at the national level. The objective of this study is to see if there is a relationship between the pollution generated by the manufacturing industry in each of Mexico's 32 states and the North American Free Trade Agreement (NAFTA). This was done via panel data regression models using information on pollution, income, and degree of trade from each of the states for the years 1993 and 2000. The pollution index level was constructed using the Industrial Pollution Projection System from the World Bank. In general we found a positive relationship between trade liberalization and pollution caused by manufacturing. Furthermore, we found that income and pollution follow the relationship expressed in the Environmental Kuznets Curve.

**Keywords:** Free Trade, Pollution in manufacturing industry, Environmental Kuznets Curve, State-level data.

**JEL classification:** F18, Q56

---

\*Department of Geography and Environment, London School of Economics and Political Science.

Address: Houghton Street, London, WC2A 2AE, United Kingdom.

E-mail: E.C.Jauregui-Nolen@lse.ac.uk

\*\*E-mail: jsalazar@itesm.mx

\*\*\*E-mail: rcr@itesm.mx

\*\*\*\*E-mail: a00786859@itesm.mx

## Resumen

Existe un largo debate acerca de los efectos que la apertura comercial ha traído sobre la contaminación ambiental. En general, la relación entre contaminación y apertura comercial en México, se ha estudiado en el nivel nacional. El objetivo de este estudio es determinar si existe una relación – para cada estado del país- entre la contaminación del sector manufacturero en México y la apertura comercial, después de la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte. Para ello, se realizó una estimación de tipo panel con datos de las 32 entidades federativas de México para los años 1993 y 2000. Fueron analizadas variables, como apertura comercial, nivel de ingreso y niveles de contaminación, las cuales se construyeron usando el *Industrial Pollution Projection System* del Banco Mundial. Se encontró que, en lo general, la apertura tiene una relación positiva sobre la contaminación; además, se observó que la relación entre ingreso y contaminación está definida por la curva inversa de Kuznets para el medio ambiente.

**Palabras clave:** Libre comercio, contaminación en la industria manufacturera Pollution, curva ambiental de Kuznets, datos en el nivel estatal.

**Clasificación JEL:** F18, Q56

## Introduction

As Mexico signed the North American Free Trade Agreement (NAFTA) there was much debate of the ecological outcome of such a contract. Two polar views of the possible outcomes were represented by Bhagwati (1994) and Daly (1994). On the one hand, Bhagwati believes that free trade helps improve the environment because it allows a country the possibility to import cleaner technology. In addition, the eventual rise in average income will increase the social demand for a cleaner environment, which is expressed in the Environmental Kuznets Curve, (EKC), see Bhagwati (1994). On the other hand, Daly believed Mexico would become a pollution haven, as dirty industries would migrate to Mexico trying to escape higher pollution abatement costs (Gallagher, 2004).

Mexico's economy went through several structural reforms after the crisis in the beginning of the eighties. The trade liberalizing strategy started with the integration to the General Agreement on Tariffs and Trade (GATT) in 1986, followed by regional integrating agreements, in which the North American Free Trade Agreement (NAFTA) was the first and most important. NAFTA began to operate the first of January of 1994. By November of 2006, Mexico

had signed 12 other similar agreements that involved trade with 17 countries plus those of the European Union. NAFTA is the only trade agreement that contains an environmental protocol.

The debate about the environmental outcome of a free trade agreement began in the late 1970s, and still is a topic of great controversy. Some are afraid that there may be a generalized lowering of environmental standards in order to obtain foreign investment or to help local industries; this is known as a race to the bottom (Murandian and Martinez-Alier, 2000). Some of these concerns are based on the environmental damages that occurred along the border between the United States and Mexico as maquiladoras were established there. As Steininger (1994) states, this damage may have occurred because of Mexico's relatively lax environmental standards compared to the ones in the United States.

Trade liberalization in Mexico has had an evident effect in increasing its manufacturing exports. Mexico's main export since 1985 has been manufacturing, replacing petroleum. In September of 2006, manufacturing exports represented<sup>1</sup> 82.5% of total exports. Given the importance of the environment for a sustainable development and the large role manufacturing production has played on exports, this study's objective is to analyze the effect Mexico's trade liberalization had on the level of pollution produced by the manufacturing industry in each state. Analyzing state-level data has rarely been used in empirical studies in developing countries. It is important to consider the heterogeneity that exists between Mexico's states. For example, the environmental legislation<sup>2</sup> and its enforcement is different in each state of the country. In addition, Salazar and Varella (2004) pointed out that the effects on production from trade liberalization have been different among states. Therefore, taking into account these differences can lead to a better measurement of the relation under consideration.

This paper comprises five sections. Section 1 discusses the theoretical framework, which includes some of the hypotheses of the relationship between economic productivity and trade, and the environment. Section 2 discusses the results of previous studies done in Mexico. The section 3 lays out the empirical framework, calculations of a pollution index for Mexico's manufacturing sector, the description of the data used and the empirical model. In the section 4 are presented the explanations of the procedure, and a

---

<sup>1</sup> Calculations based on information obtained from the BIE-INEGI, consulted December 6, 2006.

<sup>2</sup> The federal government is responsible of establishing environmental norms, but each state has to legislate their own environmental laws. Even municipal governments have adopted their own set of laws in respect to the environment (M. J. Braquley and Associates, 2004:16).

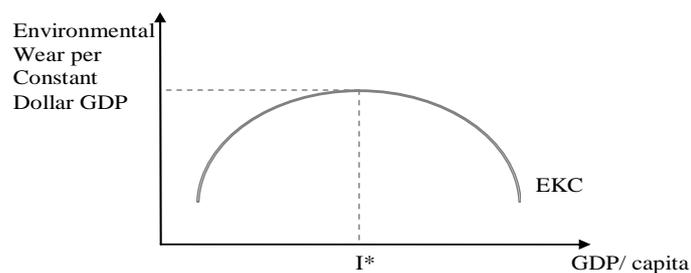
discussion of the results and conclusions are provided in the last section.

### 1. Theoretical Framework

In the neoclassical theory of international trade, Heckscher and Ohlin's theorem of comparative advantage states that free trade will help each country export goods which are produced intensively with the abundant factor, see Wong (1997, 91). Following the implicit idea in this theorem and considering the environment as a resource, a hypothesis could be established in relation to trade liberalization, in which countries that have relatively abundant environmental resources will tend to change their production towards goods that are intensive in these resources, increasing the risk of greater pollution levels. Lucas, Wheeler and Hettige (1992) explain that an increase in pollution in developing countries may be a result of a shift in comparative advantage towards more capital intensive, and therefore pollution intensive economic activities. This is predicted by Daly (1994, 12): "the costs of environmental degradation grow at a faster rate than the benefits from economic growth, which in the end, makes us poorer, not richer."

The specialization in production brought about by trade liberalization allows each country to assign resources more efficiently, reaching greater production and income. Radetski (1994, 134) adds that the environment is a normal good. Parting from this idea, if international trade increases income, then it will also promote environmental quality. Radetski (1994, 131) proposed the relation shown in the following diagram.

Figure 1  
Income and the environment: Environmental Kuznets Curve



The figure 1 illustrates that income *per capita* and environmental degradation have a positive relation up the average level of income *per capita*,  $I^*$ , then the relation is inverted as income *per capita* increases. This relationship is known as the Environmental Kuznets Curve (EKC). This

shape can result due to the development path of a country. More contamination is produced as industrialization takes off, but at higher levels of development there are structural changes, more efficient technologies and increased demand for environmental quality that lead to a reduction in environmental degradation, see Panayotou (2000, 2).

Selden, Forrest and Lockhart (1999) summarize the three mechanisms through which one can identify the effects of economic growth because of international trade has on the environment. These mechanisms are: scale, composition and technique effects. *Scale* effect is when free trade causes production to expand. If the production process is maintained the same, but output is increasing, then pollution must be increasing. The *composition* effect is when changes in trade policy cause a country to specialize in its comparative advantage. If a comparative advantage is created because of relatively laxer environmental standards, then this effect may cause an increase in pollution. The third effect, *technique*, is when technological changes improve production processes so they pollute less; idea originally stated by Grossman and Krueger (1993) based on the assumption that new technology would be more energy-efficient and use cleaner sources of energy. Cleaner technologies can result from international transfers due to free trade and foreign investors, as well as the increase demand of citizens for cleaner processes as free trade increases personal income.

## **2. Literature Review**

Many authors have studied the relation between trade liberalization and its effect on economic growth. Rodríguez and Rodrik (1999) presented a critical analysis of important studies based on this relationship and concluded that there is not a consensus, but that most of the evidence confirms the theoretical hypothesis of a positive relation between international trade and income. Díaz-Bautista (2003) found this holds true for Mexico during the years 1970 to 2000. Furthermore, Salazar and Varella (2004) estimated positive effects of the growth in manufacturing production on the export specialization using state-level data.

Bhagwati (1994) agrees that free trade expands economic growth and production. He believes that this will help the environment because the greater tax revenues generated by the increased trade can be used for conservation. Bhagwati also explained that free trade could help improve the environment by transferring cleaner technologies to developing countries. He based his explanation on the EKC hypothesis.

Grossman and Krueger (1993) were the first to test and find empirical

evidence of the EKC hypothesis. They found that the common turning point for sulfur and smoke on this curve is around US\$ 5,000 (PPP terms prices of 1985) average *per capita* gross domestic product. Even though Mexico reached an average of US\$ 8,000 GDP *per capita* in 1999, it has not yet reached the turning point on the EKC (Gallagher, 2002). There has been a large range of estimated turning points, if any, depending on the pollution taken into consideration. List and Gallet (1999) did a state-level analysis of air pollution in the United States for the years 1929 to 1994. They found estimated turning points for nitrogen oxide (NO<sub>x</sub>) at US\$ 10,778 (prices of 1987) *per capita* income and US\$ 20,138 (prices of 1987) *per capita* income for sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>). Taylor (2003) in a multi-country study estimated that a 1% increase in income per capita decreases pollution concentration in 1%.

Gallagher (2005) asserts there is limited evidence of an EKC for a single country. The majority of early EKC studies utilize cross-section data of largely developed countries, for more details see Gallagher (2005, 6). Therefore this study contributes to the understanding of the EKC by analyzing a single developing country, Mexico, and by analyzing an aggregate pollution index that is risk weighted according to its toxicity to human health.

There has been a wide range of research trying to answer the effects that free trade has on the environment in Mexico. Even though there is a wide variety of methods used, there is not a consensus of the effects. Grossman and Krueger (1993) did a cross-sectional study for 1987, where they analyzed whether the high air pollutants abatement costs in the United States affected its imports from Mexico. They found a positive relationship between higher costs and greater imports from Mexico, but it was small and statically insignificant. Furthermore, Kahn (2001) compared pollution of the Toxic Release Inventory (TRI) in the United States and other countries, among them Mexico, for 1972, 1982 and 1992. He found that the level of pollution in goods that United States imported from Mexico had been decreasing.

Other studies have concentrated on finding out whether Mexico is a pollution haven through analyzing Foreign Direct Investment (FDI). Eskeland and Harrison (1997) found a positive relationship between pollution abatement costs and FDI, in a cross-section study for the year 1990. Furthermore, Waldkirch and Gopinath (2004) found that for industries where FDI and air pollution levels are positively related, these industries receive almost 40% of the FDI. These industries also account for 30% of all output.

A different method used to evaluate the effects of free trade on pollution is

through analyzing changes in each sector. Gallagher (2004) compared five of the dirtiest air polluting industries in the United States to the same ones in Mexico for the years 1988, 1994 and 1998. He found out that the manufacturing production of these industries decreased in the United States, but surprisingly decreased even faster in Mexico; rejecting the hypothesis that polluting industries in the United States moved to Mexico. In a further study, for the period 1988-2000, Gallagher (2002) found that emissions in Mexico decreased 10% from 1988 to 1994, but after NAFTA, from 1994 to 2000, emissions doubled.

Islas-Camargo (2002) calculated the Revealed Comparative Advantage (RCA) of five dirty industries for 34 countries, Mexico among them, for the years 1970-1972, 1980-1982 and 1990-1992. The five dirty industries considered are: ferrous metals, non-ferrous metals, chemical substances, petroleum derivatives, and paper, prints and editorials. In general the author found that developing countries have a tendency to form a RCA in these dirty industries, while developed countries have the opposite tendency. Mexico, in particular, was demonstrated to have a revealed comparative advantage in ferrous metals and petroleum derivatives, which was not the case in the initial years of 1970-1972.

The methods used, as well as the results obtained in examining the effects of free trade on pollution levels are widely varied. One of the greatest problems is the lack of information about pollution in Mexico. Many studies on the environment and production processes are done with data adapted from the United States. Ten Kate (1993) was the first to use data from the Industrial Pollution Projection System (IPPS) from the United States and adapted them to Mexico, later Mercado and Fernández (2005) use the IPPS for Mexico again. This system provides estimated data for pollution intensities, per unit of production or number of employees, in each sector. Ten Kate (1993) found that from 1950 to 1970 the number of polluting industries in the manufacturing sector in Mexico increased 50%, increasing only 25% from 1970 to 1989. He explains this change is due to the composition effect. He also ascertained that manufacturing industries were polluting 20 times more in 1989 than in 1950, which is explained by the scale effect.

Using IPPS data for other countries has three implications. First, equal technology and environmental standards to those in the U.S. are assumed by using U.S. emissions. It is also assumed that the production of each manufacturing industry is similar to those in the United States, leading to the postulation that emissions are related to output and not on added value, see Lucas *et al.* (1992, 71).

### 3. Research Method

Given the fact that there is not sufficient pollution data at the state level in Mexico, these had to be constructed using the IPPS. As Hettige *et al.* (1994, 1) state:

“IPPS has been developed to exploit the fact that industrial pollution is heavily affected by the scale of industrial activity, its sectoral composition, and the process technologies which are employed in production. Although most developing countries have little or no industrial pollution data, many of them have relatively detailed industry survey information on employment, value added or output. IPPS is designed to convert this information to the best feasible profile of the associated pollutant output for countries, regions, urban areas, or proposed new projects. It operates through sector estimates of pollution intensity, or pollution per unit of activity.”

Calculations were done by adapting the linear acute human toxic intensity<sup>3</sup>, estimated by Hettige *et al.* (1994) for 74 industries in the United States in 1987, to Mexico's manufacturing production. The 74 U.S. industries were grouped by adding the linear acute human toxic index into one of the nine corresponding manufacture divisions of the Mexico's National Computing System “Sistema de Cuentas Nacionales.” The nine divisions of the manufacturing divisions were used due to the accessibility of the data. The risk-adjusted pollution weights, in pounds per \$1,000,000 U.S. dollars of production, for each of the nine manufacturing divisions are presented in Table 1.

The risk-weighted amounts that appear in Table 1 coincide with the six most polluting industries, which are: iron and steel, non-ferrous metals, chemical substances, pulp and paper, non-metallic minerals, and petroleum refineries, see Murandian and Martinez-Alier (2000). It can be seen that the fifth division, chemical substances, is highly contaminating.

---

<sup>3</sup> Hettige *et al.* (1994) calculated a Toxic Release Inventory (TRI) index for 74 industries in the U.S. for 1987 in pounds per \$1,000,000 dollars of production. They used information from the Toxic Chemical Release Inventory, elaborated by the Environmental Protection Agency (EPA), referent to the annual emissions of 328 toxic chemicals substances produced by approximately 20,000 industrial firms in the U.S. during 1987. The annual quantities of polluting substances were aggregated and then weighted from 0 to 4 according to their level of toxicity, taking into account the toxicity index and carcinogenic reported in the Human Health and Ecotoxicity Database, elaborated by the EPA.

Table 1  
Mexico's risk-weighted pollution weights

Manufacturing division	Risk-weighted pounds/ million of dollar output value
I. Food, beverages and tobacco	16.3
II. Textiles, clothing and leather	74.7
III. Wood industry and products	74.7
IV. Paper, paper products, prints and editorials	63.25
V. Chemical substances, petroleum derivatives and plastics	257.36
VI. Non metallic mineral products, except petroleum derivatives and coal	18.63
VII. Basic metallic industries	26.16
VIII. Metallic products, machinery and equipment	59
IX. Other manufacturing industries	32.79

After estimating the nine weights, they are multiplied by the corresponding dollar value of each manufacturing division of each state.<sup>4</sup> An index of volume of pollution adjusted to human health risks for each state is obtained by converting the result into tons. These pollution indexes are shown for each state in Table 2 for the years: 1993, 2000, 2003 and 2004.

In the majority of the states the largest pollution estimations were emitted in the year 2000. After a substantial increase from 1993 to 2000, there was a very slight decrease from 2000 to 2004. There are only eight states that did not decrease their pollution levels during that time: Coahuila, Colima, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo Leon, San Luis Potosi, Sinaloa and Tamaulipas. The three states with the largest amount of pollution are: Distrito Federal, Mexico and Nuevo Leon. The states holding the fourth and fifth most polluted status have changed over time. In 1993, Veracruz and Jalisco were ranked as the fourth and fifth most polluted states, respectively, whereas in 2004 Coahuila took Veracruz's position and Jalisco remained constant.

The three most polluting states are also the states that have the largest manufacturing production. It is worth analyzing Guanajuato as it moved from fourth place of manufacturing production in 1993 to fifth place in the year 2000. Guanajuato has less manufacture activity than Coahuila or Jalisco, but the industries located in Guanajuato are more toxic according to the IPPS. This is due in part to the large participation in the plastic and petroleum derivative industry, but mostly to the increasing participation in

<sup>4</sup> The "Sistema de Cuentas Nacionales de México" shows the participation of each manufacturing division in percentages. Multiplying this times the value of the production in thousands of pesos at 1993 constant prices, the GDP of each division for each State was obtained. Then it was converted into millions of dollars with a peso-dollar exchange rate of 3.11 from Banxico.

the metallic production and machinery production. This division was responsible for 11% of Guanajuato's total manufacture GDP in 1993, expanding up to 40% in 2000.

Table 2  
**Mexico: Distribution of Manufacturing Pollution Volume by State**

<b>Name of State</b>	<b>1993</b>	<b>2000</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
Aguascalientes	21.41	46.12	42.32	46.15
Baja California	49	106.68	85.35	97.22
Baja California Sur	0.84	1.68	1.32	1.29
Campeche	0.94	1.23	1.57	1.43
Coahuila	87.94	160.06	178.57	189.7
Colima	2.76	3.87	3.63	4.09
Chiapas	9.5	7.45	6.5	6.55
Chihuahua	75.4	130.31	105.77	109.83
Distrito Federal	672.18	903.61	821.49	792.56
Durango	18.64	24.15	21.82	23.48
Guanajuato	109.21	193.21	205.04	230.3
Guerrero	4.37	5.98	5.94	5.87
Hidalgo	53.76	70.52	64.91	75.08
Jalisco	162.41	208.31	180.63	190.35
Mexico	507.36	654.38	599.43	626.51
Michoacan	29.32	45.67	40.17	41.34
Morelos	55.3	60.24	61.14	60.72
Nayarit	2.61	2.74	2.45	2.38
Nuevo Leon	195.65	305.38	297.95	319.67
Oaxaca	39.2	42.79	43.36	44.37
Puebla	80.68	143.19	143.36	133.02
Queretaro	60.52	121.72	112.6	123.29
Quintana Roo	1.87	2.27	2.49	2.48
San Luis Potosi	32.4	55.59	53.46	56.19
Sinaloa	8.73	10.81	10.88	11.8
Sonora	34.55	56.8	41.17	44.85
Tabasco	10.09	10.8	9.73	10.6
Tamaulipas	92.98	153.16	150.32	165.43
Tlaxcala	23.82	32.013	28.66	30.08
Veracruz	170.73	154.14	145.45	149.56
Yucatan	11.6	18.1	17.07	17.87
Zacatecas	1.82	3.14	3.16	3.41
National	2627.57	3736.12	3487.71	3617.49

Note: Annual risk weighted tons of pollution according to the linear acute human toxic intensity.

### 3.1 Model

It has been reported that Lucas, Wheeler and Hettige (1992) related production with pollution through the following model:

$$\ln(N)_k = \alpha + (\beta_1 + \beta_2 Y_k)t + (\beta_3 + \beta_4 Y_k)Y_k + \varepsilon_k \quad (1)$$

Where:  $N_k$  is the toxic intensity calculated relative to total manufacturing production in each country ( $k$ ) studied;  $Y_k$  is real income per capita and  $t$  is time. The coefficient  $\beta_1$  represents the intensity growth tendency;  $\beta_2$  is the tendency of the intensity growth with respect to the income;  $\beta_3$  is the contribution of the income per capita to the toxic intensity;  $\beta_4$  is the coefficient that goes with the squared real income per capita, which is to capture possible decreases in pollution emissions with greater income levels, and  $\varepsilon_k$  is the error term.

Frankel and Rose (2002) used a similar model as the one described above, but included other variables, resulting in the following model:

$$\begin{aligned} Envdamage_{it} = \alpha + \beta_1(GDP/Y)_{it} + \beta_2(GDP/Y)_{it}^2 + \beta_3 Openess_{it} \\ + \beta_4 Dem_{it} + \beta_5(Pop/Y) + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (2)$$

Where the independent variables are the following: income per capita, income *per capita* squared, one variable for trade openness, another for the level of democracy, and finally, population density.

The model used in the current study is similar to the two models shown above. It is very similar to the one Frankel and Rose (2002) used, but it does not include the last two variables mentioned. The variable of level of democracy was not included because it is not studying different countries, although a further study might include the political divergence between states or regions (northern and southern). Furthermore, Frankel and Rose (2002) used the variable of population density to evaluate how personal waste contributes to pollution. Using this variable is not valid in this study because the dependent variable, the volume of pollutants, was constructed based on the level of manufacturing pollution and not on the total amount of pollution in the atmosphere.

The model used in this study is based on a dependent variable, manufacture pollution volume, and the following three independent variables: a) level of trade openness; b) income *per capita* and c) income *per capita* squared. Given the high differences between the 32 states in Mexico, it was chosen to estimate the model using panel data and weighted least squared (WLS) methods. Two years, 1993 and 2000, were considered to capture the effect before and after trade liberalization (NAFTA).

3.2. *Variables*

The dependent variable is manufacturing Pollution Volume index (PV) measured in risk weighted tons per each million of real dollars worth of manufacturing production, with base year of 1993.

There are three proxies for the degree of openness variable: Trade openness Index (TI), an Export Index (EI) and an Export Specialization Index (ESI). The first is the sum of exports and imports of each state divided by the corresponding state's total GDP. The export index equals exports divided by total GDP for each state. The export specialization index equals the quotient of exports of each state divided by the manufacturing GDP of each state, over national exports divided by national manufacturing GDP. These three openness measures have been used by several authors as referred by Rodríguez and Rodrik (1999), and recently by Ortiz (2003). Frankel and Romer (1999) caution the possible endogeneity problem implicit in using the trade openness index as a determinant of economic growth. They suggest the use of instrumental variables, in particular the orthodromic distance. However this variable has not been found for Mexico, therefore the use of a trade openness index is one of the limitations of the present study and an opportunity for future investigations.

It is ambiguous of what the expected sign of the coefficient for the variable of trade openness should be. From the literature review, those that believe the hypothesis that free trade improves the environment would expect a negative sign, because the greater the degree of openness the lower the pollution levels. On the other hand, a positive sign is expected if greater trade openness leads to greater pollution levels.

The income *per capita* variable is GDP *per capita*. Therefore, the EKC hypothesis predicts that the coefficient of the squared income *per capita* variable should be negative, indicating that the curve will eventually begin to fall and there will be an improvement in the environment while income increases, see Frankel and Rose (2002, 14). The sign of the coefficient of the income *per capita* variable depends on where a state is located on the curve. It will be positive on the first part of the curve, indicating more environmental damage, and it will be negative if it is located on the second part of the curve where pollution emissions decrease as income increases. The data was obtained from the electronic web page of the bank of economic information (BIE) in Mexico's *Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática*<sup>5</sup> (INEGI). Table 3 presents a summary of the variables and

---

<sup>5</sup> One of the complexities of estimating the GDP per state is in assigning the correct value of production done by units of companies that have different geographical divisions around the country. In relation to this, INEGI follows the standard procedure which

Table 4 shows the descriptive statistics of the different variables used in this study.

Table 3  
Description of the Variables

Variable	Description	Source
<b>PV:</b> Pollution Volume Index	Estimation of the emissions risk weighted to human health, measured in annual tons per million of U.S. dollar production. The variable was estimated using the linear acute human toxic intensity of the IPPS. (Risk weighted tons per million dollars of production)	Author's construction based on the IPPS procedure of Hettige, Martin, Singh and Wheeler (1994).
<b>ESI:</b> Export Specialization Index	Quotient of exports of each state divided by the manufacturing GDP of each state, over national exports divided by national manufacturing GDP.	Author's construction with information from Secretaría de Economía for export data and bank of economic information (BIE) in Mexico's Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) for GDP data.
<b>TI:</b> Trade Openness Index	Sum of exports and imports of each state divided by the corresponding state's total GDP.	Author's construction with information from Secretaría de Economía for export and import data and bank of economic information (BIE) in Mexico's Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) for GDP data.
<b>EI:</b> Export Index	Exports divided by total GDP for each state.	Author's construction with information from Secretaría de Economía for export data and bank of economic information (BIE) in Mexico's Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) for GDP data.
<b>INC:</b> GDP <i>per Capita</i> in U.S. dollars 1993=100	GDP in millions of U.S. dollars divided by the population.	Author's construction with information from the bank of economic information (BIE) in Mexico's Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) for GDP data.

dictates that the correct assignment is to record values of production depending on where they are produced and not where the headquarters are. This is understood from part 5 section C paragraph 5.29 in the "Sistemas de Cuentas Nacionales de México" 1993.

Table 4  
**Descriptive Statistics**

Variable	Mean	Standard Deviation	Minimum	Maximum
PV	99.43277	169.3941	0.8404	903.6086
ESI	72.7492	106.3485	1.037619	502.3435
TI	0.220576	0.296659	0.005484	1.173067
EI	0.114351	0.167799	0.001611	0.701711
INC	0.00443	0.002101	0.001904	0.012268

Note: 64 panel type observations. Quantities are in millions of U.S. dollars.

#### 4. Findings

Two models are proposed. The first one, equation (3), assumes that the coefficients of the slope and of the intercept are the same between states. The first model is written below, where  $i$  represents each state and  $t$  is time.

$$\text{Log } PV_{it} = \alpha + \beta_1 TO_{it} + \beta_2 INC_{it} + \beta_3 INC_{it}^2 + a_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$i = 1, 2, \dots, 32$ ;  $t = 1, 2$ , where  $t = 1$  corresponds to the year 1993 and  $t = 2$  is for the year 2000.

For the degree of trade openness (TO), three indicators (ESI, EI and TI) are proposed.  $INC_{it}$  is the state's *per capita* GDP at time  $t$ . The term  $a_i + \varepsilon_{it}$  is the combined error. The variable  $a_i$  captures all the non-observable factors and constants throughout the time that affect  $\text{Log } PV_{it}$ . Given that  $i$  denotes differences between states,  $a_i$  indicates a non-observable state effect. The term  $\varepsilon_{it}$  represents the idiosyncratic error, because it changes through time as well as between states. This model was estimated using ordinary least squares (OLS).

The second model, equation (4), assumes the parameters of the slope are the same between states, but that the coefficients of the intercept are different for each state. Therefore, this model can be written as:

$$\text{Log } PV_{it} = \alpha_i + \beta_1 TO_{it} + \beta_2 INC_{it} + \beta_3 INC_{it}^2 + a_i + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

Considering one intercept for each state allows us to take into account the effects of the specific omitted variables of each state (Hsiao, 2003). Given the state divergence in Mexico, the second model is expected to be a better specification to explain the dependent variable. One of the benefits of using panel data information is to control for individual heterogeneity (Baltagi,

2001).

Given the structure of the available information and the possible different intercepts in the models, there are three methods of estimation: Fixed Effects (FE), Random Effects (RE) and Ordinary Least Squares (OLS). Since three measures for trade openness (ESI, EI and TI) are included and three methods of estimation (OLS, FE and RE), nine models are estimated. Table 5 shows the results of the estimations. One interesting result concerning the relation between pollution and level of trade openness is that there is a positive relation in all of the nine models, regardless of what trade openness variable or estimation method was used. However, with OLS estimation, the expected sign for the coefficients of the income and income squared variables were not obtained.

A Chow test was performed to evaluate if the method of fixed effects is more appropriate in explaining the variations in pollution, where the non-restricted model is FE and the restricted model is OLS. Given the three variables for the level of trade openness, this test was done for each of these cases. The F-statistic resulted highly significant, so the null hypothesis of a common intercept in the model was rejected. This result was confirmed by the relatively low levels of the adjusted  $R^2$  coefficients in the OLS estimations, which can be seen in Table 5.

There is still disagreement about which estimation method (FE or RE) is more appropriate. Therefore, a Hausman test was conducted where the results were significant (with p-values of 0.0018, 0.0036 and 0.0096, respectively). The null hypothesis establishes that the appropriate method to use is RE, was rejected. However, the results from this test should be handled with caution (Wooldridge, 2002). As the null hypothesis is rejected, this does not mean that the alternative hypothesis is automatically accepted (Hsiao and Sun, 2000). Because of the weaknesses of the Hausman test, and using economic reasoning as the main decision criterion, it was decided to use RE method and TI as the variable describing the level of trade openness.

Table 5  
**Results of the three estimation methods and those of the three alternative indicators for trade openness**

(Dependent Variable: Log PV)	OLS	FE	RE	OLS	FE	RE	OLS	FE	RE
C	4.47079*** (0.9957)	0.0524 (0.3803)	0.3478 (0.4591)	4.71609*** (0.9536)	0.315 (0.4015)	0.8168* (0.4662)	4.5244*** (0.9778)	0.3487 (0.3659)	0.6994 (0.4493)
ESI	0.01068*** (0.0021)	0.0004 (0.0007)	0.0003 (0.0007)						
TI				3.0916*** (0.7327)	0.395 (0.4475)	0.9197** (0.4059)			
EI							4.7813*** (1.3157)	0.9197 (0.6086)	1.4198** (0.5662)
INC	-699.6364** (388.9226)	956.9263*** (125.1494)	865.9414*** (120.2311)	-824.1861*** (373.1792)	870.3509*** (145.782)	690.8943*** (137.0724)	-711.3344* (380.0237)	874.2594*** (126.3746)	761.4484*** (121.3492)
INC <sup>2</sup>	64687.39** (31278.22)	-37779.12*** (8988.478)	-33125.25*** (8775.534)	59579.14*** (29767.11)	-35171.00*** (9179.57)	-27768.38*** (8927.911)	62353.96** (30453.07)	-38055.05*** (8666.613)	-34218.93*** (8491.685)
R <sup>2</sup> adj.	0.166	0.9941	0.6253	0.2424	0.9942	0.6422	0.1948	0.9945	0.6663
F-Statistic	5.1801	312.1041	36.04666	7.7181	317.2506	38.6918	6.0802	333.3258	42.3646
P-value	0.003	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0011	0.0000	0.0000
DW	0.1777	3.8788	1.6034	0.6848	3.8788	1.704	0.695	3.8788	1.711

Notes: \*\*\*, \*\*, \* Statistically significant at 1%, 5%, 10% level, respectively. Standard errors are reported in parentheses.

Log PV: Natural Logarithm of Pollution Volume Index.

C: Constant.

ESI: Export Specialization Index.

TI: Trade Openness Index ((Exports+ Imports)/GDP).

EI: Export Index (Exports/GDP).

INC: GDP per Capita in US Dollars 1995=100.

All the estimated coefficients are statistically significant. The variable TI is economically significant. For example, the corresponding value of the elasticity (evaluated at the corresponding mean value) is 0.2029, that is, maintaining everything else constant, an increase of 10% in the trade openness index, the pollution volume index increases in 2.03%. The expected signs for the estimated income and income squared parameters were obtained. *Ceteris paribus*, the effect of the income *per capita* on the natural logarithm of the pollution volume is positive and declining. The inverted-U shape relation between these two variables indicates that the dependent variable reaches a maximum at a *per capita* income of approximately US\$ 12,440 (1993 constant prices), which is above the maximum income *per capita* levels in each state. This indicates that even in the states with the largest levels of average income, the decreasing part of the EKC has not been reached.

Gallagher (2004) estimated the number of years that would take Mexico to reach different EKC turning points assuming that the Mexican economy grows twice the rate it did in *per capita* terms between 1985 and 1999. Gallagher did this calculations based on three turning points: US\$ 7,500, US\$ 10,000 and US\$ 15,000 (at prices of 1985). The present study estimates a turning point at US\$ 12,440 (at prices of 1993), which is between \$US 10,000 and US\$15,000, which Gallagher calculated Mexico to reach in the years 2057 and 2097 respectively. List and Gallet (1999, 410) claim that if estimated turning points occur at extremely high average levels of income, then environmental improvement with economic growth may not be achieved for some countries. This could be the case for Mexico.

### **Discussion and Conclusion**

There is still debate about the effects international trade has on pollution levels. Two representatives of existing polar views are: Bhagwati, who believes that trade liberalization will help improve environmental quality, and Daly, who believes that the environmental degradation is greater than the economic growth a country experiences as it opens its borders to international trade.

There are studies that examine the relationship between international trade and pollution levels in Mexico at a national level, but very few analyze this relation at a state level. Other studies, such as that of Mercado and Fernández (1998), analyze the state-level pollution, but do not relate emissions to international trade. Several models were constructed in the current study to have a better understanding of this relation, given the fact that the theory is still not well defined about the effects international trade

has on environmental degradation. In the current study, the pollution index adjusted to human health risks was examined as a form of environmental degradation.

Based on the period analyzed and the data obtained, it is concluded that international trade integration in Mexico had a positive relation with the manufacturing pollution levels between 1993 and 2000. Maintaining everything else constant, an increase of 10% in the trade openness index, increases the pollution volume index in 2.03%, this positive relation has also been found by Gallagher (2002). Although we found a positive coefficient for the openness variable, other authors like Frankel and Rose (2002) and Cole (2004) have found a negative relationship. Nevertheless we did not find any other calculation for this elasticity. Additionally, in the period analyzed, the increase in income had a positive effect on pollution, but this relation is expected to invert itself in the future. According to the results the point where EKC will start to decline is when the average level of income *per capita* reaches US\$ 12,440 (at constant prices of 1993). Reaching this point may take many decades. In addition, this study confirms an EKC for a single developing country.

This study contributes to the understanding of some of the effects NAFTA has had by analyzing environmental degradation in the manufacturing sector in Mexico as a result of international trade liberalization. But more research is needed to have a complete understanding of this relation. Some of the limitations of this study are that emissions in Mexico are assumed to be similar to those in the U.S. by using the IPPS to calculate the pollution volume index. Even though this may not be accurate, it is the best estimation that could be calculated given the lack of information on pollution levels in Mexico. Furthermore, it would have been interesting to construct the pollution variable at a greater disaggregation than the nine divisions of the manufacturing industry, but calculation using subdivisions also holds important precision risks, given the fact that there is not sufficient data in Mexico to present weights at such subdivisions. Therefore the elaboration of more precise estimations of emissions is a challenge for future investigations. In order to revise the robustness of the results found in this paper, it could be considered more disaggregated information either by division of activity or/and by analyzing different economic units, such as regions or provinces instead of states.

### References

- Baltagi, B. (2001). *Econometric Analysis of Panel Data*. Second Edition, John Wiley, England.

- Bhagwati, J. (1994). "En defensa del libre comercio." *Investigación y Ciencia*, No. 208, January, pp. 6-11.
- Braqdley, M. O. and Associates. "Normas, reglamentos, planeación y aplicación de las leyes nacionales, estatales y locales sobre calidad del aire y cambio climático en América del Norte". Comisión para la Cooperación Ambiental. 2004.
- Cole, M. (2004). "Trade, the pollution haven hypothesis and the environmental Kuznets curve: examining the linkages." *Ecological Economics*, Vol. 48, pp. 71-81.
- Daly, H. (1994), "Los peligros del libre comercio." *Investigación y Ciencia*, No. 208, January, pp. 12-17.
- Díaz-Bautista A. (2003). "Apertura Comercial y Convergencia Regional en México." *Revista Comercio Exterior*, Vol. 53, No. 11, pp. 995-1000.
- Eskeland, G. and A. Harrison (1997). "Moving to Greener Pastures? Multinationals and the Pollution Haven Hipotesis." *Journal of Development Economics*, Vol. 70, No. 1, January.
- Frankel, J. and D. Romer (1999). "Does trade cause growth?" *The American Economic Review*, Vol. 89 No. 3, pp. 379-399.
- Frankel, J. and A. Rose (2002). "Is trade good or bad for the environment? Sorting out the causality." *NBER Working Papers Series*, w9201, September, Cambridge, Massachussets, U.S.A.
- Gallagher, K. (2002). "Industrial Pollution in Mexico: Did the NAFTA Matter?" in C. Deere and D. Esty, *Greening the Americas: NAFTA's Lessons for Hemispheric Trade*. MIT Press, pp. 119- 141.
- \_\_\_\_\_ (2004). *Free Trade and the Environment: Mexico, NAFTA and Beyond* Stanford Law and Politics. University Press, California, U.S.A.
- \_\_\_\_\_ (2005). "Economic Integration and the Environment in Mexico." Paper No. 13, Berkeley, California, U.S.A.
- Grossman, G. and A. Krueger (1993). "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement." *The Mexico-US Free Trade Agreement*. P. Garber, MIT Press, Cambridge, Massachussets, U.S.A.
- Hettige, H., Martin, P., Singh, M. and D. Wheeler (1994). "The Industrial pollution projection system." World Bank, *Research Working Paper* 1431, Washington, D.C.
- Hsiao, Ch. (2003). *Analysis of Panel Data*. Press syndicate of the University of Cambridge, Cambridge, United Kingdom.

- \_\_\_\_\_ and B. Sun (2000). To Pool or Not to Pool Panel Data, in Panel Data Econometrics: Future Directions. J. Krishnakumar and E. Ronchetti (Editors). Elsevier Science B. V.
- Islas-Camargo, A. (2002). "Industriasucia: patrones de cambio y crecimiento en los países en desarrollo." *Comercio Exterior*, Vol. 52, No. 2, Instituto Tecnológico Autónomo de México, Febrero, Mexico.
- Kahn, M. (2001). "United States Pollution Intensive Trade Trends From 1972 to 1992." Tufts University, Medford, Massachusetts, U.S.A.
- List, J. and C. Gallet (1999). "The environmental Kuznets curve: does one size fit all?" *Ecological Economics*, No. 31, May, pp. 409-423
- Lucas, R. Wheeler, D. and H. Hettige (1992). "Economic development, environmental regulation and the international migration of toxic industrial pollution: 1960-88", in Low, P. (Editor). International trade and the environment, *World Bank Discussion Papers*, No. 159, pp. 67-86.
- Mercado, A. and O. Fernández (1998). "La contaminación y las pequeñas industrias en México", *Comercio Exterior*. Vol. 48, No. 12, December, pp. 960-965.
- \_\_\_\_\_ (2005). In Sustentabilidad ambiental en la industria: conceptos, tendencias internacionales y experiencias mexicanas. Alfonso Mercado García and Ismael Aguilar Barajas (Editors). First edition. México. D.F.: Tecnológico de Monterrey, 2005. Chapter 7, pp. 173-187
- Murandian, R. and J. Martínez-Alier (2000). "Trade and the Environment: from a "Southern" Perspective." *Ecological Economics*, No. 36, July, pp. 281-297.
- Ortiz, G. (2003), "América Latina y el consenso de Washington, la fatiga de la reforma." *Finanzas & Desarrollo*. Vol. 40, No. 3, pp. 14-17.
- Panayotou, T. (2000). "Economic Growth and the Environment." *CID Working Paper* No. 56, July.
- Radetski, M. (1994). "Economic growth and environment." in Low, P. International trade and the environment. *World Bank Discussion Papers*, No. 159, pp. 121-134.
- Rodríguez, F. and D. Rodrik (1999). "Trade policy and economic growth: a skeptic's guide to the cross-national evidence." *NBER Working Papers Series*, w7081.
- Salazar, J. and A. Varela (2004). "Externalidades de las exportaciones en la producción manufacturera en México." *Comercio Exterior*, Vol. 8, No. 54, pp. 681-689.

- Selden, T., A. Forrest, and J. Lockhart (1999). "Analyzing the Reductions in U.S. Air Pollution Emissions: 1970 to 1990." *Land Economics* Vol. 75 (1) pp.1-2
- Steininger, K. (1994). "Reconciling trade and environment: towards a comparative advantage for long term policy goals." *Ecological Economics* Vol. 9 (1) January, pp. 23-42.
- Taylor, M. S. (2003). "Trade, Development and the Environment." *Associate at the National Bureau of Economic Research, Cambridge, Massachusetts*, U.S.A.
- Ten Kate, A. (1993). "Industrial Development and the Environment in Mexico." Washington D.C., World Bank.
- Waldkirch, A. M. and Gopinath (2004). "Pollution Haven or Hythe? New Evidence from Mexico." June, Oregon State University. Oregon, U.S.A
- Wong, Kar-yiu (1997), *International trade in goods and factor mobility*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, U.S.A.
- Wooldridge, J. (2002). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. The MIT Press: Cambridge, Massachusetts, U.S.A.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (2006). BIE, consulted December 6, 2006. [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)



*Ensayos Revista de Economía* de la Universidad Autónoma de Nuevo León,  
volumen veintinueve, número dos, se terminó de imprimir el primero de  
noviembre del año dos mil diez en los talleres de Serna Impresos, S.A. de C.V.,  
Vallarta 345 Sur, Monterrey, Nuevo León, México, C.P. 64000.  
El tiraje consta de 30 ejemplares.



**Ensayos Revista de Economía** es una revista arbitrada que publica artículos de investigación inéditos de alto rigor académico en los campos de la economía aplicada y teórica, la estadística y las ciencias sociales afines. Se publican trabajos en español e inglés dos veces al año, enero y julio. Está indexada en EconLit (*American Economic Association*), SciELO México, Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología (CRMcyT) del Consejo Nacional de Ciencia, Humanidades y Tecnología (CONAHCYT), CLASE, Latindex, SciELO y puede consultarse en la base de datos Fuente Académica Premier™ de EBSCO y en *RePEc (Research Papers in Economics)*.

#### **Instrucciones para autores:**

- Los trabajos deben corresponder a investigaciones concluidas que planteen claramente una hipótesis.
- Se dará preferencia a los trabajos que empleen un modelo teórico matemático como soporte o una metodología estadística/econométrica que someta a prueba la hipótesis.
- Los artículos deben enviarse acompañado de una carta firmada por el autor o los autores declarando que posee(n) los derechos de autor, que el trabajo es inédito y original, y que no está sometido, ni en proceso, para su publicación total o parcial en otra revista especializada o libro.
- El autor o los autores debe(n) enviar una copia de su currículum vitae.
- Los artículos pueden redactarse en inglés o español; sin embargo, el título, el resumen y las palabras clave deben presentarse en ambos idiomas.
- El resumen no excede las 150 palabras e incluye los códigos de clasificación JEL después del resumen.
- El título del trabajo debe ser claro y breve (máximo 10 palabras).
- Los manuscritos deben enviarse en formato compatible con Microsoft Word, con una extensión máxima de 45 cuartillas, interlineado de 1.5, y fuente Times New Roman tamaño 12.
- Las gráficas y cuadros deben enviarse en formato Excel. No se deben incluir gráficas o cuadros en formato de imagen.
- La sección de referencias incluye únicamente los trabajos citados en el texto, ordenados alfabéticamente y siguiendo el formato establecido para citar artículos, libros, capítulos de libros, informes técnicos, tesis, entre otras fuentes de información. Las instrucciones de citación están disponibles en la página de la revista.
- Los artículos deben enviarse de forma electrónica a través de la página de la revista: <http://ensayos.uanl.mx>. Para ello, el autor debe registrarse en la página como usuario y seguir los cinco pasos para nuevos envíos.

**Ensayos Revista de Economía** is a peer-reviewed journal that publishes original research articles of high academic rigor in the fields of applied and theoretical economics, statistics, and related social sciences. The journal publishes works in both Spanish and English twice a year, in January and July. It is indexed in EconLit (*American Economic Association*), SciELO Mexico, *Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología* (CRMcyT) of the *National Council of Science, Humanities, and Technology* (CONAHCYT), CLASE, Latindex, SciELO, and can also be accessed through the *Fuente Académica Premier™* database by EBSCO and *RePEc (Research Papers in Economics)*.

#### **Author guidelines:**

- The papers must correspond to completed research that clearly states a hypothesis.
- Preference will be given to papers that employ a supporting mathematical theoretical model or a statistical/econometric methodology that tests the hypothesis.
- Articles must be accompanied by a signed letter from the author(s) declaring ownership of the copyright, originality of the work, and that is not under review or in process for full or partial publication in another specialized journal or book.
- The author(s) must send a copy of their curriculum vitae.
- Articles may be written in English or Spanish; however, the title, abstract, and keywords must be presented in both languages.
- The abstract must not exceed 150 words, and should include JEL classification codes after the abstract.
- The article title should be clear and concise (maximum of 10 words).
- Manuscripts must be submitted in a Microsoft Word compatible format, with a maximum length of 45 pages, 1.5 line spacing, and Times New Roman font, size 12.
- Graphs and tables must be submitted in Excel format. Graphs or tables in image format are not accepted.
- The reference section should include only works cited in the text, listed alphabetically and following the citation format for articles, books, book chapters, technical reports, theses, and other sources. Citation guidelines are available on the journal's website.
- Articles must be submitted electronically through the journal's website: <https://ensayos.uanl.mx>. Authors must register as users and follow the five steps for new articles.

**E**NSAYOS  
*Revista de Economía*