

Alain Ize - Gabriel Vera

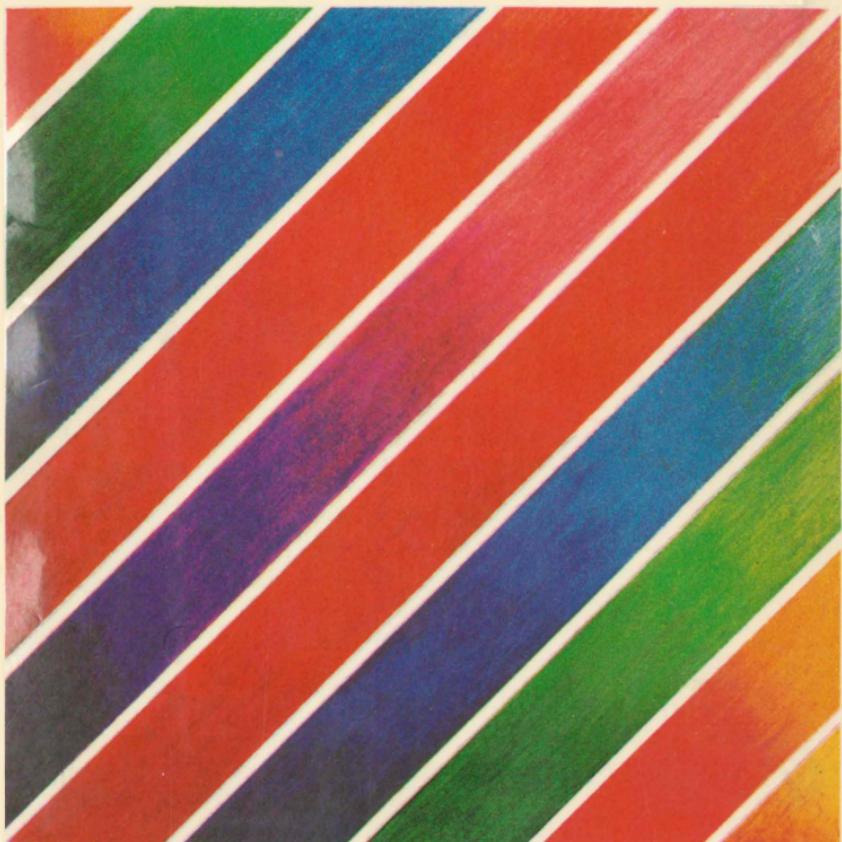
*compiladores*

# La inflación en México

---

*ensayos*

---



El Colegio de México



**La inflación en México**  
**ensayos**

**CENTRO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS**

Alain Ize y Gabriel Vera

compiladores

**La inflación en México**  
ensayos



EL COLEGIO DE MÉXICO

Primera edición 1984, El Colegio de México  
DR. © El Colegio de México  
Camino al Ajusco 20  
01000 México, D.F.  
ISBN 968-12-0263-5

## Índice

<b>Lista de autores</b>	<b>7</b>
<b>Prólogo</b>	
<i>Leopoldo Solís</i>	<b>9</b>
<b>Introducción</b>	
<i>Alain Ize y Gabriel Vera</i>	<b>11</b>
<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PROCESO INFLACIONARIO</b>	
<b>La causalidad de Granger como herramienta de investigación empírica</b>	
<i>Gabriel Vera</i>	<b>25</b>
<b>¿Es la inflación siempre y en todos lados un fenómeno monetario?</b>	
<i>Inder J.R. Ruprah</i>	<b>41</b>
<b>Fuentes del proceso inflacionario en México: análisis de causalidad</b>	
<i>José Dávila, Alain Ize y José Morales</i>	<b>57</b>
<b>Dinero, precios y producto: un análisis de autorregresión vectorial para México</b>	
<i>Javier Salas y Alain Ize</i>	<b>71</b>

Medición de los efectos inflacionarios causados por algunas decisiones gubernamentales: teoría y aplicaciones del análisis de intervención

*Víctor Manuel Guerrero*

87

MODELOS ALTERNATIVOS DEL PROCESO INFLACIONARIO

El proceso inflacionario en México 1970-82

*Jaime Ros*

131

Análisis de la inflación en México

*Jesús Marcos Yacamán*

147

Un modelo monetario de inflación y balanza de pagos para México (1953-79)

*Mario I. Blejer*

159

El comportamiento macroeconómico de la economía mexicana entre 1961 y 1981: especificaciones alternativas y pruebas de hipótesis

*Alain Ize y Javier Salas*

171

INFLACIÓN Y PRECIOS RELATIVOS

Efectos de la variabilidad de los precios relativos y de la inflación sobre el producto, en una economía abierta

*Mario I. Blejer y Leonardo Leiderman*

233

Un modelo de simulación de precios para la economía mexicana

*Santiago Levy*

249

## **Lista de autores\***

Mario I. Blejer.	Fondo Monetario Internacional, Centro de Estudios de Desarrollo Latinoamericano, Universidad de Boston y Universidad de Nueva York.
José Dávila.	Banco de México.
Víctor Manuel Guerrero.	Banco de México.
Alain Ize.	El Colegio de México.
Leonardo Leiderman.	Universidad de Tel Aviv y Centro de Estudios de Desarrollo Latino- americano, Universidad de Boston.
Santiago Levy.	Instituto Tecnológico Autónomo de México.
Jesús Marcos Yacamán.	Banco de México.
José Morales.	Banco de México.
Jaime Ros.	Centro de Investigación y Docen- cia Económicas.
Inder J.R. Ruprah.	Centro de Investigación y Docen- cia Económicas.
Javier Salas.	Banco de México.
Gabriel Vera.	Banco de México.

\* Las ideas contenidas en los ensayos presentados, son responsabilidad exclusiva de sus autores y no reflejan la posición de las instituciones en que laboran.



## Prólogo

En mayo de 1981, organicé a través del Colegio Nacional una serie de conferencias con el tema "La inflación en México", con la participación de distinguidos economistas mexicanos y de otros países. El ciclo culminó con una mesa redonda en la que intervinieron Alain Ize, Ernesto Zedillo y Alfredo Genel, en donde comenté que la conclusión más importante era que no se sabía con certeza cuáles eran las causas de la inflación.

Es estimulante que ese comentario no haya sido estéril y que los autores de los ensayos conjuntados en esta edición hayan continuado la investigación sobre la causalidad del reciente fenómeno inflacionario en México. Ellos nos ofrecen evidencia —aunque preliminar— muy valiosa para descifrar los mecanismos mediante los cuales se origina tan grave y complejo mal económico, que rápidamente se convierte en problema social y de otras índoles, al grado de ser considerado como el principal objetivo a enfrentar por la actual administración pública.

Espero que el esfuerzo presente en todos estos análisis persista, y pronto los resultados alcanzados permitan concretar medidas de política económica idóneas para el control eficaz y estable de la inflación, y, mejor aún, que nos faculten para prevenirla.

Leopoldo Solís  
Noviembre, 1983



## Introducción

Después de dos décadas de crecimiento económico sostenido e inflación moderada, México ha experimentado, desde el comienzo de la década de los setentas, un paulatino deterioro en la dinámica del desarrollo, caracterizado por fuertes oscilaciones en las tasas de crecimiento real del Producto Interno Bruto (PIB) y una marcada tendencia al alza en el ritmo de la inflación. En particular, los esfuerzos para controlar el proceso inflacionario han adquirido cada vez más importancia dentro del conjunto de objetivos de la política gubernamental, hasta ubicarse en la actualidad en el primer plano de las preocupaciones nacionales.

Paralelamente al proceso en sí, han empezado a multiplicarse los estudios que intentan explicar sus causas y dinámica. Sin embargo, la complejidad misma del fenómeno inflacionario y la falta de unidad de las teorías económicas han conducido hacia conclusiones bastante diversas y a menudo inconsistentes. Para lograr una comprensión más concreta es necesario cerrar las brechas existentes entre las diversas interpretaciones ofrecidas. Sólo así será posible orientar en forma concomitante la política económica gubernamental y las posibles respuestas del público.

Esta colección de ensayos intenta contribuir al logro de dicho objetivo, mediante la presentación de un panorama amplio de enfoques, metodologías y conclusiones acerca del proceso inflacionario mexicano: sus causas, efectos y dinámica. Los trabajos aquí reunidos, más allá de su variedad, se distinguen también —en lo académico— por el hecho de ser en su mayoría contribuciones de carácter relativamente técnico. El objetivo principal de esta obra es el de habilitar al lector en la formación de sus propias conclusiones, a partir de la lectura de cada uno de los ensayos y del examen cuidadoso de las metodologías y marcos generales de análisis. El material se ha estructurado alrededor de los siguientes cuatro grandes temas:

## Dinero, demanda y elementos estructurales

Cuando la tasa de cambio se ajusta pasivamente para compensar diferenciales de inflación entre las tasas interna y externa, la inflación es el resultado de factores esencialmente internos.<sup>1</sup> En particular, en el largo plazo, y en ausencia de choques de oferta o demanda, la inflación es un fenómeno monetario, derivado del déficit presupuestal del sector público. En este sentido, las interpretaciones "monetaristas" del proceso inflacionario reflejan una verdad difícilmente controvertible. Sin embargo, en el corto plazo, la economía puede estar fuera de equilibrio y la relación dinero-precios puede alterarse temporalmente, ya sea porque se modifica la velocidad de circulación del dinero o porque se invierte el sentido de la relación causal entre estas dos variables.

Esto último ocurre cuando choques de oferta combinados con rigideces en los salarios reales y márgenes de ganancia, o cambios exógenos en estas últimas variables, producen discrepancias *ex ante* entre la suma de las peticiones ejercidas por todos los agentes económicos y la productividad existente, lo que, en ausencia de ajustes vía empleo o vía balanza de pagos, conduce a una espiral inflacionaria que reduce, *ex post*, la suma de las peticiones hasta un nivel de equilibrio. El alza en los precios así producida, tiende a ser "financiada" por un aumento en la oferta de circulante, generado por el gobierno para evitar una caída en el producto y una disminución en su propio gasto. El dinero sigue entonces a los precios y ya no a la inversa.

Esta interpretación "estructuralista" de la inflación se encuentra explícitamente en los ensayos de J. Ros, I. Ruprah, A. Ize y J. Salas. Es también explorada en otros trabajos. Un primer nivel de análisis es el de las pruebas bivariadas de causalidad que se encuentran en I. Ruprah; J. Dávila, A. Ize y J. Morales; y en J. Salas y A. Ize. Mientras I. Ruprah reporta que no ha detectado la existencia de una relación causal de dinero hacia precios, J. Dávila, A. Ize y J. Morales, encuentran que esa relación existe, aún sin ser muy fuerte, para ciertas definiciones de dinero. A. Ize y J. Salas, por su parte, señalan una relación causal bastante clara de la base monetaria hacia los precios. Sin embargo, en el sentido inverso, estos últimos autores detectan también una relación bastante significativa de precios hacia dinero. Asimismo, I. Ruprah, y J. Dávila, A. Ize y J. Morales, indican que esta relación puede existir, sin poder probarlo de manera formal. Finalmente, J. Salas y A. Ize, utilizando un análisis multivariado de autorregresión vectorial que examina en forma conjunta las relaciones causales que existen entre precios externos, dinero, producto y precios internos, encuentran que existe una relación de

<sup>1</sup> Nótese, sin embargo, que factores externos pueden, aún en este caso, ser importantes si la economía es abierta por el lado del mercado de capitales. La separación que se hace aquí, es para fines de claridad en la exposición.

retroalimentación entre dinero y precios, con un rezago de dos años en el sentido dinero-precios y de un año en el sentido inverso.

Estas pruebas parecen señalar, por lo tanto, que la hipótesis monetarista radical no se aplica en forma contundente al corto plazo, porque otras variables pueden estar afectando a los precios independientemente del dinero, o porque el dinero no es exógeno con respecto a los precios, sino que tiende a ajustarse a cambios previos en ellos.

Una de las variables que podría influir en los precios, independientemente del dinero, es el salario. J. Dávila, A. Ize y J. Morales, en su análisis bivariado de causalidad para el período 1966-80 reportan una relación de retroalimentación entre ambas variables, mucho más fuerte en el sentido de salarios hacia precios que en el sentido inverso. La relativa "exogeneidad" de los salarios es apoyada por el análisis econométrico de A. Ize y J. Salas, ya que la sustitución de la variable de salarios, por una condición de equilibrio en el mercado de trabajo, reduce drásticamente la calidad del ajuste obtenido.

Otra variable que pudiera actuar sobre los precios es la tasa de interés. J. Ros sugiere que alzas en esta última variable fueron responsables en gran parte de la inflación observada en el período de 1979-81, porque al ser más elevado el costo del capital de trabajo, forzó a las empresas a incrementar sus precios, dando así origen a una espiral salarios-tasas de interés-precios. J. Dávila, A. Ize y J. Morales, en su análisis de causalidad, no encuentran en ningún sentido una relación clara entre tasas de interés y precios. Pero A. Ize y J. Salas, elaboran y prueban empíricamente un modelo de formación de precios que es consistente con una hipótesis de aumentos en el costo de capital de trabajo y encuentran que una parte importante de la inflación observada en 1979 y en 1981, se debió efectivamente a alzas en las tasas de interés. Argumentan, sin embargo, que estas alzas fueron impuestas en gran medida por la sobrevaluación del peso, que forzó a los bancos del país a pagar una prima de riesgo elevada sobre depósitos en pesos. Habría que remontarse entonces hasta el origen de la sobrevaluación para encontrar la causa inicial del proceso inflacionario. Aún así, ya sea por cuenta propia o como eslabón en un proceso más amplio, las tasas de interés parecen haber jugado un papel importante en la evolución de la inflación de los últimos años.

Se estudian otras tres variables adicionales que pudieron haber sido importantes por el lado de la oferta: los impuestos, los precios controlados y la oferta agrícola. El impacto de la introducción del impuesto al valor agregado (IVA) es examinado en particular por V. M. Guerrero, dentro del marco de un análisis de intervención; encuentra que la implantación de dicho impuesto se tradujo en un incremento único de tres y medio puntos en el índice de precios al mayoreo, pero que no dio origen a una espiral inflacionaria persistente, lo que hubiese podido es-

perarse en un esquema estructuralista con rigideces en salarios reales y márgenes de ganancia. A. Ize y J. Salas, en su modelo de formación de precios, llegan a una conclusión similar, tanto en la magnitud del impacto como en su duración. Juntando esta observación con la relativa a la "exogeneidad" de los salarios, se tendería entonces a concluir que los salarios se determinan esencialmente fuera del mercado, pero sin seguir una mecánica sistemática de ajuste.)

Curiosamente, también, V.M. Guerrero encuentra que el incremento en el precio de la gasolina —en diciembre de 1981— no indujo cambio alguno en los índices de precios, ya sea al mayoreo o al consumidor. Este resultado se contrapone con el que registra S. Levy en base a una simulación de costos fundamentada en la matriz insumo-producto, y concluye que si se suponen márgenes constantes de ganancia y en ausencia de reacciones inducidas en otros costos, debería haberse generado una inflación adicional de cuatro a cinco puntos porcentuales. La falta de concordancia con la realidad empírica tiende, de nuevo, a confirmar que las tesis estructuralistas extremas, de rigideces en los parámetros de la distribución funcional del ingreso, deben de ser interpretadas con cierta cautela para el caso de México.)

Asimismo, la oferta agrícola —otra variable central en el análisis estructuralista— mencionada por J. Ros como una de las causantes principales de la inflación de 1973-74, no recibe tampoco una confirmación empírica contundente en los trabajos aquí reunidos. Según J. Dávila, A. Ize y J. Morales, las pruebas bivariadas entre precios agrícolas e índice de precios al mayoreo, señalan, para el período 1950-65, una relación unidireccional de precios agrícolas hacia precios al mayoreo, pero con signos esencialmente negativos, lo que podría indicar que el fuerte crecimiento agrícola de los años cincuenta sirvió para frenar la inflación. Para el período 1966-80 —durante el estancamiento agrícola del país— se detecta una fuerte causalidad de precios al mayoreo hacia precios agrícolas, pero no se observa causalidad alguna en el sentido opuesto. A. Ize y J. Salas, en su estimación econométrica llegan a una conclusión similar, ya que el índice de producción agrícola no es significativo en la ecuación de precios. Esta falta de significación de la crisis agrícola en la inflación de la última década, más allá de los problemas de estimación y medición —que también pudieran ser importantes— quizá refleje la importancia creciente de las importaciones de granos como válvula de ajuste de la oferta total, lo que podría constituir un ejemplo de la apertura progresiva de la economía mexicana, tema que surge nuevamente más adelante.)

Choques de demanda pueden también desviar la economía de su equilibrio y alterar, en esa forma, la relación dinero-precios. J. Marcos y M.I. Blejer, utilizan como variable de exceso de demanda una variable monetaria, medida como la diferencia entre la oferta y la demanda por

dinero. Esta variable resulta altamente significativa en ambos casos, con elasticidades del orden de tres en el caso de M. Blejer y seis en el de J. Marcos, diferencia sustancial entre ambos trabajos, debida probablemente, a que M. Blejer utiliza un marco en el cual la cantidad de dinero es endógena y se ajusta rápidamente vía balanza de pagos, mientras que J. Marcos la considera exógena.

Por su parte, J. Dávila, A. Ize y J. Morales, utilizan una transformación no lineal de una variable de uso de capacidad instalada, para tomar en cuenta posibles efectos de tipo keynesiano, que relacionen la magnitud del impacto de demanda sobre precios con la distancia que separa a la economía de su frontera productiva. Su análisis bivariado de causalidad arroja una relación muy fuerte en el período 1950-65 y más débil en el período 1966-80, lo que podría deberse nuevamente a que la economía se abría sustancialmente en el segundo período, dejando así escapar hacia el exterior una buena parte de las presiones excesivas ejercidas sobre la oferta interna. J. Salas y A. Ize, en su análisis de autorregresión vectorial, encuentran también un impacto bastante claro del producto sobre los precios en el período 1971-81, con un rezago del orden de un año para el efecto máximo. Finalmente, estos mismos autores en el marco de su modelo econométrico, muestran que el producto tiene un impacto significativo sobre los precios, pero débil en cuanto a su magnitud, ya que reportan una elasticidad del orden de uno. Como lo indican, este efecto, aunque pequeño, junto con el hecho de que los saldos monetarios reales son significativos en la ecuación de producto, es crucial para que su modelo sea consistente. En efecto, en una situación de equilibrio y en ausencia de perturbaciones, la inflación se vuelve un fenómeno monetario.

### Factores externos

Cuando la tasa de cambio no se mueve para cancelar en forma sistemática las variaciones en los precios externos, es lógico pensar que los precios internos tengan que ser afectados en alguna medida por los externos. Más aún, si la tasa de cambio es fija, la inflación interna puede diferir de la externa en el corto plazo si se producen desequilibrios de índole monetario o estructural, pero tiene necesariamente que converger hacia ella en el largo plazo, puesto que la balanza de pagos se encontraría de otra forma sobre una trayectoria de desequilibrio creciente. Los trabajos aquí reunidos concuerdan casi todos en enfatizar la importancia del componente externo en el proceso inflacionario de México, aunque difieran a menudo sobre las magnitudes del impacto y sus canales de transmisión.

Un primer tipo de estudio que intenta medir la intensidad de la relación precios externos-precios internos, es el análisis bivariado de causalidad

dad de J. Dávila, A. Ize y J. Morales. Todas sus pruebas concuerdan en señalar una relación causal altamente significativa para el período 1966-80, pero mucho más débil para el período 1950-65. Esto refuerza la hipótesis de que la economía mexicana ha pasado a través de un proceso de "apertura real" progresiva hacia el exterior, ya sea porque aumenta el componente de insumos importados en la producción nacional o porque aumenta el tamaño relativo del sector de bienes que son comerciables o cuyos precios se comportan como tal. Una conclusión semejante es indicada por J. Marcos. Asimismo, la significancia de la relación causal entre precios externos y precios internos es confirmada en el análisis multivariado de autorregresión vectorial de J. Salas y A. Ize, tanto en las pruebas bivariadas que llevan a cabo como en sus simulaciones.

Si no hay desacuerdo en torno a la existencia e importancia general del fenómeno, las modalidades más específicas de la interrelación entre inflación externa e interna varían de autor a autor. M. Blejer propone un modelo monetarista en el cual el precio de los bienes comerciables se determina externamente, mientras que el de los no comerciables puede alejarse temporalmente del de los comerciables, en tanto persista un desequilibrio entre el componente interno de la oferta de dinero y su demanda. Encuentra que el 70% de la inflación en los Estados Unidos de Norteamérica, ajustada por cambios en la tasa de cambio del peso frente al dólar, es transmitida a México en el mismo año, mientras que el 30% restante lo es sobre un período adicional de tres años. Estas conclusiones presentan un panorama pesimista sobre la efectividad de las devaluaciones, ya que resulta imposible alterar permanentemente la relación de precios entre México y el extranjero.<sup>11</sup>

Estos resultados contrastan con los que señalan A. Ize y J. Salas en su análisis econométrico. Encuentran que, en ausencia de ajustes salariales inducidos, solamente el 27% de la inflación externa es transmitida en el primer año, mientras que un 18% más lo es en el segundo año. Suponiendo, sin embargo, salarios reales constantes, el impacto inicial sería de 60% contra 40% en el segundo año, cifras más cercanas a las de M. Blejer. Cambios en el salario real permiten, entonces, alterar la estructura de precios relativos y darle efectividad a una devaluación. La diferencia esencial entre ambos modelos es precisamente el supuesto de "exogeneidad-endogeneidad" que se aplique a los salarios, tema clave anteriormente reseñado.

J. Marcos, por su parte, informa de una elasticidad del orden de 0.26 para los precios externos en su ecuación de precios, cifra bastante más baja que la de M. Blejer o, incluso, la de A. Ize y J. Salas, si se suman las elasticidades de sus variables corrientes y rezagadas. Sin embargo, estas diferencias quizás podrían reducirse sustancialmente, si se estimara —conjuntamente con la ecuación de precios de J. Marcos— una

ecuación de oferta para el producto como una función del salario y la tasa de cambio reales, ya que la forma reducida así obtenida para los precios tendería a elevar, en buena medida, las elasticidades finales para precios externos y salarios.

A. Ize y J. Salas encuentran, sin embargo, que el impacto de los precios externos sobre los internos, rebasa ampliamente el que pudiera esperarse sobre la sola base de una transmisión vía costos de los insumos intermedios importados. En efecto, mientras estos autores —sobre la base de un cálculo bastante aproximado derivado de la relación existente entre importaciones y pagos al factor trabajo— concluyen que el impacto total de un alza externa no debería rebasar un 20 o 30%, S. Levy estima —a partir de una matriz insumo-producto mucho más elaborada— un impacto del orden de un 12%. [El impacto total del orden de 45 a 50% señalado por A. Ize y J. Salas, parece, por lo tanto, indicar que existe un sector importante de la economía mexicana cuyos precios son determinados externamente (el sector de comerciables), tal como se modelan en los ensayos de M. Blejer y de M. Blejer y L. Leiderman. Esto último significa, entonces, que una devaluación tiende a elevar la tasa de ganancia de un sector importante de la economía.]

Por su parte, V. M. Guerrero presenta un estudio alternativo de la relación precios internos-precios externos, a través del análisis de intervención, centrándose en forma más específica en el impacto de las devaluciones de 1976 y de 1982. Este tipo de herramientas permite aislar el fenómeno como un todo, tomando en cuenta los efectos secundarios inducidos sobre las demás variables subyacentes en el proceso inflacionario: dinero, salarios, tasas de interés, producto, etcétera. Encuentra, en particular, que la devaluación de 1976 tuvo sobre el índice de precios al mayoreo un impacto inmediato, fuerte, de seis puntos durante tres meses, y que este impacto se redujo después a un punto, pero sin decrecer más en el tiempo, lo que parece apuntar hacia una elevación permanente de la tasa de inflación hecha posible por un ajuste endógeno de todas las demás variables. Esto último apoya las tesis estructuralistas, según las cuales un choque de oferta tiende a crear un "círculo vicioso" de inflación. J. Salas y A. Ize, en su estudio de autorregresión vectorial llegan a una conclusión similar, ya que detectan una fuerte retroalimentación de precios internos hacia dinero y nuevamente hacia precios, y así sucesivamente, siendo la inflación inducida todavía de un punto para cada diez puntos de devaluación, después de cuatro años.

J. Ros enfatiza también aspectos estructurales en su interpretación de la transmisión de la inflación externa. Para el período 1973-74, sugiere que el alza internacional de los precios de las materias primas y de los alimentos, influyó mucho en el precio interno de este tipo de bienes y se generalizó a toda la economía, debido a rigideces en los márgenes de ganancia y a los aumentos salariales que se produjeron para proteger el

poder adquisitivo de la clase trabajadora. También alude a otro canal de transmisión similar, que relaciona la inflación externa con las alzas en las tasas externas de interés vía aumentos en las tasas internas. J. Dávila, A. Ize y J. Morales describen en su análisis bivariado de causalidad que en épocas recientes las tasas externas han tenido efectivamente un impacto bastante claro sobre las internas. Sin embargo, como se indicó anteriormente, las alzas en las tasas internas que se produjeron alrededor de 1980 pudieron deberse también, en gran medida, a la sobrevaluación del peso.

### Precios relativos

Los trabajos mencionados hasta ahora hacen énfasis en las causas del proceso inflacionario y en su dinámica. Este conjunto de ensayos incluye también dos trabajos (M. Blejer, y el de M. Blejer y L. Leiderman), que enfatizan más los efectos de la inflación en el contexto de un modelo con dos sectores: el de productos comerciables y el de no comerciables, examinando el impacto de la inflación y de la variabilidad de los precios relativos sobre el nivel de producción. Encuentran que, si bien, cambios en la tasa "esperada" de inflación no alteran el producto, la variabilidad en los precios relativos tiene un impacto claramente negativo. S. Levy, a su vez, analiza cómo la imposición de controles de precios, en un contexto inflacionario, reduce drásticamente los márgenes de ganancia de los sectores controlados. Una primera consecuencia de este fenómeno es que las empresas del Estado tienen que estar subsidiadas. Por otra parte, en el caso de los sectores no subsidiados por el Estado, una caída en los márgenes de ganancia tenderá necesariamente a convertirse, en algún momento, en una caída en la producción. Esto, a su vez, podría explicar la asociación negativa entre variabilidad de los precios relativos y producción, que es detectada por M. I. Blejer y L. Leiderman. Estos resultados parecen indicar, claramente, que la implantación de controles de precios para reducir la inflación o para atenuar su efecto sobre ciertos sectores, constituye una herramienta peligrosa por su impacto sobre la producción y sobre la misma tasa de inflación.

### Aspectos metodológicos

Al igual que en los enfoques teóricos, los aspectos metodológicos de los ensayos presentan gran variedad. En la concepción misma de los ensayos —que es el aspecto metodológico más general— se encuentran puntos de partida muy diversos. En primer lugar, se pueden agrupar los ensayos de I. Ruprah, y de A. Ize y J. Salas, que parten de preguntarse cuál es el cuerpo de la teoría económica que permite explicar con mayor precisión los orígenes de la inflación. En segundo lugar, y en contraste con el primer grupo mencionado, los de J. Ros, de M. Blejer y de M.

Blejer y L. Leiderman y aun el de S. Levy, no se preguntan el origen de la inflación, sino que implícitamente toman el enfoque de una escuela de pensamiento económico (básicamente el enfoque monetarista o el estructuralista), y hacen el análisis basándose en él. Finalmente se podría formar otro grupo con los ensayos de J. Dávila, A. Ize y J. Morales, y de V. M. Guerrero, que tratan de establecer la causalidad de la inflación o la medición del efecto de algunas decisiones que pudieran afectar la inflación, por medios empíricos, a través de modelos paramétricos y técnicas estadísticas.

En relación a las metodologías matemático-estadísticas utilizadas en los ensayos, también se aprecia una gran variedad de enfoques. J. Ros presenta un ensayo descriptivo basado en una conceptualización económica muy rica, mientras que M. Blejer y L. Leiderman, M. Blejer y A. Ize y J. Salas, para probar sus hipótesis económicas instrumentan una metodología econométrica bastante sofisticada.

En este mismo sentido, V.M. Guerrero utiliza un grupo de series de tiempo univariadas, considerando a los datos en sí mismos sin una referencia de teoría económica particular.

El enfoque de series de tiempo está representado en los ensayos de V.M. Guerrero y de J. Dávila, A. Ize y J. Morales, mostrando técnicas univariadas avanzadas —como en el trabajo del primero— o de series de tiempo bivariadas como en el ensayo de los segundos.

I. Ruprah maneja una mezcla de métodos: por un lado aplica filtros de diferencias a las variables que analiza —técnica típicamente utilizada por los creyentes de las metodologías de series de tiempo— y técnicas econométricas para la especificación y estimación de los modelos derivados en su ensayo.

S. Levy, parte de un modelo básicamente matemático con una conceptualización económica muy sólida, dentro de la tradición del equilibrio general.

Finalmente, el ensayo de G. Vera presenta un marco de referencia y una síntesis, permitiendo evaluar las metodologías que frecuentemente se utilizan para tratar de dilucidar empíricamente la controversia sobre la causalidad de la inflación. Por ello, este trabajo se ubicó antecediendo a los ensayos que utilizan técnicas econométricas o de series de tiempo, específicamente planteadas para el actual fenómeno inflacionario en México.

### Comentarios finales

La evidencia empírica reunida en esta colección de ensayos sobre el reciente proceso inflacionario en México, parece concordar en torno a una serie de proposiciones. Entre ellas, las que siguen:

- i) La relación entre dinero y precios no es tan sencilla y unilateral como la postularía la teoría monetarista más ortodoxa. Por una parte, queda evidenciado que otras variables, además del dinero, están afectando a los precios en forma exógena, y por otra, porque puede existir una retroalimentación considerable de dinero hacia precios.
- ii) Existe un impacto importante —aunque aparentemente decreciente— de la demanda sobre los precios, ya se mida ésta con variables monetarias o con reales. La magnitud de los rezagos involucrados puede, sin embargo, apuntar hacia un orden causal dinero-producto-precios.
- iii) Los precios externos —ajustados por la tasa de cambio— tienen un impacto fuerte y creciente sobre la inflación interna, que podría reflejar un proceso de apertura progresiva de la economía hacia el exterior y la existencia de un sector importante de productos comerciables.
- iv) Las depreciaciones cambiarias tienden a dar origen a espirales inflacionarias persistentes y a caídas en el producto interno real, debido a que los salarios reales son rígidos hacia la baja y porque el dinero suele ajustarse, al menos parcialmente, en relación a las alzas de precios previamente inducidas.
- v) Los salarios son precisamente una variable clave de ajuste. La evidencia sobre el comportamiento de dicha variable parece apuntar hacia un grado relativamente alto de "exogeneidad" con respecto a los precios, hecho que rechaza simultáneamente las hipótesis monetaristas y estructuralistas externas: los salarios no se ajustan para equilibrar sistemáticamente el mercado de trabajo, pero tampoco parecen hacerlo para proteger en forma automática reducciones en el poder adquisitivo.
- vi) Por esta última razón, el esquema estructuralista, aunque pareciera ser suficiente dado su énfasis en la importancia macroeconómica de los salarios, en la "endogeneidad" del dinero y en la formación no competitiva de los precios, no puede ser aplicado sin restricciones al caso de México.
- vii) Existen, finalmente, indicaciones en el sentido de que el control de precios es un expediente riesgoso, tanto porque afecta negativamente al producto como porque estimula en el largo plazo a la inflación.

Aunque las obras aquí reunidas parezcan converger sobre estos puntos, es importante sin embargo, señalar que estudios adicionales serían, en muchos casos, muy deseables, antes de postular en forma definitiva las conclusiones presentadas.

En particular, parecería muy conveniente que se tuvieran métodos

estadísticos y econométricos más robustos para las pruebas de causalidad tanto bivariadas como multivariadas, de tal forma que se pudiera tener más confianza en los resultados empíricos, considerando simultáneamente el conjunto de variables mencionadas en los ensayos. Sería también pertinente, extender los análisis econométricos considerando unidades de tiempo menores a la anual — por ejemplo con datos trimestrales — para tener una idea más fina de la estructura de rezagos y de la formación de expectativas.

En el análisis de las causas y de la dinámica de la inflación, hay también una lista importante de variables que no han sido introducidas en forma explícita o totalmente satisfactoria en estos trabajos. Entre éstas destacan las ganancias de las empresas y la productividad de los factores, ya que ambas variables podrían jugar un papel crucial en la relación entre oferta y demanda agregada que subyace al proceso inflacionario. En particular, la conclusión señalada por A. Ize y J. Salas en su trabajo econométrico sobre la tendencia ascendente de la inflación, merecería ser analizada y estudiada detenidamente, porque condiciona las perspectivas de crecimiento para la economía mexicana en el mediano plazo. Otras variables que también tendrían que ser incorporadas de manera más explícita son los aspectos fiscales y su participación en la formación de los precios, y por otra parte, las devaluaciones, diferenciando su impacto del causado por las alzas en los precios externos, ya que la estructura de rezagos y el efecto final podrían ser muy diferentes en cada caso.

Otra pregunta necesaria para alcanzar un entendimiento más amplio del proceso inflacionario, concierne a sus efectos tanto en la estructura de los precios relativos como en la estructura y nivel de la producción, y en la distribución de la riqueza y del ingreso. Este último punto, en particular, se constituye en una cuestión cardinal para ceñir, en toda su complejidad e importancia, la naturaleza del proceso de desarrollo experimentado por nuestro país en las últimas décadas.

Finalmente, queremos agradecer a Leopoldo Solís la aportación de la idea seminal que generó este libro de ensayos. También a los autores, cuyo entusiasmo por hacerlo una realidad siempre estuvo presente, desde la preparación de los textos hasta la ardua, pero indispensable, tarea de revisión final de pruebas de imprenta.

Alain Ize y Gabriel Vera  
México, D.F., noviembre 1983



# **Análisis estadístico del proceso inflacionario**



# La causalidad de Granger como herramienta de investigación empírica

Gabriel Vera

## I. Introducción

En la literatura económica y econométrica se discute cada vez más la importancia de la causalidad entre las variables involucradas. Tanto en la teoría como en la construcción de modelos económicos y econométricos, se especifica que una o algunas variables son endógenas y otras exógenas, lo que *a priori* impone restricciones en el modelo estructural y por lo tanto también en el reducido.

Ahora bien, en los últimos años se han puesto en duda —desde el punto de vista teórico— las relaciones de causalidad, llegando al momento oportuno de que apareciera una metodología estadística para verificar tanto la existencia como la dirección de la causalidad entre variables económicas.

C. W. Granger (1969) propuso una definición de causalidad que es posible probar empíricamente, y que se ha hecho operativa posteriormente a través de varios métodos, como por ejemplo en los trabajos de C. A. Sims (1972) y el de D. A. Pierce (1977).

La definición de "causalidad de Granger" afirma que si una variable exógena ( $X$ ) ayuda a pronosticar a una variable endógena ( $Y$ ), en el sentido de disminuir la varianza del pronóstico de ella, entonces se dice que la variable exógena "causa" en el sentido de Granger a la variable endógena.

Desafortunadamente esta definición de causalidad no corresponde a la definición filosófica ni a la que intuitivamente tienen los científicos, como se verá en la segunda sección; por este motivo es conveniente tener claras las diferencias entre estas dos definiciones.

Otro hecho que complica sustancialmente verificar la causalidad en el sentido de Granger, es que hay varias formas empíricas de hacer la prueba de su existencia y dirección, y algunos autores han encontrado resultados contradictorios<sup>1</sup> al aplicar los diferentes métodos a los mis-

<sup>1</sup> E. Feigl y D. K. Pearce (1974).

mos datos, por lo que se han suscitado muchas discusiones del porqué de dichas discrepancias.

Los objetivos de este trabajo son:

*i)* Aclarar las diferencias que hay entre el concepto de causalidad y la definición de Granger, y

*ii)* Presentar críticamente los dos métodos básicos que se han utilizado en trabajos empíricos, enfatizando los problemas metodológicos a los que se enfrentan las personas que tratan de utilizar la prueba de Granger.

## II. Concepto de causalidad

El primer problema que se presenta al revisar la literatura económica sobre "causalidad" se debe a sus diversos apelativos o calificativos; así, se dice que hay causalidad en el sentido de Granger o en el de Wiener-Granger, lo que implica que no necesariamente se está refiriendo a la causalidad tal como se entiende en la filosofía o en el lenguaje común y corriente, sino en otro sentido y, por lo tanto, es necesario aclarar el significado de la palabra "causalidad" en el sentido de Granger y sus diferencias con respecto a la de otros tipos.

Ni los economistas ni los economistas tienen una definición unívoca de lo que significa causalidad. E. Malinvaud (1970) en su excelente obra (de 10 libros de econometría consultados es el único que tiene alguna sección sobre causalidad: la 6 del capítulo 2) interrelaciona los conceptos de causalidad y modelos recursivos, habiendo definido claramente el significado de modelo recursivo, pero no el de causalidad, por lo que, aparentemente, no es necesario precisar su significado y por lo tanto pareciera que todos entienden lo mismo al hablar de causalidad.

T.J. Sargent (1976, p. 216) dice:

Es verdad que la definición de causalidad de Granger, en general, no coincide con la definición común de los economistas, que es: una relación que es invariante con respecto a intervenciones que toman la forma de cambios impuestos en el proceso que gobierna a las variables causales.

A esta afirmación la acompaña la siguiente nota:

Sims me sugirió que no es tan claro el uso de la palabra causalidad entre los economistas y menos que coincida con el de *invariante con respecto a una intervención* sino con la de *una relación en un sentido, con una variable estrictamente exógena en el lado de recho*. Ciertamente en la literatura de las matemáticas y en la de

ingeniería, el concepto de una relación causal coincide con esta última definición.<sup>2</sup>

Por otro lado, si comparamos cualquiera de estas definiciones de causalidad con una de las que se encuentran en la filosofía se ve, todavía más, una gran diferencia. Por ejemplo, en un libro elemental de filosofía<sup>3</sup> se encuentra la siguiente definición: "causa es un principio que realmente influye el devenir o el ser del efecto". Independientemente de que tampoco en la filosofía hay acuerdo general en el significado de lo que es una causa, en algunas escuelas de pensamiento se ha tratado de clasificar diferentes tipos de causas, lo que implica que es necesario distinguir diferentes tipos de ellas.

Vale la pena comentar que desde el punto filosófico se distinguen dos factores asociados a la causalidad, pero que no son la causa del efecto considerado. En primer lugar se distingue lo que es la *condición*, que es algo que se requiere para que la causa produzca su efecto. Por ejemplo, no es la Semana Santa la que causa que caiga la producción industrial, sino que con motivo de la Semana Santa (condición) se dan vacaciones a los empleados en una gran mayoría de empresas del sector industrial, que es lo que *causa* que no haya producción. Es importante esta distinción, ya que si se modifica la condición se modifica el efecto de la causa.

En segundo lugar también distinguen a la ocasión de la causa, que es una situación que favorece la actuación de la causa, pero no es la causa misma; así la estacionalidad observada en algunas series, se puede deber a ocasiones, como la del comienzo de un ciclo escolar que obliga a los padres a hacer gastos en uniformes, libros, papelería, etc., hechos que se reflejan en las series correspondientes a estos rubros. Lo importante de las ocasiones, es que si cambian de fecha, también cambiará el efecto de la causa.

Un problema común de estas definiciones, es que no sirven para "probar" empíricamente si hay causalidad entre dos variables.

A. Zellner (1979) prefiere tomar la definición de H. Feigh (p. 408):

El concepto de causalidad clarificado (purificado) se define en función de *predictibilidad en relación a una ley* (o más adecuadamente, de acuerdo a un conjunto de leyes).

La preferencia de Zellner radica en que en esta definición Feigh considera explícitamente la existencia de leyes, que en la economía se traducen en

<sup>2</sup> Citas tomadas de A. Zellner (1979).

<sup>3</sup> "Compendio de Filosofía". José M. de Torre. Editora de Revistas, S.A. de C.V. México, 1983.

teorías, y que por lo tanto es posible incorporar en las "pruebas" de causalidad, por lo que la decisión sobre la existencia de posibles causalidades es relativa a la teoría económica involucrada, y no solamente a los datos.

La definición de causalidad de Granger es la siguiente:

Sea  $A_t$  un proceso estocástico estacionario

$$\bar{A}_t = \{A_{t-j}, j = 1, 2, \dots, \infty\}$$

$$\bar{\bar{A}}_t = \{A_{t-j}, j = 0, 1, 2, \dots, \infty\}$$

$$\bar{A}(k) = \{A_{t-j}, j = k, k+1, \dots, \infty\}$$

$U_t$  = toda la información en el universo, acumulada hasta el momento  $t - 1$

$U_t - Y_t$  = toda la información contenida en  $U_t$  diferente de la serie de tiempo  $Y_t$ .

**Definición 1:** *Causalidad.* Si  $\sigma^2(Y|U) < \sigma^2(Y|\bar{U}-X)$  se dice que  $X$  causa a  $Y$ .

**Definición 2:** *Retroalimentación.* Si  $\sigma^2(Y|\bar{U}) < \sigma^2(Y|\bar{U}-X)$  y  $\sigma^2(X|\bar{U}) < \sigma^2(X|\bar{U}-Y)$  se dice que hay retroalimentación entre  $X$  e  $Y$ , esto es  $X$  causa a  $Y$  e  $Y$  causa a  $X$ .

**Definición 3:** *Causalidad instantánea.* Si  $\sigma^2(Y|\bar{U}, \bar{X}) < \sigma^2(Y|\bar{U})$  se dice que hay causalidad instantánea entre  $Y$  y  $X$ .

**Definición 4:** *Causalidad retrasada.*  $X(t)$  causa a  $Y$  se define la causalidad con retraso  $m$  ( $m$  entero) como el último valor de  $k$  para el cual

$$\sigma^2[Y|U - X(k)] < \sigma^2[Y|U - X(k+1)]$$

Es necesario hacer algunos comentarios sobre esta definición de causalidad:

i) En primer lugar, es una definición básicamente estadística; al sustentarla sobre la posible disminución de la varianza del pronóstico de la serie  $Y$ , si se considera la información contenida en otra variable  $X$ , y en toda la información acumulada hasta el tiempo  $t-1$ . Al ser esta definición meramente estadística, inmediatamente se puede preguntar: ¿cuál es el papel de la teoría económica en esta definición?

Tradicionalmente los economistas han considerado implícita o explícitamente el problema de la causalidad y su dirección, a través de

hacer cero *a priori* los coeficientes de variables, basándose en la teoría económica. En este sentido es que hay una diferencia sustancial entre la definición de causalidad de Granger y la de Feigl, ya que este último, sí considera explícitamente la existencia de la causalidad en función de la predecibilidad y de *leyes*.

ii) Otro punto que es importante enfatizar desde el punto de vista empírico, es el significado del conjunto de información  $U_t$ . En las aplicaciones empíricas este conjunto es importantísimo, ya que implica que se ha tomado en cuenta todo el conocimiento que se tenga sobre la serie  $X_t$ , por ejemplo la tendencia, las variaciones estacionales, el ciclo, posibles intervenciones en el sentido de Box y Tiao (1975), etc.

Un ejemplo ilustrativo de lo delicada que es la definición de  $U_t$  lo publicó A. Zellner (1977). Comenta que si se analizan las frecuencias bajas y estacionales de los cambios en la oferta monetaria y los rendimientos de las acciones en Estados Unidos, parecería que los rendimientos de las acciones *causan* los cambios en la oferta monetaria en el sentido de Granger. Sin embargo, considera que una explicación más económica es, que cambios en la oferta monetaria de frecuencia baja y estacional se pueden predecir y que los cambios en el rendimiento del mercado de valores son el resultado de estas predicciones, y, por lo tanto, el aparente adelanto de los cambios en los rendimientos en el mercado de valores con respecto a la oferta monetaria, son compatibles con que los cambios en la oferta monetaria *causen* los cambios en el rendimiento de las acciones.

iii) Otra consideración importante en las aplicaciones empíricas de estas pruebas, es el período de referencia de la serie. Así, es posible que haya causalidad entre dos series mensuales, pero que al considerarlas trimestralmente cambie su significado. Por ejemplo, supóngase que la causalidad entre dos series es bimestral, es decir, no es instantánea. Si se consideran series trimestrales posiblemente se encuentre que la causalidad es instantánea, debido a la agregación que se hizo de la serie.

iv) Sin embargo, mucho más importantes que las consideraciones anteriores son los resultados que obtiene W.S. Wei (1982), los cuales demuestran que:

a) Si se tienen variables que son *acervos* que se obtienen a través de un muestreo sistemático (por ejemplo la cotización de las acciones al cierre del día) entonces la causalidad se preserva aunque las variables sean muestra, pero, sin embargo, la medición de ella se debilita, en el sentido que los coeficientes asociados a las variables retrasadas se hacen más pequeños, y por lo tanto también su significación estadística.

b) Si se tienen variables que son *flujos*, el proceso de agregación temporal, necesario para generarlas, puede inducir causalidades que no necesariamente existen. Por ejemplo si la causalidad es en una dirección, cuando se utiliza una unidad de tiempo  $t$ , si se

agrega a otra unidad de tiempo  $T$ , ( $T < t$ ) es posible que se encuentre ahora retroalimentación, debido al proceso de agregación intertemporal.

Ahora bien, como la mayoría de los modelos econométricos agregados son trimestrales, implica que se ha muestreado sistemáticamente para las series que son acervos; por otro lado, si las series son flujos mensuales, implica que se han agregado intertemporalmente, por lo que ambos problemas estudiados por W.S. Wei se pueden presentar frecuentemente.

v) Otro problema, al que se le ha puesto poca atención hasta ahora en los trabajos empíricos, es el del método de agregación intertemporal. Así, con frecuencia se encuentran ejemplos en donde se tomaron medios aritméticos simples de datos mensuales para generar un dato trimestral. Es evidente que la media aritmética no es la única forma de generar agregaciones intertemporales. Bien se podría usar la media geométrica, o la tasa de crecimiento, o el último dato del período, etc. El problema radica en que si el método de agregación intertemporal no es lineal cambiará en el período agregado la causalidad existente en períodos desagregados.

Todas estas consideraciones muestran que el problema de unidad de tiempo seleccionado para el análisis es muy importante y no trivial.

vi) Finalmente, habrá que considerar que la definición de causalidad se hace suponiendo que ambas series son estacionarias, lo que complica la prueba en aplicaciones empíricas, ya que la mayoría de las series económicas no son estacionarias, por lo que es necesario utilizar algunas transformaciones de las series originales para convertirlas a estacionarias y no todas las transformaciones preservan la causalidad de las series originales.

Un tipo de transformaciones que preserva la causalidad de las series originales en las transformadas son las diferencias simples y periódicas, por lo que con frecuencia se han utilizado en aplicaciones empíricas.

### III. Métodos para verificar la existencia de la causalidad

#### *Método de Sims (1972)*

En su ya famoso artículo sobre causalidad entre dinero e ingresos, Sims propone un método para probar causalidad unidireccional; es decir, no incluye la prueba conjunta de causalidad bidireccional o de retroalimentación, aun cuando es posible hacerla por pasos.

Intuitivamente Sims explica su metodología de la siguiente forma: siempre se puede correr una regresión entre dos variables conjuntamente estacionarias  $Y$  y  $X$ , tomando como variables exógenas al valor actual y los pasados de la variable  $X$ . Sólo en el caso particular de que exista la

causalidad de Granger entre  $X$  e  $Y$  pero no entre  $Y$  y  $X$ , si se hace una regresión que incluya los valores futuros de  $X$ , los estimadores de sus parámetros deberán ser cero estadísticamente. O sea, que si se corre una regresión entre  $Y$  y el valor presente y los pasados y futuros de  $X$ , y los estimadores de los valores futuros de  $X$  no son significativamente diferentes de cero conjuntamente, habrá evidencia de que existe causalidad de Granger entre  $X$  e  $Y$ , y no viceversa.

Sims mismo previene al lector que su metodología es muy sensible a la autocorrelación de los residuales, lo que es frecuente en este tipo de modelos, así que decidió trabajar con el logaritmo natural de los datos y filtrar ambas series con un filtro fijo  $(1-0.75B)^2$ , o sea que él trabajó con los datos  $x_t$  e  $y_t$ , que definió como:

$$\begin{aligned} x_t &= (1-0.75B)^2 \log X_t \\ y_t &= (1-0.75B)^2 \log Y_t \end{aligned}$$

donde:  $X_t$  e  $Y_t$  son los valores desestacionalizados de  $M1$  y  $PIB$  y  $B$  es el operador de retraso, es decir  $B^k Z_t = Z_{t-k}$

Esta idea de prefiltrar ambas series con filtro fijo del tipo  $(1-kB)^d$  la toma de M. Nerlove (1964) con la esperanza de que el espectro de cada serie sea plano, y de que los residuales de la regresión no estén autocorrelacionados. Asimismo, afirma (p. 546) que todos sus datos son los desestacionalizados por los propios generadores de ellos. Básicamente el modelo que utilizó para probar la causalidad de  $M1$  a  $PIB$  fué:

$$PIB_t = \sum_{i=-8}^8 \alpha_i M1_{t-i} + \varepsilon_t$$

También aplicó el mismo tipo de modelo para verificar la relación entre  $PIB$  y  $M1$ . Sus conclusiones principales fueron que  $M1$  puede ser considerada como exógena con respecto a  $PIB$ , pero que  $PIB$  no puede ser usado como exógeno en la estimación de la demanda por dinero.

### Comentarios a la metodología de Sims

La metodología de Sims tiene varios problemas que hay que hacer notar.

1. El hecho de prefiltrar ambas series con un filtro único es de dudosa validez teórica y empírica. El objetivo que se persigue es el de convertir en *ruido blanco* los residuales de la regresión. Este método es difícil de aceptar, ya que en general no hay una relación directa entre el filtrado de series univariadas y los residuales de la regresión entre las dos variables.

2. El segundo problema que enfrenta la aplicación de la metodología de Sims se refiere al número de valores futuros y pasados de la serie "exó-

gена" que se deben de utilizar. ¿Cómo se determinan estos números?

La única indicación que da Sims es que deben de ser "bastantes", para que no se eliminen artificialmente efectos pasados o futuros significativos. De hecho él hace su análisis con varias combinaciones de valores pasados y futuros. Además, como la prueba es unidireccional, hay que repetirla tanto entre  $Y$  y  $X$ , como entre  $X$  e  $Y$ , lo que representa bastante trabajo.

3. Otro problema que está implícito en los datos desestacionalizados que utilizó en el análisis, es que la causalidad en las series originales no se preserva con cualquier transformación de ellas. Ahora bien, los filtros que usan la mayor parte de los métodos "oficiales" de desestacionalización no son lineales, por lo que no necesariamente preservan en las series transformadas la causalidad existente entre las originales, y por lo tanto es posible que los resultados que se reportan sobre la causalidad de las series desestacionalizadas no se apliquen a las variables originales.

En esta misma dirección aparece otro problema con la agregación intertemporal de  $M1$ . Es de suponerse que la serie de  $PIB$  sea trimestral desde la fuente generadora. Sin embargo,  $M1$  es mensual, y siendo una serie altamente periódica hay que hacer una agregación intertemporal y desestacionalizar la serie. Ahora bien, no es lo mismo desestacionalizar la serie mensual y generar con ella la serie trimestral, que trimestralizar la serie original y luego desestacionalizarla. De acuerdo con los trabajos de G. Tiao y W.S. Wei (1976), de Wei (1978) y de J. Geweke, R. Meese y W. Dent (1979), el orden en que se hagan estas operaciones es importante. Como regla general, Geweke, Meese y Dent sugieren que primero se desestacionalice la serie y después se agregue. En el caso concreto del trabajo de Sims no dice qué procedimiento siguió.

Otra cuestión que se presenta en la agregación intertemporal es la del método para hacerlo. Hay varias alternativas para generar datos trimestrales a partir de los mensuales; los más simples son: el dato del último mes del trimestre, algún promedio de los tres meses del trimestre, un índice de él, etcétera. ¿Cuál usar? La respuesta a esta pregunta no ha sido estudiada sistemáticamente; sin embargo, se puede encontrar, para cada caso, tomando en cuenta la naturaleza de la serie —es decir, si un flujo o un acervo— y en las propiedades estadísticas de cada regla de agregación. Así, por ejemplo, la serie mensual es de tasas de crecimiento, Vera y Guerrero (1980) demuestran que la media geométrica de las tasas del trimestre es una mejor medida de la tasa trimestral que la media aritmética.

4. Finalmente, es importante comentar sobre los problemas de inferencia propuestos por Sims. En primer lugar hay que notar que la prueba que él propone es conjunta, ya que verifica si todos los estimadores asociados a los valores futuros de la variable exógena son significativamente diferentes de cero o no.

En segundo lugar hay que notar que no se sabe cómo seleccionar el número de valores futuros y pasados de la variable exógena que entrará en la regresión, y por lo tanto, el número óptimo de parámetros que deben entrar en la prueba de hipótesis.

En tercer lugar, que esta prueba de hipótesis es muy sensible a la existencia de autocorrelación en los residuales, y por lo tanto esta última característica debe de ser verificada especialmente.

En resumen, el método de Sims presenta los siguientes problemas:

- a) ¿Se debe prefiltrar las series? Si la respuesta es afirmativa: ¿con un filtro fijo para las dos variables o con filtros diferentes para cada una de ellas?
- b) ¿Cuántos períodos de retraso y adelanto se deben de incluir en el modelo?
- c) ¿Se debe de trabajar con series desestacionalizadas o no?
- d) ¿Cómo se deben de agregar intertemporalmente las series?

#### *Método de Haugh-Pierce (1976, 1977)*

El método de Haugh-Pierce está basado en las técnicas de series de tiempo de G.E.P. Box y G.M. Jenkins (1970). En realidad ambas metodologías se desarrollan para identificar, en el sentido de Box y Jenkins funciones de transferencia, y por lo tanto son básicamente métodos para probar la independencia entre dos series de tiempo y se basan en el análisis de la función de correlación cruzada.

#### *Método de Pierce*

En su libro sobre series de tiempo, Box y Jenkins proponen identificar las funciones de transferencia mediante el método desarrollado por D.A. Pierce (1968), que consiste en hacer el modelo univariado ARIMA para la serie exógena y con él generar los residuales, tanto de la serie exógena como de la endógena, entre ellas se calcula la función de correlación cruzada. La innovación de este procedimiento es que el constructor del modelo sabe que al menos una de las dos series es *ruido blanco*, hecho que facilita el proceso de identificación grandemente.

#### *Método de Haugh*

El método de L. Haugh (1972) también se basa en la estimación de la función de correlación cruzada, pero en este caso se construyen los mo-

delos ARIMA para cada una de las series, la endógena y la exógena. Con ellos se generan los residuales de ellas y se calcula la función de correlación cruzada entre ellos. En este caso, ambas series con las que se calculan las correlaciones cruzadas son *ruido blanco*, y el proceso de identificación de la función de transferencia, o en su caso del modelo con retroalimentación, es más fácil de identificar que con este método, ya que estrictamente la identificación del modelo es por sustitución.

Con cualquiera de los métodos, si las series son independientes, la función de correlación cruzada es cero para cualquier valor positivo o negativo del argumento. Si hay causalidad instantánea, el coeficiente de correlación cruzada de orden cero será significativo. Si hay causalidad en una sola dirección, la función de correlación cruzada será significativa en ese lado del argumento de la función. Finalmente, si hay retroalimentación la función de correlación cruzada será significativa para valores positivos y negativos del argumento.

En la práctica el método que se ha utilizado más frecuentemente es el de Haugh, por lo que es el que se explicará formalmente.

Supóngase que se quiere probar si hay causalidad entre la variable exógena  $X$  y la variable endógena  $Y$ .

Primero se construye un modelo ARIMA para cada una de las series, es decir:

$$\hat{\phi}_x(B)(1 - B)^{d_x} X_t = \hat{\theta}_x(B) \hat{e}_t$$

y

$$\hat{\phi}_y(B)(1 - B)^{d_y} y_t = \hat{\theta}_y(B) \hat{a}_t$$

donde:  $\hat{\phi}_x(B) = (1 - \hat{\phi}_1 B - \hat{\phi}_2 B^2 - \dots - \hat{\phi}_p B^p)$

y

$$\hat{\theta}_y(B) = (1 - \hat{\theta}_1 B - \hat{\theta}_2 B^2 - \dots - \hat{\theta}_q B^q)$$

$$B^k Z_t = Z_{t-k}$$

$$E(a_t) = E(e_t) = 0$$

$$E(a_t a_{t-k}) = \begin{cases} 0 \text{ si } k \neq 0 \\ \sigma_a^2 \text{ si } k = 0 \end{cases}$$

$$E(e_t e_{t-k}) = \begin{cases} 0 \text{ si } k \neq 0 \\ \sigma_e^2 \text{ si } k = 0 \end{cases}$$

Una vez construidos ambos modelos, se generan los residuales de las dos series, es decir, se generan  $\hat{e}_t$  y  $\hat{a}_t$ ,

donde

$$\hat{e}_t = \frac{\hat{\phi}_x(B) (1 - B)^{dx} X_t}{\theta_x(B)}$$

y

$$\hat{a}_t = \frac{\phi_y(B) (1 - B)^{dy} Y_t}{\hat{\theta}_y(B)}$$

Una vez que se han generado estas series de residuales se calcula la función de correlación cruzada entre  $\hat{e}_t$  y  $\hat{a}_t$ , es decir, se calcula:

$$r_{\hat{a}\hat{e}}(k) = \frac{\sum_{t=1}^{n^*} \hat{a}_t \hat{e}_{t-k}}{\sqrt{\sum \hat{a}_t^2} \sqrt{\sum \hat{e}_t^2}} \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

$n^*$  = máximo número para el que existen ambos residuales.

Para probar si  $r_{\hat{a}\hat{e}}(k) = 0$ ,  $k = -M, M$  son significativamente diferentes de cero se utiliza la estadística

$$S^* = T^2 \sum_{K=-M}^M (T - |K|)^{-1} r_{\hat{a}\hat{e}}(k)$$

para tamaño de muestras pequeñas, que bajo la hipótesis de que las series son estocásticamente independientes se distribuye como una  $X^2$  con  $2M + 1$  grados de libertad.

Para probar la misma hipótesis usando tamaño de muestra grande, se utiliza la estadística:

$$S = T \cdot \sum_{k=-M}^M r_{\hat{a}\hat{e}}(k)$$

que también se distribuye como una  $X^2$  con  $2M + 1$  grados de libertad.

En el caso de que se piense que sólo existe causalidad entre  $X$  e  $Y$  pero no viceversa, empíricamente se verifica esta hipótesis si  $r_{\hat{a}\hat{e}}(k) \neq 0$  para  $k = 0, 1, 2, \dots$  y  $r_{\hat{a}\hat{e}}(k) = 0$  para  $k = -1, -2, -3, \dots$  En el caso contrario, cuando se piensa que existe causalidad entre  $Y$  y  $X$  pero no entre  $X$  e  $Y$ , entonces se verifica esta hipótesis si  $r_{\hat{a}\hat{e}}(k) \neq 0$  para  $k = 0, -1, -2, -3, \dots$  y cero para  $k = 1, 2, 3, \dots$  Finalmente, si existe retroalimentación, entonces  $r_{\hat{a}\hat{e}}(k) \neq 0$  para  $k = 0, +1, +2, +3, \dots$

#### *Comentarios a la metodología de Haugh-Pierce*

1. Tal vez la crítica más frecuente que se hace a esta metodología es que es una técnica meramente estadística, y que no toma en cuenta la teoría económica, y por lo tanto, se le da todo el peso de la evidencia a los datos y prácticamente nada de importancia a la teoría económica.

2. Un segundo problema que ha aparecido en la aplicación de esta metodología, es que en muchos casos en que la teoría económica afirma que hay causalidad en cierto sentido, ésta no se ha encontrado empíricamente, o contradice lo que la teoría afirma. Aun cuando esto último es posible —debido a la naturaleza propia de la teoría económica— hay mucha resistencia entre los economistas a aceptar como prueba de que la teoría está equivocada, la evidencia estadística basada en metodologías no del todo acreditadas.

3. Otra característica que se ha encontrado en prácticamente todas las aplicaciones de esta técnica en que se encontró evidencia de causalidad de cualquier tipo, es que la significancia de los parámetros es muy leve, hecho que estudiaron C. Nelson y G. Schwert (1982) a través de un modelo bivariado autorregresivo. De este estudio parcial, concluyen que las pruebas más potentes son las que se basan en modelos reducidos correctos; que cuando se estiman parámetros que no son significativos, baja la potencia de las pruebas; y que las pruebas basadas en la función

de correlación cruzada, o regresiones con residuales de modelos univariados ARIMA, tienen menos potencia que las pruebas paramétricas basadas en modelos reducidos, y pierden más potencia cuando se basan en residuales generados con modelos estimados en lugar de innovaciones univariadas no observables.

Estos comentarios, aunque basados en simulaciones con modelos muy particulares, dan luz sobre algunos de los factores asociados con la relativamente baja potencia de las pruebas que utilizan la función de correlación cruzada.

4. Otro problema de esta metodología, es que ha dado resultados contradictorios con respecto a la de Sims. Por ejemplo E. Feigl y D.K. Pearce (1976) aplican ambas metodologías a los mismos datos y encuentran resultados contradictorios, por lo que finalmente no se sabe cuál de ellos es el correcto, o si alguno lo es.

5. Finalmente, otra limitante de esta metodología es que sólo se puede aplicar a dos series a la vez, y por lo tanto todavía no hay metodología para probar causalidad conjunta de más variables.

#### IV. Conclusiones

i) La definición de causalidad de Granger no es ni intuitiva ni completa, en la medida de que es una definición parcial que no incorpora en forma explícita el conocimiento teórico de los fenómenos.

ii) La metodología propuesta por Sims tiene muchos problemas: trabaja con series desestacionalizadas, prefiltra todas las series con un filtro fijo, no tiene criterios para fijar en número de retrasos y adelantos de la variable exógena, opera con datos trimestrales que pueden cambiar la causalidad de las series originales, etc.

iii) Por otro lado, se tiene que la metodología de Pierce y Haugh es una metodología básicamente estadística que no toma en cuenta el conocimiento que se desprende de la teoría económica, y que es una prueba que tiene poca potencia.

iv) Finalmente, se puede afirmar que independientemente de la metodología usada, el investigador que quiera utilizar la definición de Granger para probar si existe causalidad entre dos variables, se enfrenta a una multitud de problemas que no se sabe cómo resolver en forma óptima, ni las consecuencias que sobre los resultados tienen las decisiones técnicas adoptadas.

## Bibliografía

- Box, G.E.P. y Jenkins, G.M. (1970) "Time Series Analysis, Forecasting and Control". (Holden Day, San Francisco, Cal.)
- , Tiao, G. (1975) "Intervention Analysis with Applications to Economic and Environmental Problems". *Journal of the American Statistical Association*. Vol. 70, 70-80.
- Feigh, H. "Notes on Causality" (1953). *Readings in the Philosophy of Science*. Eds. H. Feigh and Brodbleck. (New York: Appleton Century Crofts, Inc.).
- Feigl, E. y Pearce, D.K. (1976). "Economically Rational Expectations: Are Innovations in the Rate of Inflation Independent of Innovations in Measures of Monetary and Fiscal Policy". *Journal of Political Economy*. Vol. 68, núm. 3.
- , (1979). "The Causal Relationship Between Money and Income: Some Caveats for Time Series Analysis". *Review of Economics and Statistics*, Vol. 61, 521-533.
- Geweke, J., Meese, R. y Dent, W. (1979). "Comparing Alternative Tests of Causality in Temporal Systems: Analytic Results and Experimental Evidence". *Journal of Econometrics*, Vol. 7.
- , (1982). "Measurement of Lineal Dependence and Feedback Between Multiple Time Series". *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 77, 304-313.
- , (1981). "A Comparison of Tests of the Independence of Two Covariance Stationary Time Series". *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 76, 363-373.
- Granger, C.W. (1969). "Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods". *Econometrica*, Vol. 37, 424-438.
- , y Newbold, P. (1974). "Spurious Regressions in Econometrics", *Journal of Econometrics*, Vol. 2, 111-120.
- Haugh, L. (1972). "The Identification of Time Series Interrelationships with Special Reference to Dynamic Regression". (Tesis Doctoral, Universidad de Wisconsin. Departamento de Estadística.)
- , (1976). "Checking the Independence of Two Covariance Stationary Time Series: A Univariate Residual Cross-Correlation Approach". *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 71, 378-385.
- Hernández Iglesias, C. y Hernández Iglesias, F. (1981). "Causality and the Independence Phenomenon: The Case of the Demand for Money". *Journal of Econometrics*. Vol. 15, 247-263.
- Hsiao, C. (1979) "Autorregresive Modeling of Canadian Money and Income Data". *Journal of the American Statistical Association*. Vol. 74, 553-568.
- , (1981). "Autorregresive Modeling and Money—Income Causality Detection" *Journal of Monetary Economics*, Vol. 7, 85-106.
- Malinvaud, E., (1970), "Statistical Methods of Econometrics", second revised edition, North Holland Publishing Company, Amsterdam-Oxford, American Elsevier Publishing Company, Inc., Nueva York.

- Morgan, F.W. y Ireland, E. (1976). "A Natural Approach for Detecting Causal Relationships in Time Series". *Proceedings of Business and Economics Section, American Statistical Association*, 492-497.
- Nelson C. y Schwert G. (1982). "Tests for Predictive Relationships Between Time Series Variables: A Monte Carlo Investigation". *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 77, núm. 377.
- Nerlove, M. (1964). "Spectral Analysis of Seasonal Adjustment Procedures". *Econometrica*, Vol. 32, 241-286.
- Newbold, P. (1978). "Feedback Induced by Measurement Errors". *International Economic Review*, Vol 19, 783-791.
- Perryman, M.R. (1980). "Federal Reserve Responses to Economic Activity: Causality, Exogeneity and Simultaneous Equation Bias". *Proceedings of the Business and Economics Section, American Statistical Association*, 524-529.
- y Schmidt, J.R. (1979). "Causality and Monetary Policy: Empirical Perspective". *Proceedings of the Business and Economic Section, American Statistical Association*, 194-199.
- Pierce, D.A. (1968). "Studies in the Modeling of Stochastic and Dynamic Systems with Special Reference to the Distribution of Residual Correlations". (Tesis Doctoral, Universidad de Wisconsin. Departamento de Estadística).
- , (1977). "Relationships — and the Lack Thereof — Between Economic Time Series, with Special Reference to Money and Interest Rates". *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 72, 11-22.
- y Haugh, L.D., (1977). "Causality in Temporal Systems. Characterizations and a Survey". *Journal of Econometrics*. Vol. 5, 265-294.
- Sargent, T.J., (1976). "A Classical Econometrics Model of the United States". *Journal of Political Economy*. Vol. 84, 207-237.
- Schwert, G.W. (1979). "Tests of Causality: The Message in Innovations". *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* (Suplemento del *Journal of Monetary Economics*). Vol. 10, 55-96.
- Sims, C.A. (1972). "Money, Income and Causality". *American Economic Review*. Vol. 62, 540-552.
- Tiao, G. y Wei, W.S. (1976). "Effect of Temporal Aggregation on the Dynamic Relationship of Two Time Series Variables". *Biometrika*, Vol. 63, 513-523.
- Vera, G. y Guerrero, V.M. (1980). "Una Alternativa para la Media Aritmética en el Cálculo de Promedios Simples de Relativos Precios: La Media Geométrica". (Serie Documentos de Investigación núm. 27, Banco de México, S.A.).
- Wei, W.S. (1978). "Effect of Temporal Aggregation on Parameter Estimation in Distributed Log Model". *Journal of Econometrics*, Vol. 8, 237-246.
- , (1982). "Comment: The Effects of Systematic Sampling and Temporal Aggregation on Causality — A Cautionary Note". *Journal of the American Statistical Association*, Vol 77, 316-319.
- Williams, D., Goodhart, C.A. y Gowland, D.H. (1976). "Money, Income and Causality; The U.K. Experience". *The American Economic Review*. Vol. 66, 417-423.

- Zellner, A. (1977). "Comments on Time Series Analysis and Causal Concepts in Business Cycle Research". *New Methods in Business Cycle Research: Proceedings from a Conference*. Federal Reserve Bank of Minneapolis.
- \_\_\_\_\_, "Causality and Econometrics" (1979). *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*. (Suplemento del *Journal of Monetary Economics*), Vol. 10, 9-54.
- \_\_\_\_\_, y Montmarquette, C. (1971) "A Study of Some Aspects of Temporal Aggregation Problems in Econometric Analysis". *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 53, 335-342.

# ¿Es la inflación, siempre y en todos lados un fenómeno monetario?

Inder S. Ruprah

## I. Introducción

El tipo de diagnóstico de la inflación y sus respectivas recomendaciones de política que ha estado adquiriendo cada vez más popularidad es el sustentado en la interpretación monetaria.

En pocas palabras, ésta afirma que "la inflación es siempre y en todos lados un fenómeno monetario" (M. Friedman, 1970). La condición necesaria y suficiente para controlar la inflación, según este punto de vista, es el control de la oferta de dinero. Cuando no existe un financiamiento alternativo para el déficit público, y se tiene que evitar el efecto desplazamiento, esta recomendación de política es equivalente a aconsejar la reducción del déficit público.

En este ensayo se trata de analizar explícitamente la interpretación monetarista de las pruebas empíricas que según ésta demuestra con evidencia sus argumentos. El análisis se limita exclusivamente a las proposiciones teóricas cuantitativas con respecto a la inflación de los monetaristas tradicionales de la corriente "friedmaniana".<sup>1</sup>

La visión implícita de la economía, de la cual depende críticamente la precedente explicación monetarista de la inflación, es esencialmente "walrasiana". Es decir, la economía puede ser descrita a través de un modelo que asume que: no hay economías de escala crecientes y no hay preferencias no convexas, existe un conjunto completo de mercados Arrow-Debreu y el modelo satisface la dicotomía clásica,<sup>2</sup> es decir, es separable y neutral.

<sup>1</sup> Para una discusión del caso de la economía abierta y pequeña, véase I. Ruprah (1982) en donde, usando datos anuales, trimestrales y mensuales, se demuestra que la ley de un precio único no se cumple ni a corto ni a largo plazo. Además, se comprueba que la supuesta sustituibilidad entre bienes comerciables y bienes no comerciables es muy débil.

<sup>2</sup> Se utiliza el término dicotomía clásica, para hacer referencia a un sistema económico que es separable y satisface la propiedad de neutralidad. Un sistema macroeconómico es neutral, si multiplicando todas las variables, medidas en unidades monetarias, por un esca-

En tal mundo se da un equilibrio, que es único y estable. Existen niveles "naturales" de producción y de empleo. El nivel de precios está determinado por el nivel de la oferta de dinero. En fin, no hay necesidad de políticas de estabilización. Por el contrario, estas mismas políticas serán responsables del desequilibrio. En efecto, dados los supuestos, un déficit gubernamental financiado por la creación de dinero, no resultaría en un aumento (permanente) del producto y el empleo, sino en un aumento de la tasa de inflación. Paradójicamente, esta es una explicación popular de la aceleración de la inflación en México durante los setentas, que se deriva de un modelo que *a priori* no parece relevante para México.

En efecto, una crítica posible del monetarismo, es lo absurdo de describir la economía mexicana como un sistema perfectamente competitivo. Por el contrario, una descripción adecuada de México debería señalar la segmentación del mercado, el desequilibrio sectorial, la concentración de los mercados, el racionamiento, etc.

Además es difícil de aceptar que el alto nivel de desempleo y subempleo en México es "natural", a menos que los mexicanos estén sufriendo una dosis aguda de flojera (F. Modigliani, 1977).

Aunque la ironía debe o debería de tener límites como forma de debate, es necesario notar que, en efecto, los monetaristas han "tomado la teoría en su aplicación práctica mucho más en serio de lo que es justificado", es decir, es "un buen ejemplo de aplicación que rebasa la aplicabilidad" (F. Hahn, 1981).

El objetivo de este ensayo no es, sin embargo, discutir ampliamente lo inadecuado de los postulados teóricos de la explicación monetarista de la inflación, sino que se concentra en hacer una evaluación de la evidencia empírica para el período 1970-82 usando datos trimestrales para México. En la siguiente sección (II) se discute la asociación que existe entre oferta monetaria e inflación. A continuación, (III), se analiza el orden temporal que se da en la relación entre estas dos variables. En seguida (IV), se contrasta la hipótesis de la "exogeneidad" del dinero y, finalmente, en la última sección (V), se presenta un resumen de los resultados y se discuten las conclusiones del ensayo.

Los monetaristas de la corriente friedmaniana, por lo general, se basan en dos "hechos" estadísticos que según ellos prueban de forma concluyente y definitiva sus argumentos con respecto a la inflación. Primero, los puntos de inflexión en la oferta de dinero se observan antes que los puntos de inflexión en la inflación. Esto es interpretado como prueba empírica de que la dirección de causalidad es del crecimiento

lar positivo, no se altera la solución de equilibrio. Además, el sistema se puede descomponer en un subconjunto de ecuaciones (donde el dinero no entra como argumento) que determinan los valores reales de las variables, y en otro subgrupo de ecuaciones independiente del primero, donde se determinan los valores nominales de las variables.

del dinero hacia la inflación y que por lo tanto es legítimo plantear una regresión de la inflación sobre la oferta de dinero. En segundo lugar, hay una alta asociación positiva entre la inflación y el crecimiento de dinero, ejemplificada por un alto coeficiente de correlación; es decir, que una gran parte de la variación de la inflación es "explicada" por la variación en la oferta de dinero. Esto es utilizado para argumentar que las políticas monetarias restrictivas serán las más eficientes para reducir la inflación.

Por lo tanto hay tres preguntas: ¿cuál es el grado de asociación entre la inflación y el crecimiento de la oferta de dinero?; ¿cuál es la relación temporal entre ellos?; finalmente, ¿cuál es la causa de cuál?. El resto de esta sección trata de contestar estas preguntas en lo que se refiere a México en el período de estudio.

## II. El grado de asociación entre la inflación y el crecimiento en la oferta de dinero

Las múltiples variantes que pueden ser clasificadas como monetaristas invocan a la teoría cuantitativa del dinero.

$$MV = PY \quad (1)$$

donde:  $M$  es la cantidad de dinero,  $V$  es la velocidad de circulación del dinero,  $P$  es el nivel de precios, e  $Y$  es el nivel del producto real.

Suponiendo que  $V$  es constante y que el producto está en su nivel natural, entonces tomando logaritmos ( $\ln$ ) y aplicando el operador de diferencias ( $D^1 X_t = X_t - X_{t-1}$ ) se obtiene:

$$D^1 \ln P_t = D^1 \ln M_t \quad (2)$$

Es decir, un incremento (suponiéndolo exógeno) porcentual en la oferta de dinero, resulta en un incremento de igual magnitud en el nivel de precios. Esta simple, antigua (D. Hume, 1752) y sin embargo recientemente popular explicación de la inflación, ocupa el centro del debate en ciertos círculos académicos, políticos y periodísticos. Sin embargo, pocos economistas la consideran como una descripción seria del comportamiento de la inflación en el corto plazo.

Lo anterior es una relación estática compatible con un estado estacionario ("steady state"). Aún así "las tasas de crecimiento pasado de la cantidad de dinero son el único factor sistemático que determina la tasa de inflación" (J.L. Stein, 1982): entonces, también captura la esencia del monetarismo.

La cita anterior implica la siguiente versión dinámica de (2):

$$A(L) D \ln P_t = b + C(L) D \ln M_t + e_t \quad (3)$$

donde  $L$  es el operador de retraso.

$$L^n X_t = X_{t-n}; A(L) = 1 - a_1 L^1 - a_2 L^2 - \dots - a_r L^r,$$

$$C(L) = C_0 + C_1 L^1 + C_2 L^2 + \dots + C_q L^q$$

$e_t$  es el término aleatorio.

Si los valores propios del polinomio  $A(L) = 0$  son menores que la unidad en valor absoluto, (3) se puede reescribir como:

$$D \ln P_t = \frac{b}{A(L)} + \frac{C(L)}{A(L)} D \ln M_t + \frac{e_t}{A(L)} \quad (3')$$

La proposición monetarista no se rechazaría si  $C(L)/A(L) = 1$ ,  $b/A(L) = 0$ , y si la regresión es significativa con un coeficiente de determinación corregido cercano a 1.

El grado de asociación entre la inflación y la cantidad de dinero puede medirse a través de la siguiente ecuación de regresión:

$$D \ln P_t = b + \sum_{i=0}^n f_i D \ln M_t + e_t \quad (R.1)$$

$$\text{Con la hipótesis: } H_1^0: \sum_0^n f_i = 1; H_2^0: b = 0$$

La regresión R.1 se estimó usando precios al consumidor IPC (regresión R.1.a) y precios al mayoreo IPM (R.1.b) y la definición simple del dinero MO1 con datos trimestrales (billetes, moneda y cuenta de cheques en moneda nacional). Se argumenta que el efecto total de un cambio en la oferta de dinero en la tasa de inflación, se deja sentir después de que han transcurrido dos años, por tanto,  $n$  es igual a 8. Esto debería favorecer una conclusión de tipo monetarista.

Las estadísticas de prueba de las regresiones estimadas, corregidas por autocorrelación,<sup>3</sup> se presentan en el cuadro 1. La variación explicada es muy pequeña (columna 7). Solamente el 15% y el 30% de la variación de los precios al consumidor y al mayoreo, respectivamente, está explicada por la variación en el crecimiento del dinero.

Aunque la regresión no es significativa<sup>4</sup> (al nivel del 5%) usando pre-

<sup>3</sup> El procedimiento para corregir la autocorrelación consistió en estimar:

$$\hat{e}_t = \sum_1^n \pi_i \hat{e}_{t-i} + v_t$$

verificando la significación estadística de las  $f_i$ 's individual y conjuntamente. Si las  $f_i$ 's no eran significativas conjuntamente, tal condición se imponía en la regresión de autocorrelación. Los parámetros de la regresión restringida de autocorrelación se usa para corregir la autocorrelación.

<sup>4</sup> En este ensayo se utiliza siempre el 5% de nivel de significación.

cios al consumidor, si lo es usando precios al mayoreo (columna 8). Finalmente, ninguna de las hipótesis nulas se rechaza en la última regresión (columnas 9, 10 y 11) las cuales son las estadísticas  $F$ , Wald<sup>5</sup> y  $t$ , respectivamente.

Sin embargo, la existencia de estacionalidad y tendencia en las series tiende a exagerar y distorsionar la relación entre las variables, por lo tanto los datos "deberían" (C. W. J. Granger y P. Newbold, 1977) filtrarse previamente para obtener series ajustadas estacionalmente y con covariancia estacionaria.

El método de transformación adoptado, consistió en diferenciar el logaritmo de la variable y observar el valor del coeficiente de correlación para diferentes desfases, hasta que el correlograma correspondiente permitiese inferir la ausencia de patrones estacionales y de tendencia. Las transformaciones que de hecho se llevaron a cabo se muestran en el cuadro 1, columna 1.

La regresión R.1 se reestimó usando los datos transformados. Tanto para los precios al consumidor (R.1.c) como para los precios al mayoreo (R.1.d), el coeficiente de determinación corregido es pequeño (columna 7). La regresión R.1.c no es estadísticamente significativa. Ambas hipótesis nulas se rechazan. Aunque R.1.d es significativa, ambas hipótesis nulas también se rechazan. El porcentaje de la variación explicada (columna 7) es de sólo 38%.

Las regresiones anteriores suponen que el producto es constante, o que hay hiperinflación. En el último caso, el incremento en el producto real es insignificante con respecto a la tasa de inflación. Aunque la tasa de inflación en México se aceleró durante los setentas, no llegó a niveles hiperinflacionarios, por otra parte el producto creció significativamente en términos reales. Para tomar esto en consideración, la versión dinámica más general de (1) es:

$$A(L) DLn P_t = b + C(L) DLn M + G(L) DLn Y_t + e_t \quad (4)$$

donde  $G(L) = G_0 + G_1 L + \dots + G_s L^s$

con similares supuestos a (2), la ecuación (4) se puede escribir como:

$$DLn P_t = \frac{b}{A(L)} + \frac{C(L)}{A(L)} DLn M_t + \frac{G(L)}{A(L)} DLn Y_t + \frac{e_t}{A(L)} \quad (4')$$

Con la hipótesis monetarista:

$$H_3^0: \frac{C(L)}{A(L)} = 1, H_4^0: \frac{G(L)}{A(L)} = -1$$

<sup>5</sup> Aunque se reporta el valor de la prueba de Wald ( $X_m^2$ ), en este trabajo se hace uso únicamente de la estadística  $F$ .

Cuadro 1

$$R.1 \quad P_t = b + \sum_{i=1}^8 f_i M_i + e_t$$

Número de la Regresión (1)	Datos (2)	Transformaciones		No. Obs. (4)	Grados de libertad (5)	Pruebas de las Regresiones			Pruebas de las Hipótesis	
		Autocorrelación (3)	A.C. ( $P_1$ )			SCR <sup>a</sup> (6)	R2C <sup>b</sup> (7)	ANOVAR <sup>c</sup> (8)	$H_0^0: f_i = 1$ (9)	$H_2^0: \frac{f_i}{f_j} = 0$ (10)
R.1.a	D'Ln	A.C. ( $P_1$ )	40	30	0.014	0.147	1.745	0.009	0.012	-2.242
R.1.b	D'Ln	A.C. ( $P_1 P_4$ )	37	27	0.022	0.298	2.689 +	0.552	0.757	0.392
R.1.c	D <sup>1</sup> D <sup>4</sup> Ln	A.C. ( $P_1, P_4$ )	33	23	0.013	0.131	1.537	5.631 +	8.079 +	1.857 +
R.1.d	D <sup>1</sup> D <sup>4</sup> Ln	A.C. ( $P_1, P_4$ )	33	23	0.026	0.384	3.217 +	7.272 +	0.433 +	2.095 +

a) Suma de cuadrados de los residuos.

b) Coeficiente de determinación corregido por grados de libertad.

c) Corresponde al valor de la estadística  $F$ .

+ La estadística es significativa al 5%.

(4') se estimó usando un índice de la producción industrial como variable del producto interno bruto. La posiblemente errónea elección de la "proxy", hace que la interpretación de los resultados se haga con cautela.

Las estadísticas de prueba se reportan en el cuadro 2. Unicamente cuando se usan precios al mayoreo (transformados), es decir, R.2.d, existe una relación significativa (columna 8). Sin embargo, la hipótesis monetarista fundamental de que  $\sum f_i$  se rechaza (columna 9 y 10).

Para concluir esta sección, se aprecia que, contrariamente a las propuestas, no existe una alta correlación entre la inflación y la cantidad de dinero. Parecería entonces que hay otros factores, aparte de la influencia de la oferta de dinero, que son esenciales para la explicación de la inflación en México durante el período 1970-82 (J. Ros, 1983).

### III. ¿El crecimiento monetario precede a la inflación?

Las regresiones precedentes suponen que el dinero es la variable exógena. Esto se debe tanto a la teoría monetarista *a priori*, como a que se argumenta que los cambios en la oferta de dinero se realizan antes que los cambios en la inflación, es decir, que el dinero precede a la inflación en el tiempo.

¿Es cierto? Esto se puede determinar a través de los correlogramas cruzados 1 y 2. Ellos son gráficas de una serie de coeficientes de correlación que miden la asociación entre dos variables con un rezago dado.

Es decir, las series:

$$R_k = \frac{(M_t^* - \bar{M}^*)}{[(M_t^* - \bar{M}^*)^2]} - \frac{(P_{t-k} P_{t-k}^*)}{[(P_t^* - \bar{P}_t^*)^2]^{1/2}}$$

En donde \* significa que los datos han sido transformados, y barra (-) significa el valor promedio de las variables.  $K = -m, \dots, 0, \dots, m$ ;  $n =$  número de observaciones. El valor significativo (al 5%) de  $R_k$  ( $R_k > 2/n^{1/2}$ ), y el rezago más significativo entre las dos variables es dado por el valor absoluto más alto de  $R_k$ . El lado izquierdo de la gráfica muestra el caso donde la primera serie mencionada precede a la segunda, mientras que el lado derecho muestra lo contrario.

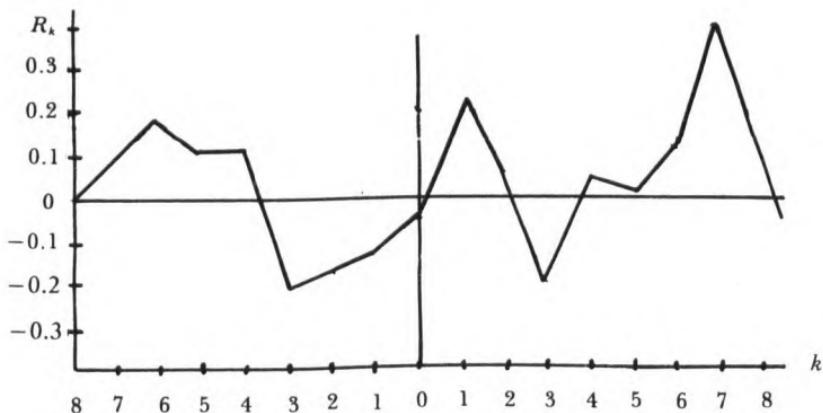
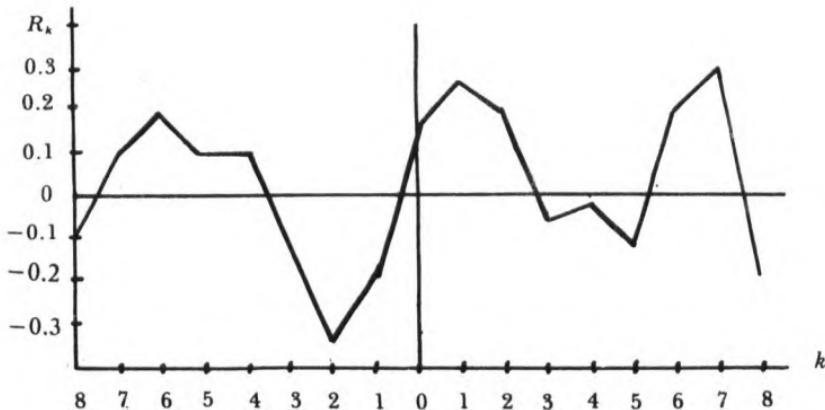
Como se puede ver en el correlograma cruzado 1, la relación promedio de desfase entre dinero y precios al consumidor es una en la que los cambios monetarios se verifican siete períodos antes que los cambios en los precios del consumidor. Los precios de mayoreo — que se pueden ver en el correlograma cruzado 2 — por otro lado, parecen cambiar dos períodos antes que los cambios en el dinero.

La respuesta a la pregunta de cuál es la variable causal, por lo tanto, depende del índice utilizado en la medición de la inflación. El orden

Cuadro 2\*

Número de la Regresión	Datos	Transformaciones	Autocorrelación	No. Obs.	Grados de Libertad	Pruebas de las Regresiones				Pruebas de las Hipótesis			
						SCR <sup>a</sup>	R2C <sup>b</sup>	ANOVAR <sup>c</sup>	H <sub>i</sub> <sup>0</sup> f <sub>i</sub> = 1	F	W	F	W
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)		(13)
R.2.a	D <sup>1</sup> D <sup>4</sup> Ln			41	22	0.013	0.076	1.848	0.272	0.507	3.153	5.873	0.258
R.2.b	D <sup>1</sup> D <sup>4</sup> Ln	A.C. (P <sub>1</sub> P <sub>4</sub> )		37	19	0.0171	0.210	1.562	0.0002	0.0005	2.983	5.804	0.173
R.2.c	D <sup>1</sup> D <sup>4</sup> Ln			37	18	0.014	0.227	1.584	0.113	0.232	0.235	0.482	0.187
R.2.d	D <sup>1</sup> D <sup>4</sup> Ln	A.C.(P <sub>1</sub> , P <sub>4</sub> )		33	14	0.013	0.498	2.761 +	5.239 +	12.239 +	0.900	0.212	1.692

\*Ver notas al cuadro 1

**Precios al consumidor y dinero****Precios al mayoreo y dinero**

temporal aparece primero como un cambio en los precios al mayoreo seguido por los cambios en el dinero, a los que a su vez siguen cambios en los precios del consumidor.

Es decir, que la vinculación temporal entre estas variables no es tan definida como los monetaristas opinan. Es interesante el hecho de que este orden temporal entre las variables es compatible con los postulados keynesianos-estructuralistas. Pudiera pensarse en una explicación de este tipo como sigue: un aumento exógeno en los precios externos resulta en un incremento en los precios internos, más específicamente, en los precios al mayoreo. Vía el multiplicador monetario (endógeno), el incremento en los precios provoca un incremento en la oferta de dinero. El hecho de que los precios al consumidor aumenten después del cambio en la oferta monetaria únicamente hace evidente la existencia de un período de ajuste, al final del cual, el alza en los precios al mayoreo se refleja en los precios al consumidor.

#### IV. ¿Es exógeno<sup>6</sup> el dinero?

Es un truismo (axioma) que ni una estrecha asociación estadística entre dos variables, ni el hecho de qué una variable preceda temporalmente a otra, puede ser indicador de la dirección de la causalidad. Esta es la razón por la cual las discusiones acerca de qué causa qué, dan lugar a polémicas, a veces acaloradas (M. Friedman, 1970 y N. Kaldor, 1974) acerca de estructuras teóricas alternativas, las cuales son compatibles con los "hechos".

Como se mencionó anteriormente, el modelo monetario subyacente en las regresiones presentadas no parece ser *a priori* relevante para el caso de México. Aún más, hay ciertas características de la economía mexicana que sugieren que la oferta monetaria (o cuando menos algunos de sus componentes) es una variable endógena:

Primero, las autoridades monetarias han seguido una política encaminada hacia el manejo de tasas de interés. Entonces, la oferta monetaria está determinada por la demanda en la medida en que las tasas de interés son estabilizadas. En segundo lugar, México es una economía abierta en un sentido financiero. Esto es, durante el período de estudio el peso era una moneda libre y plenamente convertible. Por tanto, en la medida en que flujos contrarrestantes de capital privado hayan tenido lugar y no hayan sido esterilizados dada la ausencia de instrumentos monetarios adecuados, la oferta monetaria se convierte en una variable

<sup>6</sup> En la literatura se aprecia que el término "exógeno", cuando se refiere a la oferta monetaria, tiene dos interpretaciones: una en el sentido económico, cuando se afirma que la oferta monetaria no está determinada por la demanda; y otra, que tiene que ver con la posibilidad del gobierno de controlar la oferta de dinero. En esta sección se utilizan ambas acepciones.

endógena. Por último y en un sentido más formal, la oferta monetaria es el producto final del comportamiento de las carteras del sector privado financiero y el sector no financiero, así como del comportamiento del banco central y del gobierno.

En consecuencia, los ajustes realizados por el sector privado, que se derivan de la aceleración de la inflación, afectan el componente externo de la base monetaria debido a la influencia de los residentes en el país, así como el perfil temporal del multiplicador monetario. Dado que en México parece no existir una formalización y estimación de las interrelaciones mencionadas, es dudoso que las autoridades monetarias hayan tenido la habilidad para contrarrestar dichos ajustes de cartera y por tanto controlar efectivamente la oferta monetaria. Los argumentos expuestos sugieren que la oferta monetaria es probablemente una variable endógena. Al usar la oferta monetaria como variable independiente en las regresiones anteriores, se tendría entonces como resultado estimadores asintomáticamente sesgados de la influencia del dinero.

Por lo tanto, los coeficientes de regresión no constituyen un buen indicador del perfil temporal del impacto del dinero sobre la inflación. Adicionalmente las regresiones indican un bajo nivel de asociación, tal como están especificadas, entre dinero e inflación. Sin embargo, aun cuando esta asociación fuera alta no garantizaría necesariamente que una política monetaria contraccionista reduciría la inflación. La razón de esto es que una política monetaria contraccionista puede conducir a un cambio estructural en las funciones de demanda de acervos financieros, tal como lo sugiere la experiencia de otros países (Boughtron, 1978).

Sin embargo, la pregunta planteada en esta sección es si el dinero es exógeno con respecto a la inflación, lo cual sugiere que la respuesta debe buscarse utilizando la teoría y examinando las características relevantes de la economía mexicana. *A priori*, se postula que el dinero es una variable endógena.

Existe por otra parte, una prueba estadística de "causalidad". La prueba de C.A. Sims (1976) ha sido aplicada por diversos autores a la relación entre inflación y crecimiento de la oferta monetaria en México. S. Wachter (1976) concluye que la dirección de causalidad va de la inflación hacia el crecimiento monetario. Gómez Oliver (1977) llega a la conclusión contraria.

Estos estudios emplean la definición de causalidad propuesta por C.W.J. Granger (1969). Es decir,  $M$  causa  $P$  si el conocimiento pasado de  $M$  reduce la variancia del error de predicción de  $P$  más allá de lo que la reducirá el conocimiento pasado de  $P$  únicamente. Formalmente:

$$\text{var}(P_t/P_{t-1}, \dots, P_{t-n}, M_{t-1}, \dots, M_{t-m}) < \text{var}(P_t/P_{t-1}, \dots, P_{t-n})$$

Sims convierte esta definición en un concepto más operacional. Sugiere estimar las ecuaciones presentadas más adelante (R.3 y R.4) corregidas por autocorrelación con los datos transformados para obtener series con covariancia estacionaria y media cero:

$$M_t = a_1 + B_{11}(F) P_t + B_{12}(L) P_t + e_t \quad (R.3)$$

$$P_t = a_2 + B_{21}(F) M_t + B_{22}(L) M_t + e_t \quad (R.4)$$

donde:  $B_{ij}(F)$  es el operador de rezago negativo, o sea

$$B(F) X_t = F_1 X_{t+1} + F_2 X_{t+2} + \dots + F_n X_{t+n}$$

Se pueden identificar cuatro casos:

- Si, para toda  $t$ ,  $B_{11}$  es estadísticamente significativa pero  $B_{21}$  no lo es, entonces  $M$  "causa"  $P$  (el caso monetarista).
- Por el contrario, si  $B_{11}$  no es significativa y  $B_{21}$  sí lo es, entonces  $P$  "causa"  $M$ .
- Si ambas,  $B_{21}$ ,  $B_{11}$  son significativas, entonces se tiene retroalimentación, es decir la causalidad es bidireccional.
- Finalmente, si  $B_{21}$  y  $B_{11}$  no son significativas, la conclusión es que  $M$  y  $P$  son independientes.

El atractivo principal de esta tesis es que parece que permite decidir estadísticamente cuál es la variable causal, es decir, los datos son los que deciden. Antes de discutir los resultados que arrojan las regresiones R.3 y R.4, es conveniente señalar una serie de críticas que se le pueden hacer a esta prueba de causalidad.

En primer término, la prueba de Sims parece tener poca relación con la definición filosófica o de uso corriente de la palabra "causalidad". Esta prueba define causalidad como "la reducción en la variabilidad de predicción con respecto a un conjunto de información dado". Puede afirmarse que, econometricamente, la variable definida como causal o exógena provoca un cierto efecto en una variable endógena. De manera que la prueba de Sims ayuda a determinar cuál es la variable exógena. Sin embargo, como Nelson (1980) señala, el uso de la palabra "exógeno" en la prueba de Sims no es el mismo que se le da "normalmente", es decir, "generado por fuera".

Entonces, aun si  $B_{21}(F)$  es significativa para toda  $t$  y  $B_{11}(F)$  no lo es, se debe ser cuidadoso en la interpretación de los resultados, pues difícilmente se pueden derivar afirmaciones categóricas acerca de la causalidad o exogeneidad de una variable.

Teniendo en cuenta las observaciones anteriores, en el cuadro 3 se analizaron los resultados de las regresiones R.3 y R.4; las regresiones sistemáticas

Cuadro 3  
Prueba de Sims

<i>No. de Regresión</i>	<i>Variables Dep. Indep.</i>	<i>Transformación Datos Autocor.</i>	<i>No. Obs.</i>	<i>Grados de lib.</i>	<i>R2C</i>	<i>ANOVAR</i>	$F_f(*)$
R. 3.a	MOI IPM	$D^1 D_4 L n AC(P_1, P_3)$	30	16	0.601	4.36	0.901
R. 4.a	IPM MOI	$D^1 D^4 L n AC(P_1, P_4)$	29	15	0.247	1.707	0.185
R. 3.b	MOI IPC	$D^1 D^4 L n$	33	19	0.010	1.026	1.071
R. 4.b	IPC MOI	$D^1 D^4 L n AC(P_1, P_4)$	29	15	0.440		0.466

\* Estadística F para los valores futuros.

utilizando 4 rezagos negativos (hacia el futuro) y 8 rezagos positivos (hacia el pasado), únicamente estimando el dinero como función de valores pasados y futuros de los precios al mayoreo (regresión 3.a.) de resultados significativos. Sin embargo, ninguno de los valores futuros de  $M$  y  $P$  son significativamente distintos de cero al nivel del 5%.

Esto indica que  $M$  y  $P$  son inesperadamente independientes, pero debe tomarse esta sugerencia con ciertas reservas. Las regresiones sin restricciones *a priori* como R.3 y R.4 carecen de propiedad de parsimonia y consecuentemente el poder de la estadística de prueba se reduce, lo cual puede influir en la obtención del resultado antes mencionado (G.W. Schwert, 1980).

Para concluir esta subsección, es conveniente señalar que existen varias razones aceptables de por qué la oferta monetaria en México es una variable endógena, de manera que la estimación de regresiones de la inflación sobre el crecimiento de la oferta monetaria es un ejercicio cuyos resultados tienen poca validez.

## V. Conclusión

Como fue señalado en la introducción, el modelo monetarista, suponiendo competencia perfecta y ajuste instantáneo en los precios, no parece proporcionar una descripción adecuada de la economía mexicana. *A priori*, no parece ser el modelo relevante.

Esta observación parece confirmarse con la evidencia econométrica presentada en este trabajo. Los "hechos" no son aquellos que afirman los monetaristas. Sin embargo, los resultados específicos dependen crucialmente de la técnica empleada. Es decir, las respuestas dependen no sólo de las preguntas planteadas, sino también de la técnica econométrica. La evidencia empírica no permite sustentar las hipótesis monetaristas. Por el contrario, los resultados tienden a rechazar los postulados por parte de la escuela de Chicago.

Los resultados obtenidos sugieren: *i*) No existe una alta asociación entre dinero e inflación. La variación explicada es muy pequeña. En consecuencia, una política monetaria restrictiva no es necesariamente el mejor instrumento para reducir el crecimiento de los precios. *ii*) El orden de causalidad temporal entre las variables es el siguiente: inicialmente, hay un incremento en el nivel de precios al mayoreo; segundo, un aumento en la oferta monetaria y finalmente un alza en los precios al consumidor. Este orden temporal no corrobora necesariamente las tesis monetaristas y sin embargo es compatible con una explicación de la inflación de tipo keynesiano-estructuralista.

Finalmente, se postuló *a priori* la endogeneidad de la oferta monetaria, la cual responde pasivamente ante cambios en la economía —particularmente en la inflación—. Se aplicó la prueba de Sims de

“exogeneidad-causalidad”. Los resultados de esta prueba apoyan la hipótesis de independencia entre  $M$  y  $P$ . Sin embargo, fue consignado que el bajo poder estadístico de la prueba pudiera sesgar las conclusiones de la misma.

Las pruebas econométricas que se reportan en este trabajo sugieren, entonces, que la inflación no es siempre y en todos lados un fenómeno monetario, al menos, no para México durante el período 1970-82.

## Bibliografía

- Friedman, M. (1970). "The New Monetarism: Comment". *Lloyds Bank Review*, p.p. 52-53
- \_\_\_\_\_. (1970). "The Counter-Revolution in Monetary Theory". *Institute of Economic Affairs*, Occasional Paper No. 33. Londres.
- Gómez, Oliver, A. (1978). *Dinero, Inflación y Comercio Exterior en México*. CEMLA. México.
- Granger, C.W.J. (1969). "Investigation causal relations by econometric models and cross spectral methods" *Econometrica* 37, p.p. 424-438.
- Granger, C.W. J. y Newbold, P. (1977). *Forecasting Economic Time Series*. Academic Press.
- Hahn, F. (1981). "General Equilibrium Theory" en *The Crisis in Economic Theory* eds. Bell D., y Kristol I.
- Hume, D. (1752). "Of Money" *Political Discourses*, p.p. 41-59.
- Kaldor, N. (1970). "The New Monetarism". *Lloyds Bank Review* p.p. 1-17.
- Modigliani, F. (1977). "The Monetarist Controversy or should we forsake stabilisation policies". *American Economic Review*, 67, p.p.1-19.
- Nelson, C.R. (1979). "Discussion of the Zellner and Schwert Papers", en *Three Aspects of Policy and Policymaking: Knowledge, Data and Institutions* ed. Brunner K. y Meltzer A.H. North-Holland.
- Ros, J. (1983). *El Proceso Inflacionario en México: 1979-82*. CIDE, mimeo.
- Ruprah, I. (1982). "El teorema de la paridad del poder adquisitivo" *Economía Mexicana* No. 4, p.p. 61-76.
- Sims, C.A. (1972). "Money Income and Causality" *American Economic Review* 62, p.p. 540-552.
- Stein, J.L. (1982). *Monetarist, Keynesian and New Classical Economics*. Basil Blackwell. Oxford.
- Schwert, G.W. (1979). "Tests of Causality: The Message in Innovations". *Carregie—Conference Series on Public Policy (Suplemento del Journal of Monetary Economics)*, Vol. 10, 55-96.
- Wachter, S. (1976). *Latin American Inflation*. Lexington Books.

# Fuentes del proceso inflacionario en México: análisis de causalidad \*

José Dávila  
Alain Ize  
José Morales

## I. Introducción

Una de las críticas recientes al enfoque econométrico tradicional se ha centrado en la imposición hecha *a priori* de restricciones arbitrarias sobre las relaciones funcionales que puedan existir dentro de un conjunto de observaciones empíricas. Según estas críticas,<sup>1</sup> sería preferible dejar que los datos hablaran por sí mismos para indicar cuáles restricciones son apropiadas, antes de formular cualquier modelo econométrico.

Algunos métodos y técnicas han sido propuestos para un análisis exploratorio de este tipo. Entre éstos destaca el análisis bivariado de causalidad por su sencillez y por el hecho que puede ser utilizado aún con muestras de tamaño relativamente moderado<sup>2</sup>. Este ensayo presenta varios tipos de análisis de causalidad llevados a cabo entre los precios, por una parte, y variables de costo, de demanda o monetarias, por otra parte. Los resultados obtenidos permiten enriquecer el debate en torno a las posiciones monetarias, keynesianas y estructuralistas sobre el origen y naturaleza de los procesos inflacionarios que México ha sufrido en la últimas tres décadas.

La exposición cuenta, además de esta introducción, con tres partes. En la sección II se describe muy brevemente la metodología utilizada. En la sección III se presentan los resultados y, en la IV se sintetizan las conclusiones importantes.

\* Este ensayo se extrajo de un trabajo presentado como tesis de licenciatura en el Instituto Tecnológico Autónomo de México por José Dávila y José Morales. Los autores agradecen muy particularmente la valiosa ayuda brindada por Gabriel Vera y Víctor Guerrero del Banco de México, en los aspectos econométricos y estadísticos del trabajo.

<sup>1</sup> Véase en particular C. Sims (1960).

<sup>2</sup> Conforme aumenta la cantidad de variables que se quiere integrar dentro de un mismo análisis de causalidad, debe de aumentar el tamaño de la muestra.

## II. Metodología

### 1. Pruebas de causalidad

En este trabajo se comparan los resultados obtenidos con tres tipos de pruebas de causalidad, dos econométricas y una estadística. Las pruebas econométricas son las de C. Granger y de C. Sims, la prueba estadística es la de L. Haugh.<sup>3</sup>

La prueba de Granger consiste en estimar la siguiente regresión:

$$X(t) = \sum_{j=1}^n \alpha_j X(t-j) + \sum_{j=1}^m \beta_j Y(t-j) + \varepsilon_t$$

Si los coeficientes  $\beta$  en esta regresión son conjuntamente significativos,<sup>4</sup> se concluye que la variable  $Y$  "causa" a la variable  $X$ .

El procedimiento propuesto por Sims usa por su parte la regresión siguiente:

$$Y(t) = \alpha + \sum_{i=-m}^n \beta_i X(t-i) + \mu_t$$

Si los coeficientes  $\beta$  correspondientes a los valores adelantados de la variable  $X$  ( $i = 1, n$ ) son significativos en conjunto,<sup>4</sup> se concluye que la variable  $Y$  "causa" a la variable  $X$ .

El método de Haugh consiste en analizar las correlaciones cruzadas existentes entre los residuos de series modeladas por procesos ARIMA. Se examinan las correlaciones cruzadas entre el residuo en el tiempo  $t$  de la variable  $X$  y los residuos pasados, actuales y futuros de la variable  $Y$ . La hipótesis de independencia entre las dos series es comprobada después mediante el uso de un estadístico desarrollado por Haugh y que está aproximadamente distribuido como una  $X^2$ .<sup>5</sup> Otro estadístico permite, una vez que se haya comprobado que las series no son independientes, definir cuál es la dirección de causalidad entre ambas; se examinan para esto por separado las correlaciones cruzadas entre residuos pasados y futuros de la variable  $Y$  y el residuo en el tiempo  $t$  de la variable  $X$ .<sup>6</sup>

<sup>3</sup> Para una descripción más completa y formal de estas pruebas, de sus características y de sus ventajas comparativas, véase el trabajo de Gabriel Vera en esta misma colección de ensayos.

<sup>4</sup> Se usa un estadístico  $F$  para comprobar la significancia conjunta.

<sup>5</sup> Este estadístico será referido como  $S_m$  en adelante.

<sup>6</sup> El estadístico correspondiente se define en adelante como  $S$ .

Debido a la posible presencia de autocorrelación en los errores, las técnicas convencionales de regresión (Granger y Sims) pueden sesgar las pruebas hacia la aceptación de la hipótesis de dependencia (y por lo tanto de "causalidad") cuando las series son en realidad independientes. Asimismo, la omisión en las técnicas de regresión de valores rezagados o futuros importantes puede provocar sesgos en los coeficientes estimados y errores en las pruebas de hipótesis. Por estas razones, el método de Haugh es más seguro, aunque menos "poderoso" que los métodos de regresión ya que puede conducir a rechazar con demasiada frecuencia la hipótesis de dependencia entre las series. Debido a estos y a otros problemas<sup>7</sup> se optó por usar simultáneamente las tres pruebas y comparar sus resultados.

## 2. *Información utilizada*

En los métodos de regresión, las series fueron pre-filtradas con un filtro común: pruebas preliminares parecieron indicar que la segunda diferencia de una diferencia anualizada de los logaritmos permitía, en la mayoría de los casos, eliminar la correlación serial de los errores.<sup>8</sup> Los datos utilizados fueron, en general, de periodicidad trimestral a excepción de las series correspondientes a las tasas de interés interna y externa que son mensuales.<sup>9</sup>

Con el método de correlaciones cruzadas se usaron en general datos mensuales excepto en el caso del índice de uso de la capacidad instalada y en el de los salarios, para los cuales no existe información mensual que cubra el período considerado. Los estadísticos S y Sm se calcularon para 6 y 12 rezagos, y en algunos casos para 24, con el objeto de permitir una mejor identificación del tiempo necesario para que una variable afecte a la otra.<sup>10</sup>

Las muestras se dividieron, cuando la información disponible lo permitió, en dos sub-muestras. La primera cubre el período 1950-65, la segunda el período 1966-80. Se intentó así analizar hasta qué punto el comportamiento macroeconómico de la economía mexicana ha sufrido un cambio estructural importante a través de los años. En algunos casos, sin embargo, la falta de información impidió que se remontara hasta 1950. Más aún, en el caso de algunas variables monetarias, se tuvo que limitar el análisis al período 1970-80.

<sup>7</sup> Véase el trabajo de Gabriel Vera en esta colección para un análisis más detallado de estos puntos.

<sup>8</sup> Sin embargo en algunos casos no fue posible eliminar completamente la correlación serial de los errores, por lo que se tuvo que aplicar la técnica de corrección de Cochrane-Orcutt.

<sup>9</sup> Véanse las fuentes y descripción de los datos en el apéndice.

<sup>10</sup> Para una descripción más detallada de estos estadísticos y de los modelos ARIMA elaborados para cada serie, véase J. Dávila y J. Morales (1982).

### III. Resultados

#### 1. *Variables externas*

La primera serie de pruebas está centrada en la hipótesis de "inflación importada"; trata de identificar la importancia de variables externas tales como los precios y la tasa de interés mundiales en la determinación de la inflación interna. Para esto, se realizan pruebas bivariadas de causalidad entre precios mundiales<sup>11</sup> (*PE*) y precios internos (*P*), por una parte, y entre la tasa de interés externa (*RE*) y tasa interna (*r*), por otra.

Los resultados sintetizados de las pruebas de regresión se presentan en el cuadro 1, y los de correlaciones cruzadas en los cuadros 2 y 3. Se aprecia que la relación precios mundiales/precios internos no es significativa en ninguna de las tres pruebas para el período 1950-65, mientras que es sumamente significativa para el período siguiente (1966-80), con un impacto concentrado sobre todo en el primer trimestre. Esto hace pensar que la economía mexicana ha pasado por un proceso de "apertura real" progresiva hacia el exterior.<sup>12</sup>

Por su parte, la tasa de interés interna, al menos en épocas recientes (la prueba cubre el período enero 1975 a diciembre 1980), parece haber sido afectada significativamente por la tasa externa, instantáneamente (véase la prueba de Haugh) y con un rezago de 3 a 4 meses.<sup>13</sup> Se aprecia así que la economía mexicana ha estado, en años recientes, también relativamente abierta por el lado financiero.

#### 2. *Variables internas de costos*

Se escogieron después tres variables internas de costos que han sido asociadas en alguna forma con versiones "estructuralistas" de la inflación: salarios y prestaciones (*s*), tasa de interés (*r*) y precios agrícolas (*PA*). Los resultados correspondientes se encuentran en los cuadros 4 (análisis de regresión), y 5 y 6 (correlaciones cruzadas).

Empezando con el índice de salarios, las tres pruebas señalan la existencia de una relación de causalidad bidireccional para el período 1950-65, localizada esencialmente en el primer trimestre después del impacto. Esta no parece sin embargo ser muy intensa, en ningún sentido, ya que las pruebas *F* (para las pruebas de regresión) no rebasan un nivel de significancia del 10% mientras que el estadístico *Sm* (para la prueba de

<sup>11</sup> Expresados en pesos de acuerdo a la tasa de cambio correspondiente.

<sup>12</sup> Esta conclusión debe, sin embargo, ser un poco matizada, ya que una prueba de Haugh que aisla más la devaluación de 1954 y que considera solamente el período 1950-55 resulta ser ligeramente significativa (véase el cuadro 2).

<sup>13</sup> Nótese sin embargo que el estadístico *Sm* resulta también significativo al 5% en la dirección inversa de causalidad. Esta correlación es claramente espuria.

Cuadro 1

Relación	Período	Granger		Sims	
		1950-65	1966-80	1950-65	1966-80
$P^e \rightarrow P$	Prueba F	.827	24.4***	.511	18.5***
	Rezagos + Significativos	5* 6* (-1.4), (-1.5)	1***, 2*, 5***, 7** (11.0) (1.5) (3.5) (2.3)	—	1*** (6.77)
$r^e \rightarrow r$	Período	—	75-80	—	75-80
	Prueba F	—	1.84*	—	2.81**
	Rezagos		4*		0*, 3*, 4***, 5**, 7*
	Significativos	—	(1.31)	—	(1.5) (1.6) (2.5) (2.3) (1.3)

Notas: \*: significativo al 10%

\*\*: " " 5%

\*\*\*: " " 1%

+: La selección del número de rezagos de cada variable a incluir en las pruebas se hizo por aproximaciones sucesivas, descartando los rezagos más lejanos que eran muy poco significativos y cuya eliminación no alteraba el resto de la regresión. Para el detalle de las regresiones efectuadas, véase Dávila y Morales (1982).

( ) Las cifras entre paréntesis son estadísticas *t*.

Cuadro 2

Relación	Período	Sm		
		-6 a 6	-12 a 12	-24 a 24
$P^e \rightarrow P$	1950 - 65	15.55	28.99	58.98
	1966 - 80	48.53***	71.35***	87.25***
	1950 - 55	28.33**	27.10	45.21
$r^e \rightarrow r$	1975 - 80	42.00***	50.65***	59.76

Notas: \*: significativo al 10%

\*\*: " " 5%

\*\*\*: " " 1%

Cuadro 3

Relación	Período	$r(o)^+$	S		
			1 a 6	1 a 12	1 a 24
$P^E \rightarrow P$	1950-55	0.243**	12.89**	13.98	—
	1966-80	0.362**	21.75***	38.51***	—
$P \rightarrow P^E$	1950-55	0.243**	6.17	8.83	—
	1966-80	0.362**	3.33	9.29	—
$r^E \rightarrow r$	1975-80	0.442**	10.01	14.44	52.20***
	1975-80	0.442***	18.16**	22.32**	24.56

Notas: \*: Significativo al 10%

\*\*: " " 5%

\*\*\*: " " 1%

+ :  $r(o)$  corresponde a la correlación entre residuales de la serie en el tiempo cero.

Haugh) alcanza el 5% solamente. Para el segundo período (1966-80), tanto las pruebas de Granger y Sims como la de Haugh señalan la existencia de una clara causalidad de salarios hacia precios. Los impactos son instantáneos (pruebas de Sims y Haugh)<sup>14</sup> y rezagados de 4 a 5 trimestres. El signo del impacto rezagado es predominantemente negativo en todas las pruebas, lo que pudiera indicar que los salarios han jugado en ese período un papel estabilizador en el proceso inflacionario.<sup>15</sup> Las pruebas de Granger y Sims indican también cierta retroalimentación positiva de precios hacia salarios, localizada en el cuarto trimestre después del movimiento en precios. Esta causalidad inversa parece sin embargo ser bastante más atenuada que la causalidad directa salarios/precios, si se comparan los estadísticos  $F$  para ambos sentidos. Por su parte, la prueba de Haugh (estadístico  $S$ , en el cuadro 6) no indica que haya retroalimentación, lo que tiende a reforzar la hipótesis que el sentido de causalidad en este período fue esencialmente de salarios hacia precios y no al revés.

En las pruebas bivariadas entre el índice de precios agrícolas y los precios al mayoreo, las pruebas de Granger y de Haugh señalan para el período 1950-65 la existencia de causalidad unidireccional del índice agrícola hacia el índice general, con signos esencialmente negativos, lo que podría de nuevo indicar que los precios agrícolas han permitido

<sup>14</sup> Nótese que el sentido de la causalidad en el caso de una relación instantánea no puede ser inferido a partir de los datos. Es sin embargo razonable esperar que el impacto de una alza de salarios repercuta inmediatamente en precios mientras que lo opuesto parecería *a priori* más dudoso.

<sup>15</sup> Los signos negativos encontrados indican que una aceleración en los salarios es seguida por una desaceleración de los precios. Esto podría suceder por ejemplo si, después de una aceleración inicial de los precios, los salarios quedan estancados y se aceleran finalmente en mucho menor proporción, provocando así una desaceleración de los precios.

Cuadro 4

Relación	Período	Granger		Sims	
		1950 — 65	1966 — 80	1950 — 65	1966 — 80
$S \rightarrow P$	Prueba F	2.05*	9.13***	2.34*	4.1***
	Rezagos	1***, 3*, 4* (2.4) (1.4) (1.5)	2**, 4***, 5***, 7** (1.8) (-5.9) (-3.8) (-1.9)	0*, 1**, 4* (-1.4) (2.8) (1.5)	0**, 3**, 4*** (2.3) (2.3) (-3.2)
	Significativos			2.99*	2.4*
$P \rightarrow S$	Prueba F	1.83*	3.55***	4***	
	Rezagos	1***, 3**, 5**, 6* (2.9) (2.1) (1.9) (-1.4)	4*** (3.4)	1*** (2.4)	0***, 4***, 5* (3.9) (2.9) (1.6)
	Significativos			.95	.65
$P^A \rightarrow P$	Prueba F	8.42***	—	—	—
	Rezagos	2***, 3***, 4***, 5*** 6*** (-2.9) (-3.0) (-3.4) (-2.4) (-2.5)	3.81***	2.17*	4.6***
	Significativos				
$P \rightarrow P^A$	Prueba F	1.55	3.81***	2.17*	4.6***
	Rezagos	1**, 2**, 3** (2.0) (1.8) (2.0)	1***, 2*, 6**, 7*** (3.5) (1.4) (1.9) (-3.1)	0***, 1***, 2*, 3* (3.2) (4.2) (1.5) (1.6)	0**, 1***, 7*** (2.0) (2.6) (-2.6)
	Significativos				
	Prueba F	—	(75 — 80) 1.25	—	(75 — 80) 3.27***
$r \rightarrow P$	Rezagos	—	2*, 7*	—	3***, 4**, 7* (3.1) (-2.2) (-1.4)
	Significativos		(-1.5) (-1.4)		
	Prueba F	—	.81	—	1.1
	Rezagos	—	—	—	—
	Significativos				
$P \rightarrow r$					

Cuadro 5

Relación	Período	Sm		
		-6 a 6	-12 a 12	-24 a 24
$S \leftarrow P$	50 - 65	24.62**	41.73**	52.51
	66 - 80	26.76**	42.15**	55.04
$P^A \rightarrow P$	50 - 65	66.74***	84.15***	103.36***
	66 - 80	54.55***	67.89***	95.05***
$r \leftarrow P$	75 - 80	16.96	27.78	41.58

Notas: \*: Significativo al 10%  
 \*\*: " " 5%  
 \*\*\*: " " 1%

Cuadro 6

Relación	Período	$r(o)$	iS	
			1 a 6	1 a 12
$S \rightarrow P$	1950 - 65	- 0.046	8.93	20.01*
	1966 - 80	0.435**	12.91**	21.70**
$P \rightarrow S$	1950 - 65	- 0.046	15.40**	21.21**
	1966 - 80	0.435**	3.37	9.77
$P^A \rightarrow P$	1950 - 65	0.516**	10.68*	18.03
	1966 - 80	0.447**	6.01	14.23
$P \rightarrow P^A$	1950 - 65	0.516**	5.68	15.70
	1966 - 80	0.447**	12.94**	18.02

Notas: \*: Significativo al 10%  
 \*\*: " " 5%  
 \*\*\*: " " 1%

"frenar" a la inflación en ese período. Por su parte, la prueba de Sims ofrece resultados ligeramente discordantes ya que no detecta causalidad directa del índice agrícola hacia el nivel general mientras que señala una causalidad en el sentido inverso, aunque muy débil. Para el segundo período, las tres pruebas concuerdan en señalar la existencia de una causalidad fuerte y concentrada esencialmente en el primer trimestre del índice general hacia el agrícola, mientras que no detectan causalidad alguna en el sentido inverso.

Finalmente, las pruebas de Granger y Haugh, no permiten detectar causalidad alguna, en ningún sentido, entre tasa de interés y tasa de inflación para el período 1975-80. La prueba de Sims señala, sin embargo, la existencia de una relación causal de tasa de interés hacia precios, concentrada en el tercero y cuarto mes.

### 3. *Variables monetarias*

La relación dinero/precios, pieza central de la controversia monetarista/estructuralista, se analizó con varias definiciones de dinero. Para las pruebas de regresión se utilizó una serie trimestral de financiamiento del Banco de México al Gobierno Federal (*FG*), dividida en dos subperíodos: 1963-71 y 1972-79. Para la prueba de correlaciones cruzadas, se usaron unas series mensuales de crédito interno al gobierno (*CI*) ligeramente distintas<sup>16</sup> de la serie de financiamiento. Se usaron además series mensuales de base monetaria (*B*) para el período 1973-80 y de *M1* para los períodos 1950-65 y 1966-80.

Los resultados aparecen en los cuadros 7, 8 y 9. El análisis de regresión entre financiamiento al gobierno y precios, indica la existencia de causalidad de financiamiento hacia precios en la prueba de Granger para el período 1971-79; el efecto causal parece estar concentrado en el séptimo trimestre (año y medio) después del impacto. En el otro período, 1963-71, ninguna de las dos pruebas detecta causalidad alguna en uno u otro sentido. La existencia de causalidad inversa (de precios hacia financiamiento) es también rechazada en ambas pruebas para el segundo período.

El análisis de correlaciones cruzadas indica que no se puede rechazar la hipótesis de independencia entre las series de crédito interno y precios. Pero señala, al mismo tiempo, la posible existencia de una relación causal con un rezago mayor a un año de base monetaria hacia precios para el período 1971-80, y de *M1* hacia precios con un rezago menor a 6 meses, en ambos subperíodos analizados. Estas relaciones son, sin embargo, débiles, si se considera el grado de significancia de los estadísticos. Nótese finalmente que en la prueba de *M1* contra precios, existe para ambos períodos una correlación instantánea bastante significativa (véase el cuadro 9). Esto pudiera ser una indicación de causalidad inversa instantánea de precios hacia dinero.

### 4. *Variable de uso de la capacidad instalada*

Se utilizó finalmente una variable de uso de la capacidad instalada (*N*), derivada de las desviaciones de una serie capital/producto con relación a su tendencia,<sup>17</sup> para medir el grado de asociación entre demanda y precios. Los resultados aparecen en los cuadros 10 al 12. Las tres pruebas señalan la existencia de una causalidad fuerte de demanda hacia precios para el período 1950-65, mientras que solamente el análisis de correlaciones detecta esa causalidad para el período 1966-80. Ninguna prueba detecta la existencia de una causalidad inversa importante.

<sup>16</sup> Véase la relación de series y fuentes estadísticas para una descripción más detallada.

<sup>17</sup> Para una descripción más detallada de la metodología utilizada en la obtención de esta serie véase A. Ize (1980).

Cuadro 7

Relación	Período	Granger		Sims	
		1963 - 71	1972 - 79	1963 - 71	1972 - 79
$FG \rightarrow P$	Prueba F	1.06	4.54***	1.16	1.58
	Rezagos	1** (-1.8)	1** (1.8)(1.4)(3.6)	0** (1.8)(1.7)	0** (2.0)(1.5)(2.2)(1.9)
	Significativos				
$P \rightarrow FG$	Prueba F	1.47	0.67 <sup>-</sup>	0.50	0.36
	Rezagos	4* (-1.6)(-1.5)	—	—	—
	Significativos				

Notas: \*: Significativo al 10%  
 \*\*: " 5%  
 \*\*\*: " 1%

Cuadro 8

Relación	Período	Sm		
		-6 a 6	-12 a 12	-24 a 24
$CJ \rightarrow P$	1960 - 70	10.07	21.33	36.96
	1971 - 80	18.98	29.53	54.84
$B \rightarrow P$	1971 - 80	16.95	30.58	66.91*
	1950 - 65	25.63**	35.98**	65.55*
$MI \rightarrow P$	1966 - 80	27.91***	42.15***	62.80

Notas: \*: Significativo al 10%  
 \*\*: " 5%  
 \*\*\*: " 1%

Cuadro 9

Relación	Período	r (o)	S		
			1 a 12	1 a 12	1 a 24
$B \rightarrow P$	1971 - 80	0.021	7.10	15.95	40.94**
$P \rightarrow B$	1971 - 80	0.021	6.52	16.67	25.06
$MI \rightarrow P$	1950 - 65	0.251**	9.33	15.14	0.97
	1966 - 80	0.258**	10.91*	14.75	0.902
$P \rightarrow MI$	1950 - 65	0.251**	4.97	9.48	17.86
	1966 - 80	0.258**	5.88	16.26	24.92

Notas: \*: Significativo al 10%

\*\*: " " 5%

\*\*\*: " " 1%

Cuadro 10

Relación	Período	Granger		Sims	
		1950 - 65	1966 - 80	1950 - 65	1966 - 80
$N \rightarrow P$	Prueba F	4.68***	0.66	7.40***	0.93
	Rezagos	1***, 2***, 3**, 4***, 5**, 6**, 7** (5.0) (4.4) (2.1) (2.5) (1.9) (1.7) (2.2)	1**	1*, 2***, 3* (1.8) (1.6) (2.7) (-1.4)	1*, 3* (1.6) (1.6)
	Significativos				
$P \rightarrow N$	Prueba F	0.95	1.47	0.31	1.86*
	Rezagos	3*, 5*, 7* (-1.4) (-2.0) (-1.4)	3*, 4**, 7* (-1.4) (-1.9) (-1.4)	7* (-1.6)	3*, 4* (-1.4) (-1.7)
	Significativos				

Notas: \*: Significativo al 10%

\*\*: " " 5%

\*\*\*: " " 1%

Cuadro 11

Relación	Período	Sm		
		- 6 a 6	- 12 a 12	- 24 a 24
$N \rightarrow P$	1950 - 65	30.98***	38.61**	52.19
	1966 - 80	20.89*	39.46**	65.31*

Notas: \*: Significativo al 10%

\*\*: " " 5%

\*\*\*: " " 1%

Cuadro 12

Relación	Período	$r (o)$	S	
			1 a 6	1 a 12
$N \rightarrow P$	1950 - 65	0.271**	23.84***	29.56***
	1966 - 80	0.029	17.60***	21.48**
$P \rightarrow N$	1950 - 65	0.271**	2.19	3.99
	1966 - 80	0.029	2.91	17.51

Notas: \*: Significativo al 10%

\*\*: " " 5%

\*\*\*: " " 1%

#### IV. Conclusiones

Estos resultados parecen conducir a las conclusiones siguientes:

i) La economía mexicana, relativamente poco abierta hacia el exterior en los años cincuenta, fue abriendose paulatinamente hasta volverse muy sensible a perturbaciones externas tanto reales como financieras. Los precios internos, en los últimos quince o veinte años han respondido muy fuertemente a los externos y las tasas internas de interés a las externas, aunque quizás no tan fuertemente como en el caso de los precios y a través de un proceso de apertura que se acentuó en épocas más recientes.

ii) Del lado de los costos internos, los salarios que parecieron formar parte de una débil espiral inflacionaria salarios/precios en los años cincuenta y principios de los sesentas, contribuyeron, en los setentas, a frenar el proceso inflacionario. Este último resultado es consistente con la política salarial restrictiva seguida en la mayor parte del sexenio 1976-82. Por su parte, los precios agrícolas parecen haber frenado la inflación hasta mediados de los sesentas, hipótesis *a priori* razonable si se considera que esos años fueron los de rápido desarrollo agrícola. En los setentas no parecen haber contribuido en forma significativa al proceso inflacionario, mientras que su dinámica fue afectada muy significativamente por la del índice general de precios.<sup>18</sup> Finalmente, existen algunos indicios de que las tasas de interés afectaron a los precios en épocas recientes. Sin embargo, la falta de unanimidad al respecto entre las pruebas utilizadas deja cabida a cierto margen de duda.

iii) No parece haber existido una relación causal fuerte y consistente entre dinero y precios en ningún sentido. El dinero, en algunas definiciones, parece afectar a los precios con un rezago bastante largo (mayor a un año) y los precios al dinero, en forma instantánea. Pero ninguna de estas hipótesis es soportada en forma contundente por los datos y pruebas realizadas.

<sup>18</sup> Este resultado es quizás un tanto sorprendente, ya que los precios agrícolas estuvieron en principio fuertemente controlados durante ese período.

iv) Los precios parecen haber sido afectados positivamente por las presiones ejercidas por la demanda sobre la oferta disponible, lo que contradice posiciones de tipo keynesiano en torno a la insensibilidad de los precios a cambios en demanda. Este fenómeno era, sin embargo, más claro y contundente en los años cincuenta que en épocas más recientes. Este último resultado se integra bien con los que fueron observados en el sector externo: el proceso gradual de apertura de la economía mexicana permitió reducir, desviándolas hacia el exterior, las presiones inflacionarias ejercidas por un uso excesivo de la capacidad instalada.

## Bibliografía

- Dávila, J. y Morales J. (1982). *La Inflación en México: Principales Fuentes Inflacionarias 1950-1980*. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico Autónomo de México.
- Ize, A. (1980). "Un análisis de la Inflación en México". *Monetaria*, Vol. 3, No 2.
- Sims, C. (1980). "Macroeconomics and Reality". *Econometrística*, Vol. 48, No 1.
- Vera, G. (1984). "La causalidad de Granger como herramienta de investigación empírica". (*Primer ensayo de esta misma edición*.)

## Relación de series y fuentes estadísticas

Precios: Índice general de precios al mayoreo en la Ciudad de México. Serie mensual/trimestral de 1947 a 1980. Fuente: Banco de México.

Precios agrícolas: Índice formado a partir de un promedio ponderado (de acuerdo a su participación relativa en el producto agrícola total) de los índices de precios de granos, frutas y legumbres (integrantes éstos del índice de precios al mayoreo). Serie mensual/trimestral. Fuente: Banco de México.

Tasa de interés interna: Tasa de interés pasiva para activos totales de la Banca Privada y Mixta. Serie mensual 1975-80.

Precios externos: Valor unitario de las exportaciones de los Estados Unidos de América. Ajustada en base al valor de la tasa de cambio. Serie mensual/trimestral de 1947-80. Fuente: International Financial Statistics.

Tasa de interés externa: "Prime Rate" de los bancos privados de E.U.A. Serie mensual de 1975-80. Fuente: Federal Reserve Bulletin.

Salarios. Índice de salarios industriales. Serie trimestral de 1947-80. Fuente: International Financial Statistics.

Base monetaria: Serie mensual de 1971 a 1980. Fuente: Banco de México.

Medio circulante: Serie mensual de 1950 a 1980. Fuente: Banco de México.

Financiamiento al Gobierno: Inversiones en valores Gubernamentales por parte del Banco de México + Crédito al Gobierno Federal por parte del Banco de México + Inversiones en Valores Gubernamentales por parte de Instituciones de Crédito privadas + Inversiones en Valores Gubernamentales por parte de las Instituciones nacionales de crédito. Serie trimestral de 1960 a 1979.

Crédito interno: De 1960 a 1970 se definió de la siguiente manera: Valores adquiridos en cuenta corriente (Banca privada y mixta) + Disponibilidades en el Banco de México (Banca privada y mixta) + Billetes + Moneda metálica – disponibilidades en oro, plata y divisas – Serie mensual de 1971 a 1980: Base monetaria – disponibilidades en oro, plata y divisas. Serie mensual. Fuente: Banco de México.

Variable de demanda: Transformación no lineal de la desviación con respecto a su tendencia de una serie producto/capital. Serie trimestral 1947-80.

Fuente: Ize, A. (1980). "Un Análisis de la Inflación en México." *Monetaria*, Vol. 3, No. 2.

# Dinero, precios y producto: un análisis de autorregresión vectorial para México

Javier Salas  
Alain Ize<sup>1</sup>

## I. Introducción

En este ensayo se analizan las relaciones dinámicas que guardan la inflación, el crecimiento del producto, la base monetaria y los precios externos, en el contexto de un modelo autorregresivo estimado con información trimestral para México. Esta clase de modelos macroeconómicos no requiere de restricciones previas, basadas en el conocimiento económico, para poder obtener la identificación de su estructura.<sup>2</sup> De hecho, una de las posibles causas de los fracasos en los pronósticos de los modelos econométricos tradicionales en los años setenta y principios de los ochenta puede encontrarse en una especificación inadecuada de los mismos debida a este tipo de restricciones.<sup>3</sup>

Los modelos autorregresivos, por lo tanto, no están basados en ninguna teoría económica, sino en la regularidad estadística presente en la información económica. Debido a esto, los modelos autorregresivos no son útiles para llevar a cabo análisis estructural, sino que encuentran su ventaja comparativa en la elaboración de pronósticos y simulaciones.

El tipo de preguntas que puede abordarse con un modelo de esta naturaleza es: ¿qué efecto tiene en la economía una perturbación en la base monetaria?; ¿qué tipo de respuesta se tiene de la autoridad monetaria a variaciones en el producto y el nivel de precios?; ¿qué relación existe entre los precios, la base y el tipo de cambio?; ¿con qué rapidez se ajustan los precios a fluctuaciones en el tipo de cambio?; etc., etc. Como puede apreciarse, este tipo de respuestas pueden contribuir al debate permanente entre las diversas teorías económicas, mismo que no ha encontrado solución totalmente satisfactoria en las aportaciones de los modelos econométricos tradicionales.

<sup>1</sup> Los autores agradecen la valiosa asistencia de Alejandro Rodríguez y Aurea Cornejo.

<sup>2</sup> La crítica a los modelos macroeconómicos tradicionales se encuentra en C. Sims (1980).

<sup>3</sup> Las restricciones más comunes son las de tipo cero, o las que añaden un número arbitrario de rezagos de alguna variable, para poder así identificar el modelo.

La sección II del estudio presenta la especificación teórica del modelo autorregresivo. En la sección III se lleva a cabo la estimación del modelo con datos trimestrales para el período de 1970-1982. La sección IV presenta una variedad de simulaciones que resultan de aplicar diversas perturbaciones a la estructura de los errores de las variables del modelo. Finalmente, las conclusiones y algunas advertencias se presentan en la sección V.

## II. Especificación del Modelo Autorregresivo

Suponiendo que  $Y(t)$  sea un vector que representa un proceso estacionario multivariado de dimensiones  $m \times T$ , se tiene que el proceso  $Y(t)$  puede ser representado de una manera aproximada por el siguiente sistema autorregresivo:<sup>4</sup>

$$Y(t) = K_0 + K_1 t + A_1 Y(t-1) + A_2 Y(t-2) + \dots + A_s Y(t-s) + V(t). \quad (1)$$

Aquí  $K_0$  y  $K_1$  son vectores de coeficientes de dimensiones  $m \times 1$  para el término constante y la tendencia, respectivamente, y  $A_1, A_2, \dots, A_s$  son matrices de coeficientes de dimensiones  $m \times m$  conformables con los rezagos del vector  $Y(t)$ .

Un supuesto importante es que los términos de error contenidos en  $V(t)$  no están autocorrelacionados, pero, sin embargo, puede existir correlación contemporánea en los errores correspondientes a diferentes variables. La especificación del término de error es:

$$V(t) \sim (0, \Sigma_{m \times m}), \quad (2)$$

donde los elementos de  $\Sigma$  son:

$$E(v_t^i v_{t+j}^j) = \sigma_{ij} \text{ para } t = t' \text{ y cualquier } i \text{ y } j, \quad (3)$$

$$E(v_t^i v_{t+j}^j) = 0, \text{ para } t \neq t' \text{ y cualquier } i \text{ y } j. \quad (4)$$

Aquí  $E(\cdot)$  representa el operador valor esperado,  $i$  y  $j$  cualquier par de variables, y  $t$  el tiempo.

Uno de los problemas que presenta una formulación de esta naturaleza es que el número de rezagos en la autorregresión no está determinado. A este respecto es deseable escoger un modelo con un número de rezagos generoso, sin que esto ponga en peligro la eficiencia de la estimación. En la siguiente sección se presenta una discusión de los criterios utilizados para la determinación del número de rezagos del modelo.

<sup>4</sup> Un proceso estacionario multivariado es aquel cuyas medias y varianzas para las  $m$  variables son invariantes en el tiempo, y las covarianzas entre diferentes valores del proceso en distintos períodos dependen solamente entre la distancia de los puntos y no en el tiempo.

También es importante verificar el supuesto de estacionaridad de las series que componen el modelo autorregresivo. Dado que el modelo se estima en primeras diferencias logarítmicas, la inclusión de un término de tendencia implica la incorporación de estacionaridad para términos hasta de segundo orden. Esta condición se debe verificar para cada una de las ecuaciones, incorporando el término de tendencia en las ecuaciones que así lo requieran.

La correlación contemporánea en la estructura de errores del modelo sugiere ordenar las ecuaciones del sistema de la variable más exógena a la menos exógena. La razón de este ordenamiento causal, obedece a la necesidad de estudiar cómo un cambio en una variable del sistema afecta a las demás, una vez que se han tomado en cuenta las interacciones contemporáneas entre las mismas. Este ejercicio se realiza a través de la correlación contemporánea en la estructura de los errores del modelo. No existe una forma única para ordenar las variables del sistema. Una herramienta útil en el diseño del ordenamiento de las variables consiste en la aplicación de pruebas de Granger bivariadas y en bloque. La evaluación numérica de estas pruebas se presenta en la siguiente sección.

El modelo autorregresivo puede escribirse a partir de la ecuación (1) como:<sup>5</sup>

$$(1 - A_1 L - A_2 L^2 - \dots - A_s L^s) Y(t) = V(t), \quad (5)$$

que de una forma más compacta se reduce a:

$$A(L) Y(t) = V(t). \quad (6)$$

Aquí,  $Y(t)$  es el vector que contiene las tres variables en estudio, que son: inflación, crecimiento del producto y crecimiento de la base.<sup>6</sup>  $A(L)$  es la matriz que representa la autorregresión,  $V(t)$  es la estructura de los errores dada por la expresión (2), y  $L$  es el operador de rezago ( $L Y(t) = Y(t-1)$ ,  $L^2 Y(t) = Y(t-2)$ , etc. Finalmente la ecuación (6) puede escribirse como:

$$Y(t) = C(L) V(t), \quad (7)$$

donde  $C(L) = A^{-1}(L)$ .

<sup>5</sup> Para facilidad de cómputo no se incluyen la constante y el término de tendencia.

<sup>6</sup> Aquí fue necesario adecuar la formulación del modelo con el propósito de poder obtener simulaciones realistas. La variable precios externos, aproximada por los precios al productor en los Estados Unidos ajustados por el tipo de cambio, se consideró totalmente exógena; debido a esto no fue necesario ajustar una autorregresión para dicha variable, pudiéndose incluir su valor contemporáneo en las otras tres ecuaciones. La justificación de este procedimiento se da más adelante.

La ortogonalización del vector de los términos de error  $V(t)$ , que es equivalente a separar los efectos contemporáneos de unos errores sobre otros, más un error aleatorio, está dado por el siguiente sistema:

$$v_i = e_i, \quad (8-a)$$

$$v_j = \beta_{j/i} v_i + e_j, \quad (8-b)$$

$$v_k = \beta_{k/i} v_i + \beta_{k/j} v_j + e_k. \quad (8-c)$$

Aquí las "v" y "e" corresponden a elementos de las matrices  $V(t)$  y  $E(t)$ , con una estructura causal de la variable i (más exógena) a la variable k (menos exógena). Los errores  $E(t)$  no deben estar autocorrelacionados, ni debe existir correlación contemporánea entre ellos. Las " $\beta$ " representan los impactos contemporáneos de las variables más exógenas sobre las menos exógenas.

El modelo autorregresivo puede escribirse, finalmente, como:

$$Y(t) = C(L) BE(t). \quad (9)$$

Los elementos de la matriz  $B$  corresponden a los estimadores de las " $\beta$ " de las ecuaciones (8-a) a (8-c), pudiéndose también obtener dicha matriz a partir de la matriz de varianza-covarianza  $\Sigma_{m \times m}$  de la expresión (2).<sup>7</sup> Esta nueva representación del modelo autorregresivo permite estudiar las propiedades dinámicas del sistema incorporando efectos contemporáneos en la respuesta de las variables a perturbaciones en alguna de ellas, o únicamente efectos parciales a través de la estructura autorregresiva. La siguiente sección presenta la estimación del modelo, así como todas las pruebas necesarias para su especificación y pruebas de causalidad.

### III. Estimación del Modelo

La estimación del modelo se llevó a cabo con información trimestral para el período 1970-82. Las variables se expresan como primeras diferencias logarítmicas con respecto al mismo trimestre del año anterior. La variable producto, se approximó mediante el índice del volumen de la producción industrial. Para los precios internos se utilizó el índice de precios al consumidor, y los precios externos se approximaron mediante el índice de precios al productor en los Estados Unidos, corregido por el tipo de cambio expresado en pesos por dólar.

<sup>7</sup>Si  $\Sigma$  es una matriz simétrica y no-negativa definida, puede escribirse  $\Sigma = V'V$ , donde  $V'$  es una matriz triangular. Si se multiplica  $V'$  por una matriz diagonal que contiene el inverso de los valores en la diagonal de  $V'$ , se obtiene la matriz  $B$ .

Esta última variable se considera exógena desde un principio, debido a que el tipo de cambio estuvo siempre controlado durante este período, con la balanza de pagos tendiendo a estar en franco desequilibrio. A este respecto, la variable básica de ajuste fue el endeudamiento público externo. Esta hipótesis —aunque en alguna medida contraria el espíritu del ejercicio— permitió clarificar los resultados, ya que pruebas preliminares con el tipo de cambio endógeno tendían a arrojar resultados sumamente inestables.

La determinación del número óptimo de rezagos a incluirse en cada autorregresión se llevó a cabo de la siguiente manera: aunque no existe un criterio único para este efecto, es conveniente incluir el número de rezagos que haga sentido desde un punto de vista de transmisión de los efectos que una perturbación en una variable tiene sobre las demás. Es decir, es de esperarse que una perturbación en la base monetaria tarde más tiempo en llegar a producir alteraciones en los precios y el producto, que una perturbación en el tipo de cambio. También, es conveniente destacar que debido a problemas de multicolinealidad, en general se obtienen estadísticas *t* muy bajas para los rezagos de las variables considerados individualmente, sobre todo para los retrasos más alejados. Debido a estas consideraciones, se especificó un modelo con tres rezagos para cada variable, exceptuando a la base monetaria que se incluyó con seis rezagos en las ecuaciones de precios y producto, y los precios externos que se incluyeron contemporáneamente en las tres ecuaciones. Finalmente, se llevaron a cabo pruebas para determinar si las autorregresiones debían o no incluir términos de tendencia. En los tres casos no pudo rechazarse la hipótesis nula de que el término de tendencia era igual a cero.

La especificación de un modelo con tres y seis rezagos por ecuación de una manera no uniforme implica que éste debe ser estimado por mínimos cuadrados generalizados, para obtener los estimadores simultáneos más eficientes.<sup>8</sup> Aquí, es conveniente destacar que es preferible utilizar una especificación realista, aunque esto redunde en un método de estimación más sofisticado. El incluir rezagos en exceso trae como consecuencia una mayor inercia en el modelo, que se deriva de una estimación más imprecisa de los parámetros originada por problemas de multicolinealidad y una mayor varianza de los estimadores.

Las pruebas de causalidad de Granger se presentan en el cuadro 1.<sup>9</sup> Por lo que respecta a las pruebas bivariadas parece existir una fuerte re-

<sup>8</sup> En caso de que el modelo tuviese exactamente los mismos regresores para cada ecuación, la estimación de mínimos cuadrados generalizados es equivalente a la estimación por mínimos cuadrados ordinarios aplicada independientemente a cada ecuación.

<sup>9</sup> Las pruebas se llevaron a cabo con 3 rezagos de cada variable y excluyendo los precios externos.

Cuadro 1

Pruebas de causalidad de Granger  
(Estadística F) +

Var. Dep.	—BIVARIADAS—		
	Variables independientes		
$\Delta \ln P_t$	$\Delta \ln P_t$	$\Delta \ln B_t$	$\Delta \ln Y_t$
$\Delta \ln B_t$	—	4.5**	3.5*
$\Delta \ln Y_t$	3.0*	—	1.0
	3.2*	1.2	—
Var. Dep.	—BLOQUE—		
	Variables Independientes		
$\Delta \ln P_t$	$\Delta \ln P_t$ , $\Delta \ln B_t$ , $\Delta \ln Y_t$	3.8*	
$\Delta \ln B_t$		1.6	
$\Delta \ln Y_t$		1.8	

+ La Hipótesis Nula es que la(s) variable(s) independientes son igual a cero.

\*Significativo al nivel de confianza del 5.0%.

\*\*Significativo al nivel de confianza del 1.0%.

lación causal de la base monetaria y el producto, hacia los precios. Sin embargo, los precios a su vez presentan retroalimentaciones a la base y al producto, significativas a un nivel de confianza del 5.0%. Las pruebas en bloque parecen indicar que la variable exógena es la base, seguida del producto y finalmente los precios. Sin embargo, debido a la retroalimentación obtenida de los precios a la base en las pruebas bivariadas, se optó por tomar un orden causal de la base a los precios al producto.

La estimación del modelo autorregresivo por mínimos cuadrados generalizados puede hacerse directamente a partir de la ecuación (7). Dado que los coeficientes estimados son de difícil interpretación, su presentación se difiere al Apéndice.

A partir de los estimadores del vector de errores  $V(t)$ , puede procederse a la ortogonalización de los mismos de acuerdo a las expresiones (8-a) a (8-c). La matriz  $B$  estimada se presenta en el cuadro 2.

Dado que la matriz  $B$  y los nuevos errores  $E(t)$  provienen del término de error del modelo original, su interpretación para efectos de las simulaciones es la de cambios no pronosticados o innovaciones para la variable que introduce una perturbación en el sistema, a través del término de error. Por ejemplo, el efecto de un incremento repentino de 10.0% en la base monetaria, ocasiona un incremento en los precios de 3.2% en el mismo trimestre y ambos efectos se conjugan para generar un alza de 4.1% al producto. La variable precios externos que se incor-

poró contemporáneamente en las tres ecuaciones, tiene un impacto de 0.194 sobre los precios, 0.032 sobre la base y -0.125 sobre el producto.<sup>10</sup> De estos tres efectos solamente son significativos estadísticamente el primero y el tercero. Como puede apreciarse la matriz de efectos contemporáneos estimada parece validar el ordenamiento causal de las variables, ya que todos los coeficientes estimados tienen el signo esperado, y la mayoría son estadísticamente significativos a niveles de confianza convencionales.

**Cuadro 2**  
**Estimadores de la matriz de efectos contemporáneos (B)**

Var. Dep. (residual)	Variables Independientes (residuales)	
	$\Delta \ln B_t$	$\Delta \ln P_t$
$\Delta \ln P_t$	0.316 (3.1)*	
$\Delta \ln Y_t$	0.200 (1.0)	0.653 (2.6)

\* Estadística  $t$  en paréntesis.

Finalmente, se cumple el supuesto de que tanto los términos de error de la autorregresión original,  $V(t)$ , como los errores ortogonales,  $E(t)$ , no están autocorrelacionados, ya que las estadísticas Durbin-Watson de la estimación de los sistemas (7) y (8-a) a (8-c), es cercana a dos en todos los casos. La siguiente sección presenta simulaciones dinámicas del modelo autorregresivo en respuestas a diversas innovaciones en las variables del modelo.

#### IV. Simulaciones

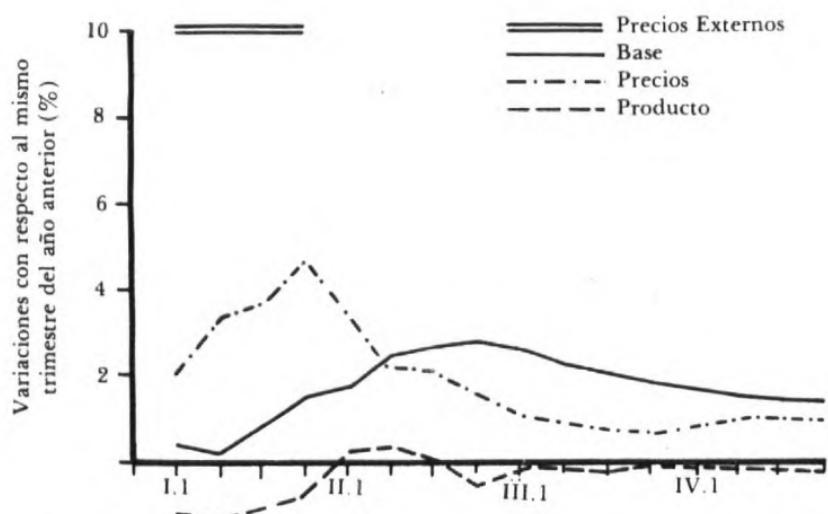
El modelo autorregresivo estimado se utilizó para llevar a cabo una serie de simulaciones en las cuales se realiza un seguimiento del impacto de un choque en cada una de las variables sobre todas las demás. Aquí, se toman en cuenta las interacciones simultáneas entre las mismas a lo largo de un período de cuatro años. Las perturbaciones se introducen como choques positivos de magnitud igual a 10.0%. En el caso de los precios internos, de la base y del producto, este choque se definió como

<sup>10</sup> Estos valores pueden interpretarse como elasticidad, dado que el modelo está estimado en logaritmos.

un impulso discreto en el tiempo cero. En el caso de los precios externos —dado que esta variable se definió como exógena, y que no está por lo tanto retroalimentada— se prefirió estudiar como choque una devolución permanente del 10.0%, para poder calcular el impacto acumulado final sobre las demás variables.

La gráfica 1 muestra la simulación con los precios externos, que como ya se mencionó anteriormente, incluye efectos contemporáneos sobre el resto de las variables. Las gráficas 2 y 3 presentan simulaciones con los precios y el dinero. Estas se realizan excluyendo e incluyendo los efectos contemporáneos de las innovaciones. Finalmente, la gráfica 4 presenta las simulaciones sobre el producto. En esta simulación no existen efectos contemporáneos, dado que el producto se consideró la variable más endógena del sistema.

**Gráfica 1**  
Respuesta a una perturbación en precios externos



La gráfica 1 muestra el efecto de una devolución de un 10.0% sobre las variables del sistema. Se aprecia que el cambio en la paridad, como podría esperarse, eleva sustancialmente y en forma inmediata los precios internos. El pico del efecto ocurre tres trimestres después de la devolución, y el impacto acumulado cuatro años después de la perturbación, es de 7.8%.<sup>11</sup> La inflación interna así generada, provoca a su vez

<sup>11</sup> Dado que cada una de las variables consideradas en este ejercicio está definida co-

una elevación importante en la oferta monetaria, aunque con cierto rezago, ya que el pico de crecimiento para esta última variable ocurre casi dos años después de la devaluación. El impacto acumulado en esta variable es de 6.7%, lo cual implica una ligera caída en los saldos monetarios reales.

Existe una relación cíclica entre los precios y el dinero, ya que, como puede observarse en la gráfica, esta última variable tiene un impacto positivo sobre los precios a partir del cuarto año de la simulación. Por supuesto, el producto cae sensiblemente debido al alza de precios, con un mínimo en el trimestre posterior a la devaluación. El producto se estabiliza en el segundo año, por el aumento de la oferta monetaria que tiende a compensar la inflación. Sin embargo, cae nuevamente —aunque en proporciones mucho menores en el resto del período— debido a las alzas continuas de precios. El efecto acumulado de la caída en el producto en el cuarto trimestre del cuarto año de la simulación, es de 1.4%.

La conclusión que puede derivarse de esta primera simulación es la del impacto "estanflacionista" de una devaluación. Se produce una espiral inflacionaria sostenida, debido a que el dinero tiende a acomodar las alzas de precios. La razón de ser de esta política acomodativa se encuentra probablemente en el intento de contrarrestar el impacto recesivo de la devaluación sobre el producto, que a pesar de todo sufre una caída acumulada a lo largo del período en estudio.

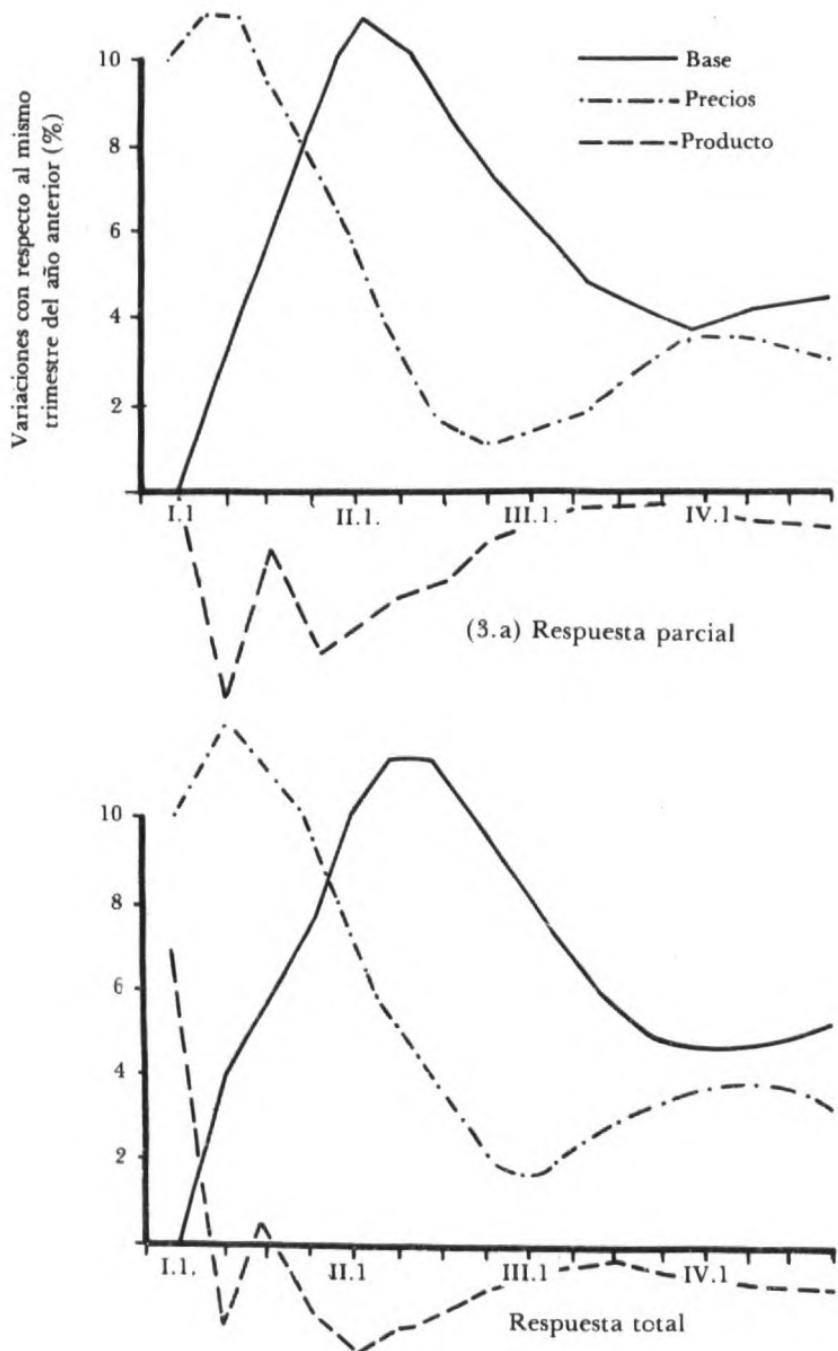
La gráfica 2.a, presenta el efecto parcial de un cambio en los precios internos sobre el resto de las variables del sistema.<sup>12</sup> Esto puede ser debido a algún alza en costos; por ejemplo: un alza salarial, una caída en la productividad, o algún otro cambio en la oferta. Tal como se pudo observar en la simulación anterior, la inflación así generada provoca un aumento casi paralelo en el ritmo de creación del dinero, pero con un rezago de un año. El producto cae fuertemente en los dos primeros años, continuando con una tendencia a la baja ligeramente más atenuada en los últimos dos. Finalmente, la inflación se eleva nuevamente hacia el cuarto año, debido a los fuertes aumentos de la oferta monetaria que rebasan incluso en ese año, el ritmo de crecimiento de los precios en el tercer año. Las variaciones acumuladas en los precios alcanzan 16.3%, en la base 25.6% y en el producto —5.7%.

Lo que puede inferirse entonces, como resultado de un choque negativo en la oferta que da como resultado un aumento en precios, es nuevamente un fenómeno pronunciado de "estanflación" alimentado

mo la variación con respecto al mismo trimestre del año anterior, la medición del impacto total acumulado, tiene que hacerse sumando los impactos obtenidos del cuarto trimestre de cada año empezando por el primero.

<sup>12</sup> Por efecto parcial se entiende que el cambio en los precios no afecta contemporáneamente al producto, dado el orden causal de las variables en el estudio.

**Gráfica 2**  
**Respuesta a una perturbación en precios**



por una política monetaria ampliamente acomodaticia. Esta política, destinada a frenar la caída en el producto, resulta infructuosa a juzgar por la magnitud de la caída en dicha variable. Nótese también que la crisis económica así generada tiene en realidad proporciones aún más dramáticas, ya que la tasa de cambio permanece fija a lo largo de todo el período, lo que conduciría necesariamente a una fuerte sobrevaluación del peso y a un desequilibrio creciente en balanza de pagos.

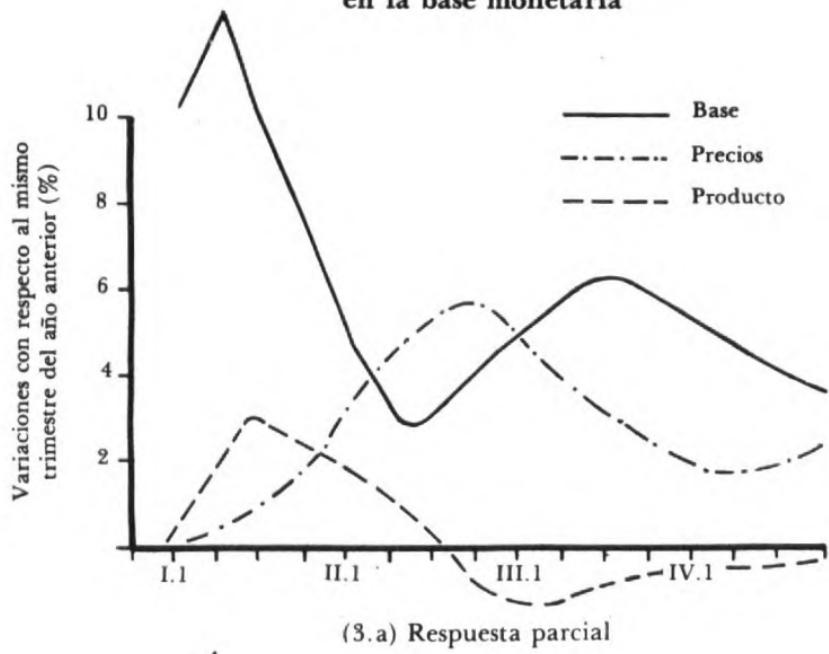
La gráfica 2.b es similar a la 2.a, pero incluye el efecto contemporáneo del alza en precios sobre el producto. El impacto positivo de 6.5% en el producto quizás puede obedecer al efecto de las expectativas de la inflación sobre el gasto privado. Este mismo efecto permite reducir un poco la caída en el producto que se genera posteriormente y que se observó claramente en la gráfica 2.a. Nótese, sin embargo, que la magnitud del impacto inicial deja pensar que esto pueda deberse —en gran medida— a un efecto contemporáneo inverso del producto hacia los precios. Los efectos acumulados en precios alcanzan 19.3%, en el dinero 27.8% y en el producto la caída es de 4.1%.

La simulación de la gráfica 3.a representa un choque de demanda generado por un estímulo monetario. Es esta simulación no se incluyen los efectos contemporáneos del aumento en la base sobre los precios y el producto. Esta última variable responde positivamente a partir del segundo trimestre, alcanzando un crecimiento de 2.2% en el transcurso del primer año. Sin embargo, a raíz de esta expansión en el producto, los precios empiezan a crecer fuertemente a partir del segundo año. El pico en el proceso inflacionario se presenta dos años después del choque inicial. Finalmente, la inflación tiende a producir una segunda elevación en el ritmo de la creación monetaria un año después, tal y como se observó anteriormente. Esto ocurre en el tercer año de la simulación. Por su parte, el producto, a raíz de las alzas en los precios, tiende a caer a partir del tercer año. Nótese, sin embargo, que el impacto acumulado sobre el producto al final del cuarto año sigue siendo positivo en el alrededor de 0.7%. El impacto positivo real del choque monetario quizás se deba a que el peso se sobrevalúa nuevamente en el período, lo que permite estimular la oferta al abaratarse el costo de los insumos importados.

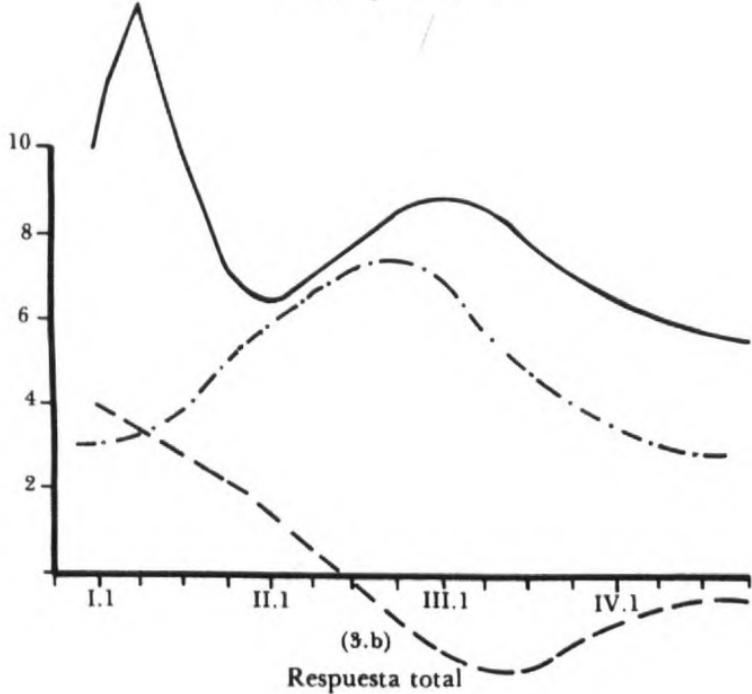
La gráfica 3.b, presenta nuevamente el choque de demanda originado por un aumento en la base monetaria, pero ahora incluyendo los efectos contemporáneos de este fenómeno sobre los precios y el producto. Los resultados muestran una inflación acumulada de 18.8%, con un incremento en la base de 29.1% y un crecimiento nulo en el producto. A diferencia de la simulación anterior, la mayor inflación observada, acomodada por cambios en la base monetaria, genera un estancamiento en el producto con un incremento en el nivel de los saldos monetarios reales.

Gráfica 3

## Respuesta a una perturbación en la base monetaria

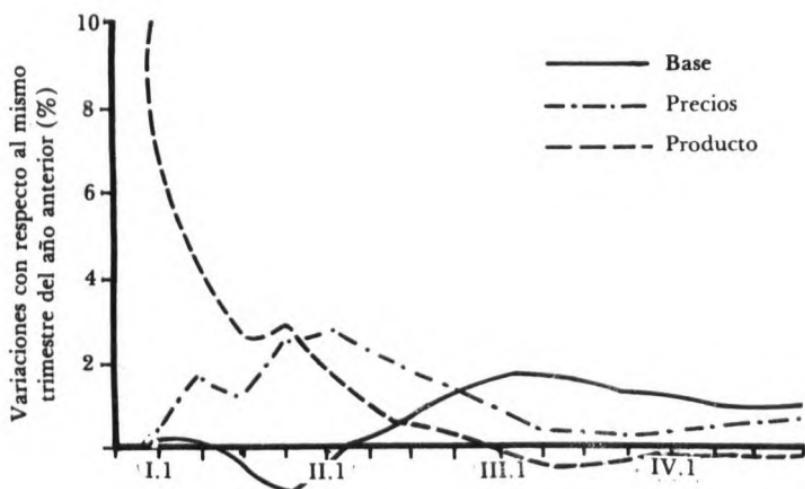


(3.a) Respuesta parcial



Finalmente, la simulación correspondiente a un aumento en el producto se presenta en la gráfica 4. Este aumentó puede originarse en un choque positivo de oferta; por ejemplo, una elevación en la producción petrolera. También podría pensarse en un choque de demanda en una situación de desempleo keynesiano. El impacto inicial sobre los precios es positivo, y negativo sobre la oferta monetaria, aunque de magnitud poco considerable en ambos casos. Esto último, quizás, refleja un intento por parte de las autoridades monetarias que tratan de estabilizar el crecimiento del producto. Aquí podría juzgarse que un crecimiento excesivo en esta variable es peligroso para la estabilidad en precios. Sin embargo, hacia la mitad del segundo año, el ritmo de crecimiento de la oferta monetaria se vuelve positivo como resultado del aumento en los precios previamente generado. El producto cae entonces, aunque levemente. Se produce así un pequeño ciclo de "estanflación", pero el impacto final acumulado sobre el producto sigue siendo netamente positivo, como pudiera esperarse.

**Gráfica 4**  
**Respuesta a una perturbación  
en el producto**



## V. Conclusiones

Mediante el uso de las simulaciones con el modelo del vector autorregresivo, es posible resaltar varios aspectos fundamentales en el comportamiento macroeconómico de la economía mexicana. Algunos de los más importantes son los siguientes:

1. Una devaluación tiene un fuerte impacto "estanflacionario", con una respuesta máxima rezagada tres trimestres en los precios y un trimestre en el producto.
2. La oferta monetaria tiende a ser ampliamente acomodaticia, con un rezago de un año después del aumento en los precios.
3. Choques negativos en la oferta —tales como una alza en los salarios— causan una pronunciada e inmediata caída en el producto y tienden a generar una espiral "estanflacionista" debido a la política monetaria acomodaticia.
4. Choques positivos de demanda, bajo la forma de un estímulo monetario, elevan inmediatamente el producto y luego los precios, con un impacto máximo rezagado de dos años.
5. En ausencia de ajustes en la tasa de cambio nominal, un estímulo monetario eleva permanentemente el producto.

Es importante notar, que estos resultados se obtuvieron en ausencia de cualquier restricción hecha *a priori* sobre la estructura del modelo que representa la economía y de sus respectivos rezagos. El único supuesto arbitrario es que el tipo de cambio se considera exógeno, lo que, en el caso de México y para el período considerado, parece muy razonable. Los resultados, por lo tanto, adquieren una mayor generalidad y validez.

Nótese, sin embargo, que este tipo de enfoque adolece también de algunas deficiencias. Por una parte, el número de variables consideradas tiene necesariamente que ser restringido, debido a limitaciones en los grados de libertad disponibles en la muestra y a la posible existencia de multicolinealidad entre los diferentes rezagos. Por esta razón pudieron quedar fuera del análisis algunas variables fundamentales, como son, por ejemplo, los salarios, las tasas de interés o el gasto público. Por otra parte, debido a que el modelo considerado es en esencia una forma reducida, no nos dice mucho sobre las relaciones funcionales subyacentes en la economía, es decir, sobre los canales exactos a través de los cuales se transmiten los efectos aquí detectados. Para esto, es necesaria la estimación de un modelo econométrico completo con una forma estructural bien definida.<sup>13</sup> El análisis de autorregresión vectorial constituye, de hecho, un valioso paso explicativo hacia la elaboración de modelos de este tipo.

<sup>13</sup>Este ejercicio es precisamente el que llevan a cabo los autores en otro trabajo presentado en esta misma colección de ensayos. Véase Ize y Salas (1983).

## Apéndice

## Estimación del modelo autorregresivo

Variables Explicativas	Base	E C U A C I O N				Estadística <i>t</i>
		Estadística <i>t</i>	Precios	Estadística <i>t</i>	Producto	
Constante	C	0.027	(1.9)	-0.019	(1.6)	0.023
Precios	<i>t</i> *	0.032	(0.7)	0.194	(5.8)	-0.124
Externos	<i>t</i> -1	-0.117	(1.2)	-0.043	(0.6)	0.117
$\Delta \ln P_t^e$	<i>t</i> -2	0.065	(0.6)	-0.120	(1.6)	0.044
	<i>t</i> -3	-0.048	(0.7)	0.091	(1.8)	0.043
Base	<i>t</i> -1	1.216	(6.7)	0.046	(0.3)	0.292
	<i>t</i> -2	-0.569	(2.1)	-0.076	(0.4)	-0.211
$\Delta \ln B_t$	<i>t</i> -3	0.134	(0.8)	0.151	(1.1)	0.083
	<i>t</i> -4	—	—	-0.001	(0.5)	-0.003
	<i>t</i> -5	—	—	.0004	(0.2)	0.007
	<i>t</i> -6	—	—	.0007	(0.4)	-0.008
Precios	<i>t</i> -1	0.357	(1.5)	1.077	(5.7)	-0.442
$\Delta \ln P_t$	<i>t</i> -2	-0.247	(0.7)	-0.024	(0.9)	0.419
	<i>t</i> -3	0.191	(0.9)	-0.274	(1.6)	-0.298
Producto	<i>t</i> -1	0.039	(0.3)	0.166	(1.7)	0.404
$\Delta \ln Y_t$	<i>t</i> -2	-0.161	(1.3)	-0.116	(1.2)	0.145
	<i>t</i> -3	0.027	(0.2)	0.095	(0.9)	0.132
Estadísticas						
R <sup>2</sup>		0.9549		0.9848		0.7287
ESR		0.1257		0.0966		0.1684
D.W.		2.0314		2.1302		2.0814

\* Aquí la *t* indica el tiempo, a diferencia de la *t* en las columnas a la derecha de cada una de las variables, que es la estadística para evaluar la significancia estadística del parámetro estimado.

## Bibliografía

- Leiderman, L. (1982), "On the Monetary-Macro Dynamics of Colombia and Mexico", Documento de trabajo, Universidad de Tel-Aviv.
- Litterman, R.B. (1979), "Techniques of Forecasting Using Vector Autoregressions", Documento de Trabajo No. 115, Banco de la Reserva Federal de Minneápolis.
- Salas, J. (1979), "A Rational Expectations Macroeconometric Model of the Mexican Economy", Tesis Doctoral (no publicada), Universidad de Duke.
- Sims, C. (1980), "Macroeconomics and Reality", *Econometrica* Vol. 48, pp. 1-48.

# Medición de los efectos inflacionarios causados por algunas decisiones gubernamentales: teoría y aplicaciones del análisis de intervención

Víctor M. Guerrero<sup>1</sup>

## I. Análisis de intervención: teoría

La técnica de análisis de intervención que aquí se discutirá está basada en el trabajo de G.E.P. Box y G.C. Tiao (1975). Una intervención puede interpretarse como la ocurrencia de un evento exógeno al comportamiento histórico de la variable en estudio; tal intervención podría ser un cambio en política económica, como los ocurridos con las devaluaciones de la moneda mexicana en septiembre de 1976 y en febrero de 1982, o la inclusión de nuevas políticas fiscales, como podría ser el establecimiento del Impuesto sobre el Valor Agregado (IVA) en enero de 1980.

Supóngase que se cuenta con el registro cronológico de una variable  $Z$ , registro conocido como serie de tiempo y denotado por  $\{Z_1, Z_2, \dots, Z_N\}$  o simplemente por  $\{Z_t\}$ . De hecho, la información por analizar en este trabajo se presenta en forma de series de tiempo mensuales; además, la metodología del análisis de intervención presentada más adelante se basa en la estrategia más eficiente que se conoce para construir modelos de series de tiempo, esto es, la de Box y Jenkins.<sup>2</sup>

El método de Box y Jenkins es en realidad un proceso iterativo de construcción de modelos que consta de las siguientes etapas: identificación del modelo, estimación de los parámetros involucrados y verificación de los supuestos en que se fundamenta el modelo; dichas etapas se repiten tantas veces como sea necesario hasta que la verificación indique una satisfacción aproximada de los supuestos; entonces se tiene ya construido un modelo para la serie de tiempo que es útil ya sea para pronosticar,

<sup>1</sup> La elaboración de este trabajo fue posible gracias a la valiosa ayudantía de investigación brindada por Odette Barrón. Igualmente se desea agradecer el apoyo y los comentarios de Gabriel Vera.

<sup>2</sup> Se recomienda consultar el libro de G.E.P. Box y G.M. Jenkins (1976), o bien, para un nivel más elemental, el libro de V.M. Guerrero (1983).

para simular o para explicar el comportamiento de la variable en estudio. Dentro de la primera etapa del método de Box y Jenkins, importa notar que se supone que la serie es estacionaria;<sup>3</sup> esto implica en particular que la serie fluctúa aleatoriamente alrededor de un nivel medio, el cual permanece constante en el tiempo, y que la variación con respecto a este valor medio tampoco se modifica con el transcurso del tiempo. Para garantizar varianza aproximadamente constante de una serie, puede utilizarse un procedimiento derivado de las aproximaciones de Bartlett<sup>4</sup> que permite determinar una transformación de los datos del tipo:

$$T(Z_t) = \begin{cases} Z_t^{1-\delta} & \text{si } \delta \neq 1 \\ \log(Z_t) & \text{si } \delta = 1 \end{cases} \quad (1)$$

de tal manera que la serie transformada  $T(Z_t)$  muestre variación aproximadamente constante.<sup>5</sup>

Por su parte, la metodología del análisis de intervención consiste primero en determinar el momento en el que se introdujo algún mecanismo o alguna política que, según se piensa, pudo influir de manera exógena sobre el fenómeno de interés; luego se construye un modelo, mediante el método de Box y Jenkins, para representar a la serie durante el período que comprenda a la observación considerada como inicial y a la observación inmediata anterior a la intervención; posteriormente se procede a postular una función, del tipo propuesto por Box y Tiao, para representar el efecto dinámico de dicha intervención; acto seguido se estima el modelo completo, es decir, se estiman simultáneamente tanto los parámetros que aparezcan en la función de intervención como los del modelo previamente determinado; por último se verifica que se satisfagan los supuestos del modelo completo.

Es necesario considerar que los efectos causados directamente por la intervención de fenómenos exógenos al comportamiento de una variable al paso del tiempo, pueden ser de naturaleza muy variada. Si se piensa que la serie de tiempo (estacionaria) está constituida por dos partes fundamentales: una determinista que representa al nivel de la serie y otra estocástica que produce las fluctuaciones alrededor de dicho nivel, es posible distinguir tres tipos de efectos:

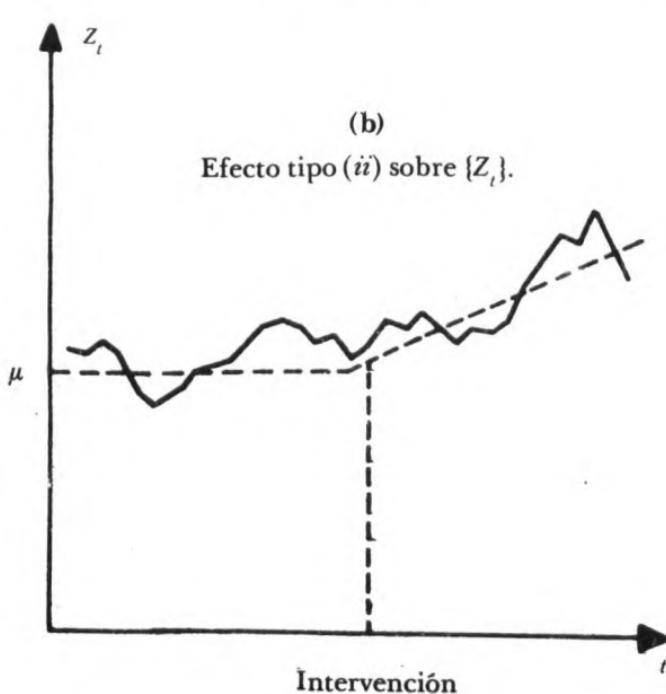
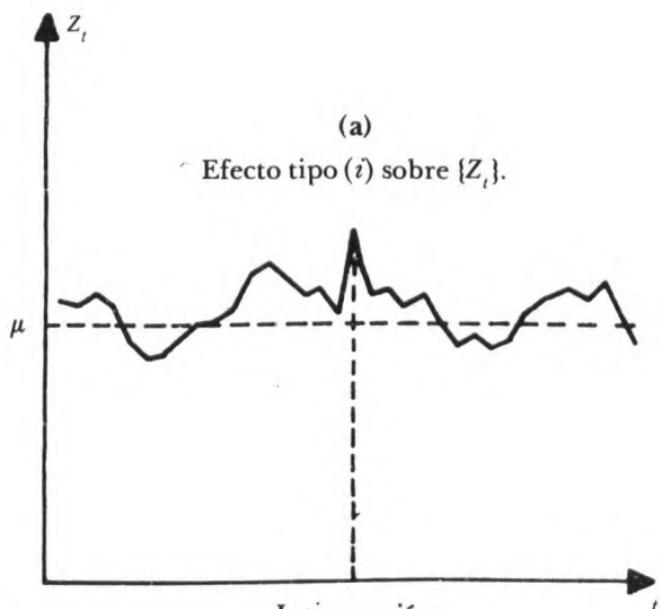
*i)* aquellos que se dejan sentir como una elevación o una caída momentánea del nivel y que desaparecen sin influir sobre el comportamiento posterior de la serie,

<sup>3</sup> Esta propiedad permite describir y estudiar a la serie a través de unos cuantos parámetros, a saber: la media, la varianza y las autocovarianzas.

<sup>4</sup> Véase el artículo de M.S. Bartlett (1947) o la derivación completa del procedimiento, que aparece en Guerrero (1983).

<sup>5</sup> Un ejemplo del uso de este procedimiento aparece en G. Vera y V.M. Guerrero (1981).

Gráfica 1



ii) los que ejercen una influencia sostenida (no momentánea) sobre el nivel de la serie, pero dejan prácticamente intacta la estructura básica de su parte estocástica, y

iii) los efectos que, independientemente de influir o no sobre la parte determinista, sí alteran la estructura de la parte estocástica.

Las intervenciones que causan los efectos del tipo i) y ii), presentados en la gráfica 1, son los que, de manera ortodoxa, pueden estudiarse mediante el análisis de intervención, mientras que las intervenciones causantes de efectos del tipo iii) requerirán otro tipo de análisis de intervención, quizás un tanto *ad hoc* para estudiar la serie correspondiente.

El análisis de intervención puede verse como una extensión del análisis de procesos ARIMA,<sup>6</sup> ya que un modelo que contenga los efectos de una intervención puede expresarse como:

$$Z_t - \mu = \varepsilon_{I,t} + N_t \quad (2)$$

donde  $N_t$  es un modelo ARIMA que representa a la parte estocástica de la serie y el cual se formula en términos de polinomios de retraso de la manera siguiente:

$$\phi(B) \nabla^d N_t = \theta(B) a_t \quad (3)$$

aquí se tiene:

$$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p \quad (4)$$

$$\nabla^d = (1 - B)^d \quad (5)$$

$$y: \theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q \quad (6)$$

con las letras griegas  $\phi_1$  hasta  $\phi_p$  que representan parámetros autorregresivos, y  $\theta_1$  hasta  $\theta_q$ , parámetros de promedios móviles, mientras que  $B$  representa al operador de retraso que cumple con:

$$B^k Z_t = Z_{t-k} \quad \text{para } k = 0, 1, \dots \quad y \quad t = k, k+1, \dots \quad (7)$$

$\nabla^d$  es el operador diferencia definido en general mediante la expresión:

$$\nabla^k Z_t = \sum_{j=0}^k \frac{k!}{j!(k-j)!} (-1)^j Z_{t-j} \quad \text{para } k = 0, 1, \dots$$

$$y: \quad t = k - 1, k, \dots \quad (8)$$

<sup>6</sup> Léase Autorregresivos (AR), Integrados (I) y de Promedios Móviles (MA). Estos procesos son los que estudian Box y Jenkins (1976).

Por su lado, el término  $a_t$  de (3) corresponde al error aleatorio que se considera como ruido blanco, es decir,  $a_1, a_2, a_3, \dots$  representan variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas conforme a una distribución normal con media cero y varianza constante  $\sigma_a^2$ .

Además, en la expresión (2) aparece  $\mu$ , que denota a la media de la serie, o sea:

$$E(Z_t) = \mu \quad (9)$$

y también aparece  $\varepsilon_{I,t}$ , que representa a la función de intervención. Dicha función de intervención debe ser tal que permita apreciar los cambios ocurridos en la serie, no tan sólo en el momento en que ocurrió la intervención, sino también los que se dieron posteriormente a causa de ella, es decir, se requiere que  $\varepsilon_{I,t}$  sea en realidad un Modelo Dinámico de la Intervención.

El comportamiento de una variable  $Z_t$ , observada en una escala de tiempo "discreta" (en la cual  $t$  sólo toma los valores enteros,  $\dots -2, -1, 0, 1, 2, \dots$ ) está dictado por las diferencias

$$\nabla Z_t, \nabla^2 Z_t, \dots, \nabla^k Z_t, \dots \quad (10)$$

de manera similar a lo que ocurre si la variable  $Z(t)$  se observa en el tiempo "continuo", ya que ahí las derivadas

$$\frac{dZ}{dt}, \frac{d^2Z}{dt^2}, \dots, \frac{d^kZ}{dt^k}, \dots \quad (11)$$

determinarían el comportamiento de la variable. Debido a esto, la función  $\varepsilon_{I,t}$  se especificará, de manera general, en términos de ecuaciones en diferencia.<sup>7</sup>

Con el fin de lograr la especificación de  $\varepsilon_{I,t}$ , es conveniente hacer uso de la Función de Pulso definida por

$$P_{I,t} = \begin{cases} 1 & \text{si } t = I \\ 0 & \text{si } t \neq I \end{cases} \quad (12)$$

en donde  $I$  denota al momento en el que ocurrió la intervención. Dada esta función, es entonces razonable suponer que  $\varepsilon_{I,t}$  pueda satisfacer una ecuación del tipo

$$(1 - \delta_1 B - \delta_2 B^2 - \dots - \delta_s B^s) \varepsilon_{I,t} = (\omega_0 - \omega_1 B - \omega_2 B^2 - \dots - \omega_s B^s) P_{I,t} \quad (13)$$

<sup>7</sup> Una excelente exposición de operadores de retraso y ecuaciones en diferencia es proporcionada en T.J. Sargent (1979, cap. IX). Véase también A.C. Chiang (1967, cap. 16), o Guerrero (1983, cap. 2).

cuya solución específica dependerá de la condición

$$\varepsilon_{I,t} = 0 \quad \text{para } t < I \quad (14)$$

la cual, lo único que indica, es que antes de ocurrir la intervención no pueden existir efectos causados por ella. Por ejemplo, si  $r = 1$  y  $s = 1$  en (13), se tendría

$$\varepsilon_{I,t} = \delta_1 \varepsilon_{I,t-1} + \omega_0 P_{I,t} - \omega_1 P_{I,t-1} \quad (15)$$

que conduce explícitamente a

$$\begin{aligned} \varepsilon_{I,I} &= \omega_0 \\ \varepsilon_{I,I+1} &= \delta_1 \omega_0 - \omega_1 \\ \varepsilon_{I,I+2} &= \delta_1^2 \omega_0 - \delta_1 \omega_1 \\ &\bullet \bullet \bullet \\ \varepsilon_{I,I+m} &= \delta_1^m \omega_0 - \delta_1^{m-1} \omega_1 \end{aligned} \quad (16)$$

o sea

$$\varepsilon_{I,t} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < I \\ \omega_0 & \text{si } t = I \\ \delta_1^{t-I} \omega_0 - \delta_1^{t-I+1} \omega_1 & \text{si } t > I. \end{cases} \quad (17)$$

Ahora bien, es lógico suponer que conforme pasa el tiempo, el efecto de la intervención tienda a desaparecer, esto ocurre en el ejemplo anterior si se pide que  $|\delta_1| < 1$  y, de manera general, el requisito respecto a la expresión (13) es que las raíces de la ecuación

$$1 - \delta_1 x - \delta_2 x^2 - \dots - \delta_r x^r = 0 \quad (18)$$

se encuentren fuera del círculo unitario. A partir del modelo (13) se podría postular todavía un modelo dinámico más general que considere raíces unitarias para el polinomio de retraso que opera sobre  $\varepsilon_{I,t}$ , de tal forma que se tenga

$$\delta(B) \nabla^b \varepsilon_{I,t} = \omega(B) P_{I,t} \quad (19)$$

con

$$\delta(B) = 1 - \delta_1 B - \delta_2 B^2 - \dots - \delta_r B^r \quad (20)$$

$$\text{y} \quad \omega(B) = \omega_0 - \omega_1 B - \omega_2 B^2 - \dots - \omega_s B^s \quad (21)$$

la expresión (19) representa entonces al **Modelo Dinámico General de la Intervención ocurrida en el tiempo  $I$** . Por consiguiente, el modelo (2) para la serie que incluye la intervención se convierte en

$$\tilde{Z}_t = \frac{\omega(B)}{\delta(B) \nabla^b} P_{I,t} + \frac{\theta(B)}{\phi(B) \nabla^d} a_t \text{ con } \tilde{Z}_t = Z_t - \mu \quad (22)$$

Algunos casos particulares de (19), que se consideran de importancia por su utilidad práctica, son los que aparecen en el cuadro 1.

**Cuadro 1**  
Casos particulares del modelo dinámico general

Ordenes de los operadores ( $r, b, s$ )	Modelo dinámico (implícito)	Modelo explícito
(0,0,1)	$\mathcal{E}_{I,t} = (\omega_0 - \omega_1 B) P_{I,t}$	$\mathcal{E}_{I,t} = \begin{cases} 0 & \text{si } t \neq I, I+1 \\ \omega_0 & \text{si } t = I \\ -\omega_1 & \text{si } t = I+1 \end{cases}$
(0,1,0)	$\nabla \mathcal{E}_{I,t} = \omega P_{I,t}$	$\mathcal{E}_{I,t} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < I \\ \omega & \text{si } t \geq I \end{cases}$
(1,0,0)	$(1 - \delta B) \mathcal{E}_{I,t} = \omega P_{I,t}$	$\mathcal{E}_{I,t} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < I \\ \cdot \delta^{t-I} \omega & \text{si } t \geq I \end{cases}$
(0,1,1)	$\nabla \mathcal{E}_{I,t} = (\omega_0 - \omega_1 B) P_{I,t}$	$\mathcal{E}_{I,t} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < I \\ \omega_0 & \text{si } t = I \\ \omega_0 - \omega_1 & \text{si } t > I \end{cases}$
(1,0,1)	$(1 - \delta B) \mathcal{E}_{I,t} = (\omega_0 - \omega_1 B) P_{I,t}$	$\mathcal{E}_{I,t} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < I \\ \omega_0 & \text{si } t = I \\ \delta^{t-I} \omega_0 - \delta^{t-I-1} \omega_1 & \text{si } t > I \end{cases}$
(1,1,0)	$(1 - \delta B) \nabla \mathcal{E}_{I,t} = \omega P_{I,t}$	$\mathcal{E}_{I,t} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < I \\ \sum_{i=0}^{t-I} \delta^i \omega & \text{si } t \geq I \end{cases}$
(1,1,1)	$(1 - \delta B) \nabla \mathcal{E}_{I,t} = (\omega_0 - \omega_1 B) P_{I,t}$	$\mathcal{E}_{I,t} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < I \\ \omega_0 & \text{si } t = I \\ \delta^{t-I} \omega_0 + \sum_{i=0}^{t-I-1} \delta^i (\omega_0 - \omega_1) & \text{si } t > I \end{cases}$
(0,2,0)	$\nabla^2 \mathcal{E}_{I,t} = \omega P_{I,t}$	$\mathcal{E}_{I,t} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < I \\ (t-I+1)\omega & \text{si } t \geq I \end{cases}$

En la gráfica 2 se muestran las gráficas correspondientes a cada uno de los modelos considerados en el cuadro 1, estas gráficas sirven para identificar un modelo que pueda representar los efectos esperados de la intervención; por ejemplo, supóngase que el efecto esperado de la inter-

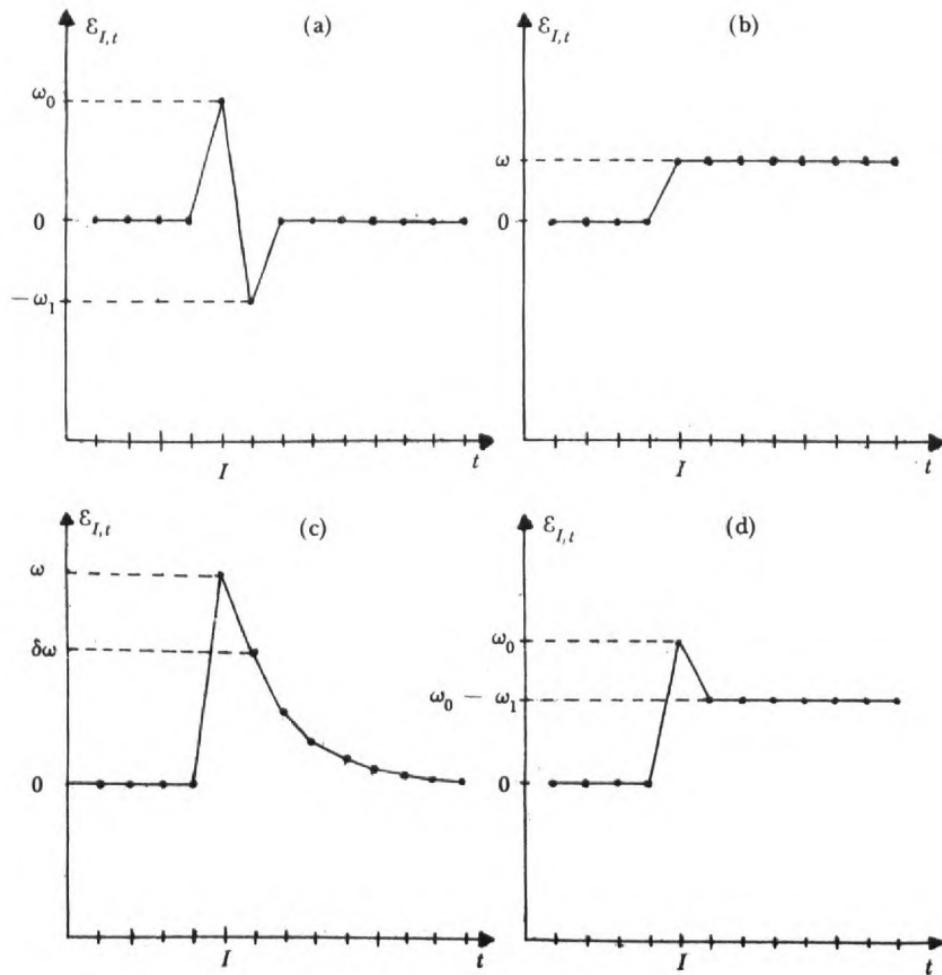
vención es un cambio en el nivel de la serie después de un período de retraso, entonces un modelo apropiado podría ser  $\nabla \varepsilon_{I,t} = (-\omega_1 B)P_{I,t}$  mostrado en la gráfica 2 (d), pero con  $\omega_0 = 0$ . De igual manera, si el efecto esperado es un cambio gradual en el nivel de la serie, el modelo a ensayar sería  $(1 - \delta B)\nabla \varepsilon_{I,t} = \omega P_{I,t}$  que aparece en la gráfica 2 (f). Por último, si se prevé un cambio en la pendiente, sería razonable proponer a  $\nabla^2 \varepsilon_{I,t} = \omega P_{I,t}$ , que aparece en la gráfica 2 (h), como modelo tentativo.

Gráfica 2

Modelos:

$$(a) \varepsilon_{I,t} = (\omega_0 - \omega_1 B)P_{I,t}$$

$$(b) \nabla \varepsilon_{I,t} = \omega P_{I,t}, (c) (1 - \delta B)\varepsilon_{I,t} = \omega P_{I,t} \text{ y } (d) \nabla \varepsilon_{I,t} = (\omega_0 - \omega_1 B)P_{I,t}$$



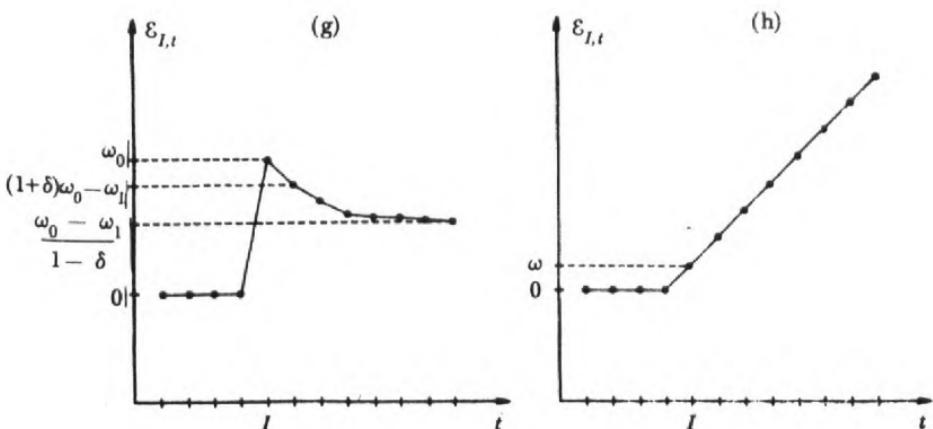
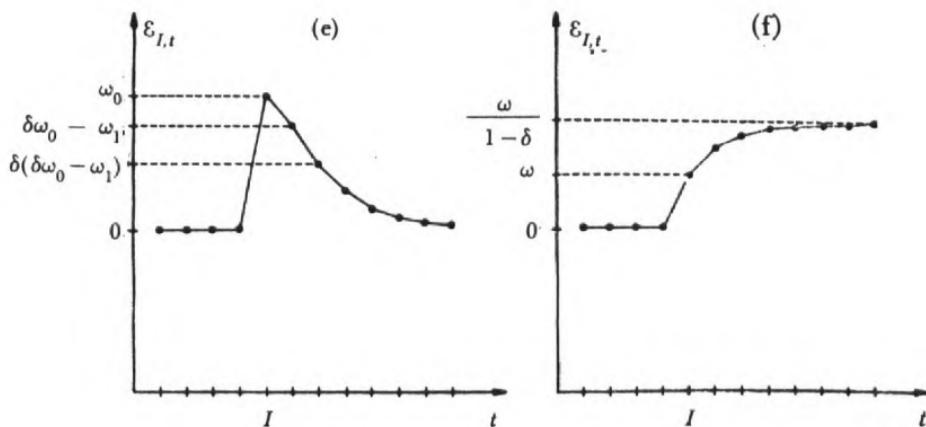
## Gráfica 2 (continuación)

Modelos:

$$(e) (1 - \delta B)\varepsilon_{I,t} = (\omega_0 - \omega_1 B)P_{I,t}$$

$$(f) (1 - \delta B)\nabla\varepsilon_{I,t} = \omega P_{I,t}, (g) (1 - \delta B)\nabla\varepsilon_{I,t} = (\omega_0 - \omega_1 B)P_{I,t} \text{ y}$$

$$(h)\nabla^2\varepsilon_{I,t} = \omega P_{I,t}$$



En la práctica, Box y Tiao sugieren que la forma específica del modelo sea propuesta *a priori*, con base en el conocimiento teórico que se tenga de la serie en estudio; sin embargo, en muchas ocasiones el conocimiento teórico puede ser muy limitado y por consiguiente será necesario postular varios modelos dinámicos alternativos. Otra posibilidad, ejemplificada más adelante, consiste en comparar las divergencias entre valores pronosticados y valores observados de la serie para un intervalo de observaciones posteriores a la intervención.

Conviene subrayar el supuesto, implícito en la metodología del análisis de intervención, de que el modelo para la parte estocástica no se ve alterado por los efectos de la intervención, o sea que el modelo no cambia.

## II. Análisis de intervención: práctica

La metodología descrita previamente es utilizada en la presente sección para estudiar y cuantificar los efectos que algunas decisiones gubernamentales han tenido sobre la inflación en México. En particular existía la necesidad de analizar las repercusiones que tuvieron: las devaluciones de la moneda (anunciadas el 1º de septiembre de 1976 y el 17 de febrero de 1982); el establecimiento del impuesto al valor agregado (IVA) a partir del 1º de enero de 1980; y el alza en el precio de la gasolina que se dio en diciembre de 1981. Un segundo objetivo del análisis es construir modelos de pronóstico para la inflación.

Las series<sup>8</sup> por analizar son:

1. Indice General de Precios al Mayoreo en la Ciudad de México (*IPM*)
2. Indice General de Precios al Consumidor a nivel nacional (*IPC*) y las ocho subseries del *IPC* correspondientes a la clasificación "Por Objeto del Gasto" que maneja el Banco de México, o sea:
  3. Alimentos, bebidas y tabaco (*IPC1*)
  4. Prendas de vestir, calzado y accesorios (*IPC2*)
  5. Arriendos brutos, combustible y alumbrado (*IPC3*)
  6. Muebles, accesorios, enseres domésticos y cuidado de la casa (*IPC4*)
  7. Servicios médicos y conservación de la salud (*IPC5*)
  8. Transportes y comunicaciones (*IPC6*)
  9. Educación, esparcimiento y diversiones (*IPC7*)
  10. Otros bienes y servicios (*IPC8*).

Como un primer paso en el análisis, se buscó una transformación estabilizadora de varianza, del tipo (1), para cada una de las series. Sin

<sup>8</sup> Cabe hacer notar que el Banco de México obtiene la información sobre cada una de estas variables mediante la Oficina de Precios y la pone a disposición de los usuarios en forma de series mensuales a través de la Oficina de Divulgación, correspondientes ambas oficinas a la Subdirección de Investigación Económica.

embargo, debido a que el procedimiento produjo una transformación diferente para cada una de las series en estudio, y como esto podía tornar muy complicada la interpretación de los resultados, se optó por establecer un compromiso entre rigor estadístico e interpretabilidad. A este respecto se observó que las transformaciones sugeridas por el método, tenían un valor estimado para el parámetro  $\delta^9$  que variaba entre 0.75 y 2.00, como se aprecia en el cuadro 2. Por otro lado, se pensó que la máxima interpretabilidad podía lograrse con  $\delta = 0$ , es decir, con la serie original; por tanto se decidió utilizar el valor  $\delta = 1$ , lo cual implica trabajar con el logaritmo de las variables (de esta manera se intentó lograr una varianza más constante que en la escala original, sin temor de que hubiese mucha pérdida en lo que correspondía a interpretación).

**Cuadro 2**  
Valores estimados de  $\delta$  para las series en estudio

Serie	IPM	IPC	IPC1	IPC2	IPC3	IPC4	IPC5	IPC6	IPC7	IPC8
Estimada	2.00	1.40	1.20	1.50	1.65	1.40	1.65	0.75	1.55	1.45

Para satisfacer el requisito del nivel medio constante de la serie,<sup>10</sup> se siguió la sugerencia de Box y Jenkins de observar las autocorrelaciones de las diferencias de las series, para determinar en qué diferencia era estacionaria la serie. Como resultado de este paso y del procedimiento para estabilizar la varianza, se concluyó que las series por analizar debían ser las mostradas en el cuadro 3.

**Cuadro 3**  
Serie estacionaria por analizar<sup>11</sup>

Serie Original $\{Z_t\}$	Serie Estacionaria $\{W_t\}$
$Z_t = \text{IPM}_t, \text{IPC}_t, \text{IPC1}_t, \text{IPC2}_t, \text{IPC3}_t, \text{IPC4}_t, \text{IPC5}_t, \text{IPC7}_t$	$W_t = \nabla^2 \log(Z_t)$
$Z_t = \text{IPC6}_t, \text{IPC8}_t$	$W_t = \nabla \log(Z_t)$

<sup>9</sup>Véase la expresión (1).

<sup>10</sup>Este requisito está implícito en el supuesto de estacionariedad de la serie.

<sup>11</sup>Estas son las series estacionarias hasta el mes de agosto de 1976; para períodos más largos se presentan cambios en las series  $\text{IPC3}$  e  $\text{IPC5}$ .

En las gráficas 3 y 4 se muestran las series originales y las series estacionarias de  $\{\text{IPM}_t\}$  y de  $\{\text{IPC}_t\}$ .

Una vez determinadas las series estacionarias, se procedió a identificar y a estimar modelos que proporcionasen ajustes razonables a cada una de ellas durante el período que va desde el mes inicial hasta el mes de agosto de 1976. Los modelos estimados, así como los intervalos de confianza para los parámetros y otra información pertinente para juzgar la bondad de los ajustes obtenidos, se presentan en el cuadro 4.

Después de verificar, mediante inspección visual de las gráficas correspondientes, que los residuales para cada uno de los modelos cumplían aproximadamente con los supuestos del error aleatorio  $a_t$ , y después de observar que los parámetros eran significativamente distintos de 0 (y de 1 en algunos casos),<sup>12</sup> se consideró que los modelos eran representaciones adecuadas y se estuvo en condiciones de pasar a identificar las funciones para la intervención I (la devaluación de 1976).

Para llevar a cabo la identificación de tales funciones de intervención, se hicieron pronósticos doce meses hacia adelante, a partir de agosto de 1976. La gráfica de la discrepancia entre el valor real y el pronosticado con el modelo del cuadro 4, proporcionó la indicación acerca del tipo de función que debía postularse para cada serie; el procedimiento de construcción de gráficas, así como las gráficas para las series IPM e IPC se muestran en el Apéndice A.1. Por ejemplo, en la gráfica correspondiente a IPM se observó que los errores de pronóstico eran significativamente distintos de cero; asimismo se apreciaron dos aparentes tendencias lineales: la primera bastante pronunciada que parte del origen (agosto, 1976) y culmina en el tercer pronóstico (noviembre, 1976) y la segunda, menos pronunciada, que va del tercer pronóstico en adelante; este hecho condujo a postular la siguiente función de intervención para  $\{\log(\text{IPM}_t)\}$ :

$$\nabla^2 \mathcal{E}_{I,t} = (\omega_0 - \omega_1 B^3) P_{I,t}^{13} \quad (23)$$

en donde el subíndice 1 denota, en este caso, tanto al mes en que ocurrió la primera intervención, o sea, septiembre de 1976, como al hecho de que ésta es la intervención I.

Mediante el procedimiento anterior, se postularon modelos que fuesen válidos hasta el mes previo al establecimiento del IVA. En el cuadro 5 se presentan los resultados de la estimación de modelos para el período que cubre desde el inicio hasta el mes de diciembre de 1979, en donde aparece ya el efecto de la intervención I. En dicho cuadro comienzan a notarse ya ciertos aspectos interesantes, como es el que la función (23) proporciona una representación adecuada para los efectos

<sup>12</sup> De no ser así, la estructura del modelo cambiaría.

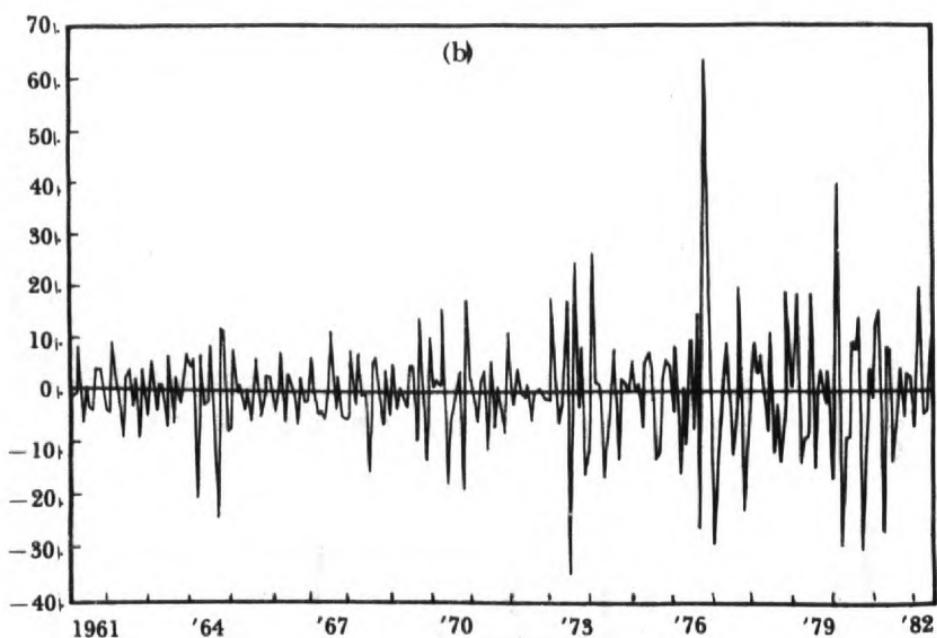
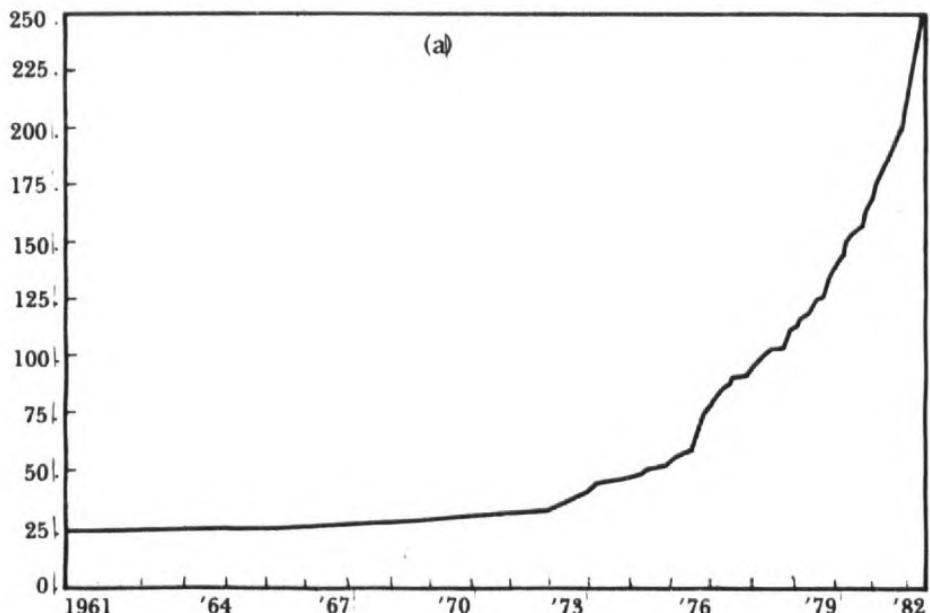
<sup>13</sup> Véase la gráfica 2 (h).

**Cuadro 4**  
**Resultados de la estimación de modelos para el período previo a la devaluación de 1976**

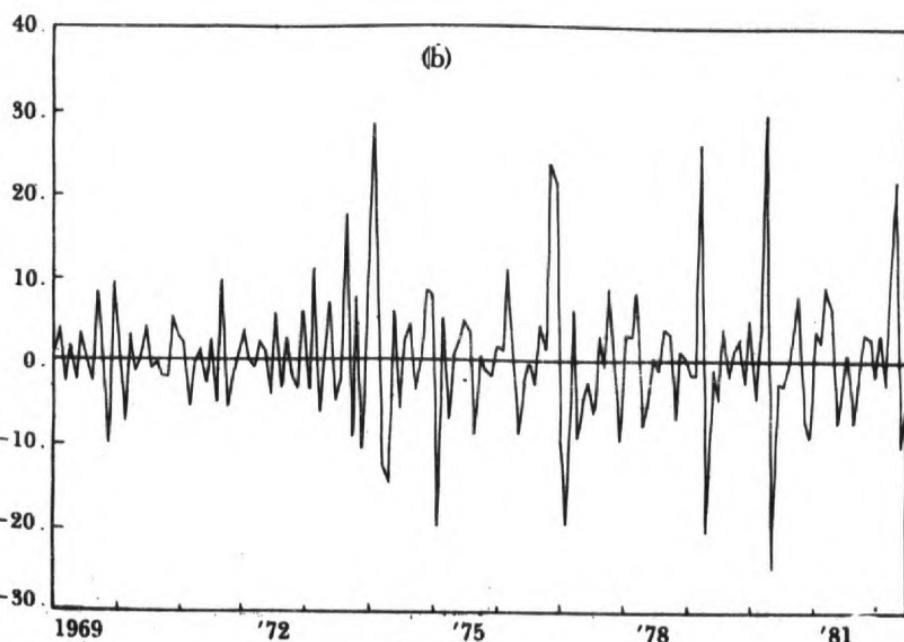
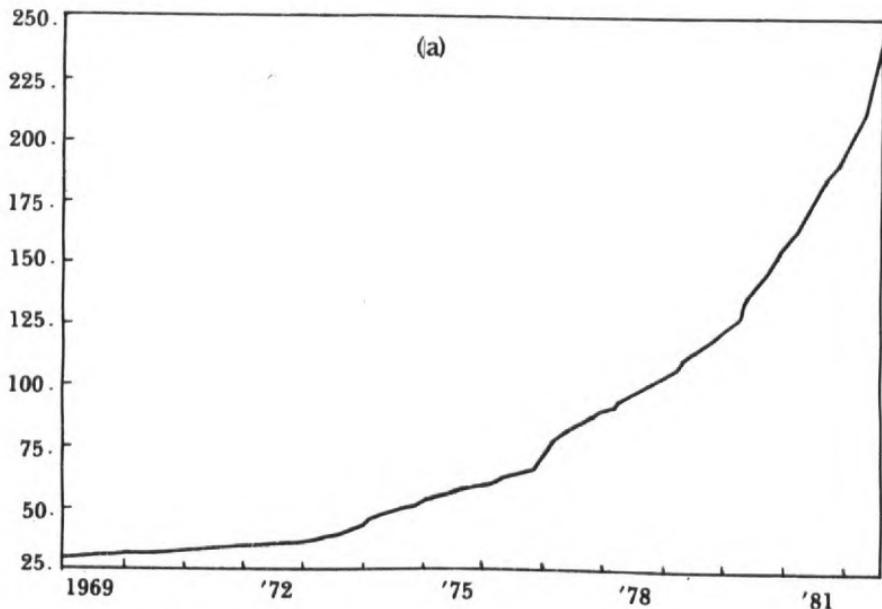
Serie $W_t$	Período (Mes, Año)	Modelo	Parámetros estimados	Intervalo de 95% de confianza	$\hat{\sigma}_a$	Estadística $Q^{14}$ grados de libertad
$\nabla^2 \log(IPM_t)$	De 01, '61 a 08, '76	$(1 - \phi B)W_t = (1 - \theta_1 B^2 - \theta_2 B^3)a_t$	$\hat{\phi} = -.64$ $\hat{\theta}_1 = .55$ $\hat{\theta}_2 = .23$	(-.79 , -.49) (.40 , .70) (.09 , .37)	.0071	21.17, 21
$\nabla^2 \log(IPC_t)$	01, '69 08, '76	$(1 - \phi B)W_t = (1 - \theta B)a_t$	$\hat{\phi} = .31$ $\hat{\theta} = .83$	(.03 , .59) (.67 , .99)	.0057	9.09, 22
$\nabla^2 \log(IPC_t)$	01, '69 08, '76	$W_t = (1 - \theta B)(1 - \Theta B^6)a_t$	$\hat{\theta} = .77$ $\hat{\Theta} = -.29$	(.63 , .91) (-.50 , -.08)	.0091	13.63, 22
	01, '69		$\hat{\theta} = .87$	(.77 , .96)	.0099	14.65, 23
$\nabla^2 \log(IPC2_t)$	08, '76	$W_t = (1 - \theta B)a_t$				
$\nabla^2 \log(IPC3_t)$	01, '69 08, '76	$W_t = (1 - \theta B)a_t$	$\hat{\theta} = .96$	(.95 , .97)	.0099	18.90, 23
$\nabla^2 \log(IPC4_t)$	01, '69 08, '76	$W_t = (1 - \theta B)a_t$	$\hat{\theta} = .74$	(.59 , .88)	.0055	22.43, 23
$\nabla^2 \log(IPC5_t)$	01, '69 08, '76	$W_t = (1 - \theta B)a_t$	$\hat{\theta} = .94$	(.90 , .98)	.0099	15.35, 23
$\nabla \log(IPC6_t)$	01, '69 08, '76	$(1 - \phi B^{11})W_t = a_t$	$\hat{\phi} = .44$	(.24 , .65)	.0270	8.11, 23
$\nabla^2 \log(IPC7_t)$	01, '69 08, '76	$(1 - \hat{\phi} B^2)W_t = (1 - \theta B)a_t$	$\hat{\bar{\phi}} = .32$ $\hat{\theta} = .75$	(.09 , .56) (.59 , .90)	.0069	20.03, 22
$\nabla \log(IPC8_t)$	01, '69 08, '76	$(1 - \phi B)W_t = \theta_0 + a_t$	$\hat{\phi} = .36$ $\hat{\theta}_0 = .005$	(.17 , .56) (.003, .007)	.0075	12.82, 22

<sup>14</sup> El valor de  $Q$  debe compararse con valores de tablas de una distribución  $f$ -cuadrada con los respectivos grados de libertad.

Gráfica 3

(a) Serie Original  $\{IPM_t\}$ , (b) Serie Estacionaria  $\{\nabla^2 \log (IPM_t)\}$ 

Gráfica 4

(a) Serie Original  $\{IPC_t\}$ , (b) Serie Estacionaria  $\{\nabla^2 \log (IPC_t)\}$ 

**Cuadro 5**  
**Resultados de la estimación de modelos con intervención I**

Serie $T(Z_t)$	Período (Mes, Año)	Modelo	Parámetros estimados	Intervalo de 95%		$\hat{\sigma}_a$ grados de libertad	Estadística Q
				de confianza	$\hat{\sigma}_a$		
log (IPM)	De 01, '61 a 12, '79	$T(Z_t) = \left\{ \frac{\omega_0 - \omega_3 B^3}{\nabla^2} \right\} P_{1,t} + N_t$ $(1 - \phi B) \nabla^2 N_t = (1 - \theta_1 B^2 - \theta_2 B^3) a_t$	$\hat{\phi} = -.62$ $\hat{\omega}_1 = .59$ $\hat{\theta}_1 = .21$ $\hat{\omega}_2 = .059$ $\hat{\omega}_3 = .050$	(-.75, -.48) (.46, .72) (.09, .33) (.047, .071) (.038, .062)	.0079	25.05, 19	
log (IPC <sub>t</sub> )	01, '69 12, '79	$T(Z_t) = \left\{ \frac{\omega_0 - \omega_3 B^3}{\nabla^2} \right\} P_{1,t} + N_t$ $(1 - \phi B) \nabla^2 N_t = (1 - \theta B) a_t$	$\hat{\phi} = .25$ $\hat{\theta} = .85$ $\hat{\omega}_1 = .032$ $\hat{\omega}_2 = .023$ $\hat{\omega}_3 = .014$	(.02, .47) (.73, .97) (.023, .042) (.014, .033)	.0060	13.18, 20	
log (IPC1 <sub>t</sub> )	01, '69 12, '79	$T(Z_t) = \left\{ \frac{\omega_0 - \omega_3 B^3}{\nabla^2} \right\} P_{1,t} + N_t$ $\nabla^2 N_t = (1 - \theta B) (1 - \theta B^6) a_t$	$\hat{\phi} = .81$ $\hat{\theta} = .27$ $\hat{\omega}_1 = .036$ $\hat{\omega}_2 = .014$	(.70, .91) (-.45, -.09) (.023, .049) (.000, .027)	.0098	11.21, 20	
log (IPC2 <sub>t</sub> )	01, '69 12, '79	$T(Z_t) = \left\{ \frac{\omega_0 - \omega_3 B^3}{\nabla^2} \right\} P_{1,t} + N_t$ $\nabla^2 N_t = (1 - \theta B) a_t$	$\hat{\phi} = .89$ $\hat{\theta} = .051$ $\hat{\omega}_1 = .046$	(.81, .97) (.039, .064) (.033, .058)	.0098	12.13, 21	

$\log (IPC3_i)$	01, '69 12, '79	$(1 - \Phi B^{12})\nabla N_t = \theta_0 + (1 - \theta_1 B^9 - \theta_2 B^{15}) a_t$	$\hat{\Phi} =$	.30	( .11 , .48 )	
			$\hat{\theta}_1 =$	.007	( .004 , .011 )	
$\log (IPC4_i)$	01, '69 12, '79	$T(Z_t) = \left\{ \frac{\omega_0 - \omega_3 B^3}{\nabla^2} \right\} P_{1,t} + N_t$ $\nabla^2 N_t = (1 - \theta B) a_t$	$\hat{\theta}_2 =$	-.22	( -.40 , -.04 )	.0105
			$\hat{\theta}_2 =$	-.26	( -.45 , -.08 )	19.11, 20
$\log (IPC5_i)$	01, '69 12, '79	$T(Z_t) = \left\{ \frac{\omega_0 - \omega_3 B^3}{\nabla^2} \right\} P_{1,t} + N_t$ $(1 - \Phi B^{12})\nabla N_t = \theta_0 + a_t$	$\hat{\theta} =$	.76	( .64 , .88 )	
			$\hat{\theta} =$	.034	( .025 , .042 )	.0060
$\log (IPC6_i)$	01, '69 12, '79	$T(Z_t) = \left\{ \frac{\omega_0 - \omega_3 B^3}{\nabla^2} \right\} P_{1,t} + N_t$ $(1 - \phi B^{11})\nabla N_t = \theta_0 + a_t$	$\hat{\Phi} =$	.17	( -.02 , .37 )	
			$\hat{\theta}_0 =$	.006	( .004 , .009 )	.0105
$\log (IPC7_i)$	01, '69 12, '79	$T(Z_t) = \left\{ \frac{\omega_0 - \omega_3 B^3}{\nabla^2} \right\} P_{1,t} + N_t$ $(1 - \Phi B^{12})\nabla^2 N_t = (1 - \theta B) a_t$	$\hat{\omega}_0 =$	.033	( .021 , .045 )	21.37, 20
			$\hat{\omega}_3 =$	.025	( .016 , .034 )	34.17, 21
$\log (IPC8_i)$	01, '69 12, '79	$T(Z_t) = \left\{ \frac{\omega_0 - \omega_3 B^3}{\nabla^2} \right\} P_{1,t} + N_t$ $(1 - \phi B)\nabla N_t = \theta_0 + a_t$	$\hat{\Phi} =$	.21	( .04 , .38 )	
			$\hat{\theta} =$	.006	( .004 , .009 )	.0094
			$\hat{\omega}_0 =$	.051	( .038 , .064 )	20.47, 20
			$\hat{\omega}_3 =$	.043	( .030 , .056 )	

causados por la devaluación de 1976 en todas las series en estudio, excepto en *IPC3* (arriendos brutos, combustible y alumbrado), en cuyo caso no se detectó ningún efecto significativo sobre la parte determinista<sup>15</sup> de la serie, atribuible a la intervención, sino que se observó un efecto sobre la parte estocástica; por su lado, la serie *IPC5* (servicios médicos) presenta evidencia de efectos sobre ambas partes de la serie, la determinista y la estocástica. Es interesante notar que en estas dos series aparecen efectos estacionales que se reflejan en parámetros autorregresivos asociados con retrasos de orden 12, además de que en lugar de una segunda diferencia, se requiere ahora una primera diferencia, a la vez que un parámetro de tendencia determinista, denotado por  $\theta_0$ .

El mismo proceso seguido anteriormente para la intervención I se siguió con la intervención II (el establecimiento del IVA); las gráficas de la discrepancia entre valores reales y pronosticados de las series *IPM* e *IPC* también se pueden ver en el Apéndice A.1. Al igual que sucedió con la función de intervención para la devaluación, ahora también se observó que un mismo tipo de función de intervención era apropiado para las series que mostraban efectos significativos a causa del IVA; esto se aprecia en el cuadro 6, más adelante.

La siguiente intervención analizada fue la correspondiente al aumento en el precio de la gasolina (intervención III) que se dio en diciembre de 1981, dicho efecto solamente pareció percibirlo significativamente la serie *IPC6* (transportes y comunicaciones) y, por tal motivo, sólo en esta serie aparece explícita dicha intervención.

Posteriormente se procedió a estudiar el efecto causado por la devaluación de febrero de 1982. El camino seguido en esta ocasión fue el siguiente: aun cuando se realizaron gráficas de los errores de pronóstico para identificar posibles funciones de intervención, se supuso que la devaluación de febrero de 1982 debió haber causado un efecto que tendiera a absorberse en las series al paso del tiempo; de esta manera, la función de intervención que se postuló, *a priori*, para representar los efectos devaluatorios sobre los logaritmos de las series, fue

$$\nabla \varepsilon_{IV,t} = \left\{ \frac{\omega_{IV}}{1 - \delta_{IV} B} \right\} P_{IV,t}^{16} \quad (24)$$

esta función considera, como casos particulares del parámetro  $\delta_{IV}$ , a

$$\delta_{IV} = 0 : \nabla \varepsilon_{IV,t} = \omega_{IV} P_{IV,t} \quad (25)$$

<sup>15</sup> Recuérdese que para llevar a cabo un análisis ortodoxo de intervención, se requiere que el modelo para la parte estocástica no cambie con el transcurso del tiempo.

<sup>16</sup> Véase la gráfica 2 (f).

$$y: \quad \delta_{IV} = 1 : \nabla^2 \Sigma_{IV,t} = \omega_{IV} P_{IV,t} \quad (26)$$

que representan, respectivamente, i) a un salto único (sostenido) de magnitud  $\omega_{IV}$  en el momento de la intervención y ii) a un salto, también sostenido y de magnitud  $\omega_{IV}$ , pero no único, sino que se da cada período a partir de la ocurrencia de la intervención.<sup>17</sup>

La estimación de parámetros indicó, sin embargo, que el parámetro  $\delta_{IV}$  era, en todos los casos, razonablemente igual a la unidad, de tal forma que la función de intervención (26) resultó ser la más apropiada, lo cual además se vio corroborado por las gráficas de los errores de pronóstico que habían sido previamente realizadas. En el cuadro 6 se muestran los resultados logrados con la estimación del modelo completo, que considera ya a las cuatro intervenciones de interés para este trabajo:

1. La devaluación de la moneda en septiembre de 1976.
2. El establecimiento del Impuesto al Valor Agregado.
3. El aumento de la gasolina en diciembre de 1981.
4. La devaluación de febrero de 1982.

En el cuadro 6 se aprecia que las reacciones de *IPM* y de *IPC* a las intervenciones son básicamente las mismas: ninguno de estos dos índices se vio afectado significativamente por la intervención III, y los modelos dinámicos para las otras intervenciones son iguales, aunque las magnitudes de los efectos sean diferentes. En lo que toca a las subseries de *IPC*, puede apreciarse que *IPC2*, *IPC4*, *IPC5*, *IPC7* e *IPC8* tuvieron una sensibilidad similar a la del Indice General para registrar los efectos de las intervenciones; en contraste con *IPC1*, que no se afectó significativamente por el establecimiento del IVA; *IPC3* que solamente registró efectos a causa de la devaluación de febrero de 1982 (quizá debido a las expectativas devaluatorias), pero que además alteró su comportamiento estocástico y, en particular a partir de la devaluación de 1976, muestra un patrón estacional que no se apreciaba previamente; y por último, *IPC6*, que sí mostró efectos atribuibles al alza de la gasolina en diciembre de 1981 (en particular este efecto se piensa que puede contener alguna interacción con el efecto de la devaluación de febrero de 1982, sin embargo no fue posible identificar por separado a cada uno de tales efectos).

### III. Interpretación de resultados del análisis de intervención

#### 1. Indice de precios al mayoreo

La primera serie por considerar será la de *IPM*, para la cual el período de observación cubre los meses entre enero de 1961 y julio de 1982. De

<sup>17</sup> Véanse las gráficas 2 (b) y 2 (h).

**Cuadro 6**  
**Resultados de la estimación de modelos con**  
**intervenciones I, II, III y IV**

Serie $T(Z_t)$	Periodo (Mes, Año)	Modelo a	Parámetros Estimados		Intervalo del 95% de confianza	$\hat{\sigma}_u$	Estadística Q. grados de libertad
			Intervalo del 95% de confianza	$\hat{\sigma}_u$			
log (IPM) <sub>t</sub>	De 01, '61 a 07, '82	$T(Z_t) = \left\{ \frac{\omega_{1,0} - \omega_{1,3}B^3}{\nabla^2} \right\} P_{I,t} + \left\{ \frac{\omega_{1,1}}{\nabla} \right\} P_{II,t}$ $+ \left\{ \frac{\omega_{1,4}}{\nabla^2} \right\} P_{IV,t} + N_t$ $(1 - \phi B) \nabla^2 N_t = (1 - \theta_1 B^2 - \theta_2 B^3) a_t$	$\hat{\phi} = -.64$ $\hat{\theta}_1 = .67$ $\hat{\theta}_2 = .15$ $\omega_{1,0} = .060$ $\omega_{1,3} = .051$ $\omega_{1,1} = .035$ $\omega_{1,4} = .022$	(-.77, -.52) (.56, .79) (.04, .25) (.048, .072) (.039, .063) (.019, .050) (.012, .032)	.0082	21.38, 17	
log (IPC) <sub>t</sub>	01, '69 07, '82	$T(Z_t) = \left\{ \frac{\omega_{1,0} - \omega_{1,3}B^3}{\nabla^2} \right\} P_{I,t} + \left\{ \frac{\omega_{1,1}}{\nabla} \right\} P_{II,t}$ $+ \left\{ \frac{\omega_{1,4}}{\nabla^2} \right\} P_{IV,t} + N_t$ $(1 - \phi B) \nabla^2 N_t = (1 - \theta B) a_t$	$\hat{\phi} = .26$ $\hat{\theta} = .83$ $\omega_{1,0} = .032$ $\omega_{1,3} = .023$ $\omega_{1,1} = .029$ $\omega_{1,4} = .015$	(.04, .48) (.69, .96) (.022, .042) (.013, .033) (.017, .040) (.005, .025)	.0063	19.54, 18	
log (IPC) <sub>t</sub>	01, '69 07, '82	$T(Z_t) = \left\{ \frac{\omega_{1,0} - \omega_{1,3}B^3}{\nabla^2} \right\} P_{I,t} + \left\{ \frac{\omega_{1,4}}{\nabla^2} \right\} P_{IV,t} + N_t$ $\nabla^2 N_t = (1 - \theta B) (1 - \Theta B^6) a_t$	$\hat{\theta} = .82$ $\hat{\Theta} = -.27$ $\omega_{1,0} = .036$ $\omega_{1,3} = .014$ $\omega_{1,4} = .018$	(.73, .92) (-.43, -.10) (.022, .049) (.001, .028) (.006, .030)	.0101	18.54, 19	
log (IPC2) <sub>t</sub>	01, '69 07, '82	$T(Z_t) = \left\{ \frac{\omega_{1,0} - \omega_{1,3}B^3}{\nabla^2} \right\} P_{I,t} + \left\{ \frac{\omega_{1,1}}{\nabla} \right\} P_{II,t}$ $+ \left\{ \frac{\omega_{1,4}}{\nabla^2} \right\} P_{IV,t} + N_t$ $\nabla^2 N_t = (1 - \theta B) a_t$	$\hat{\theta} = .90$ $\hat{\omega}_{1,0} = .051$ $\hat{\omega}_{1,3} = .046$ $\hat{\omega}_{1,1} = .059$ $\hat{\omega}_{1,4} = .028$	(.83, .97) (.039, .063) (.034, .058) (.041, .077) (.019, .038)	.0094	13.84, 19	

$\log (IPC3_i)$	01, '69 07, '82	$T(Z_i) = \left\{ \frac{\omega_{IV}}{\nabla^2} \right\} P_{IV,i} + N_i$	$\hat{\Phi} = .32$	$(.16, .48)$	21.56, 19
		$(1 - \Phi B^{12}) \nabla N_i = \theta_0 + (1 - \theta_1 B^9 - \theta_2 B^{13}) a_i$	$\hat{\theta}_0 = .008$	$(.005, .011)$	
			$\hat{\theta}_1 = -.25$	$(-.41, -.09)$	
$\log (IPC4_i)$	01, '69 07, '82	$T(Z_i) = \left\{ \frac{\omega_{1,0} - \omega_{1,3} B^3}{\nabla^2} \right\} P_{I,i} + \left\{ \frac{\omega_{II}}{\nabla} \right\} P_{II,i}$	$\hat{\theta}_2 = -.27$	$(-.43, -.11)$	.0100
		$+ \left\{ \frac{\omega_{IV}}{\nabla^2} \right\} P_{IV,i} + N_i$	$\omega_{IV} = .029$	$(.021, .038)$	
		$\nabla^2 N_i = (1 - \theta B) a_i$	$\hat{\omega}_{1,0} = .033$	$(.025, .042)$	
$\log (IPC5_i)$	01, '69 07, '82	$T(Z_i) = \left\{ \frac{\omega_{1,0} - \omega_{1,3} B^3}{\nabla^2} \right\} P_{I,i} + \left\{ \frac{\omega_{II}}{\nabla} \right\} P_{II,i}$	$\hat{\omega}_{1,3} = .026$	$(.017, .034)$	.0062
		$+ \left\{ \frac{\omega_{IV}}{\nabla^2} \right\} P_{IV,i} + N_i$	$\hat{\omega}_{II} = .045$	$(.033, .057)$	
		$(1 - \Phi B^{12}) N_i = \theta_0 + a_i$	$\hat{\omega}_{IV} = .031$	$(.023, .039)$	
$\log (IPC6_i)$	01, '69 06, '82	$T(Z_i) = \left\{ \frac{\omega_{1,0} - \omega_{1,3} B^3}{\nabla^2} \right\} P_{I,i} + \left\{ \frac{\omega_{III}}{\nabla^2} \right\} P_{III,i} + N_i$	$\hat{\Phi} = .37$	$(.20, .53)$	.0114
		$(1 - \Phi B^{11}) \nabla N_i = a_i$	$\hat{\theta}_0 = .005$	$(.003, .008)$	
			$\hat{\omega}_{1,0} = .035$	$(.022, .048)$	
$\log (IPC7_i)$	01, '69 07, '82	$T(Z_i) = \left\{ \frac{\omega_{1,0} - \omega_{1,3} B^3}{\nabla^2} \right\} P_{I,i} + \left\{ \frac{\omega_{II}}{\nabla} \right\} P_{II,i}$	$\hat{\omega}_{1,3} = .028$	$(.015, .041)$	.0114
		$+ \left\{ \frac{\omega_{IV}}{\nabla^2} \right\} P_{IV,i} + N_i$	$\hat{\omega}_{II} = .069$	$(.048, .091)$	
		$(1 - \Phi B^{12}) \nabla N_i = (1 - \theta B) a_i$	$\hat{\omega}_{IV} = .039$	$(.029, .048)$	
$\log (IPC8_i)$	01, '69 07, '82	$T(Z_i) = \left\{ \frac{\omega_{1,0} - \omega_{1,3} B^3}{\nabla^2} \right\} P_{I,i} + \left\{ \frac{\omega_{II}}{\nabla} \right\} P_{II,i}$	$\hat{\Phi} = .22$	$(.03, .41)$	.0237
		$+ \left\{ \frac{\omega_{IV}}{\nabla^2} \right\} P_{IV,i} + N_i$	$\hat{\theta}_0 = .93$	$(.87, .99)$	
		$(1 - \Phi B^{12}) \nabla N_i = (1 - \theta B) a_i$	$\hat{\omega}_{1,0} = .037$	$(.026, .048)$	
$\log (IPC8_i)$	01, '69 07, '82	$T(Z_i) = \left\{ \frac{\omega_{1,0} - \omega_{1,3} B^3}{\nabla^2} \right\} P_{I,i} + \left\{ \frac{\omega_{II}}{\nabla} \right\} P_{II,i}$	$\hat{\omega}_{1,3} = .033$	$(.022, .044)$	.0090
		$+ \left\{ \frac{\omega_{IV}}{\nabla^2} \right\} P_{IV,i} + N_i$	$\hat{\omega}_{II} = .031$	$(.013, .048)$	
		$(1 - \Phi B) \nabla N_i = \theta_0 + a_i$	$\hat{\omega}_{IV} = .030$	$(.021, .038)$	

acuerdo con el cuadro 6, un modelo que representa satisfactoriamente el comportamiento de la serie es:

$$\begin{aligned} \hat{\log}(IPM) = & \left\{ \frac{.060 - .051B^3}{\nabla^2} \right\} P_{I,t} + \left\{ \frac{.035}{\nabla} \right\} P_{II,t} + \left\{ \frac{.022}{\nabla^2} \right\} P_{IV,t} \\ & + \left\{ \frac{1 - .67B^2 - .15B^3}{(1 + .64B)\nabla^2} \right\} a_t \end{aligned} \quad (30)$$

con  $\hat{\sigma}_a = .0082$ . Dicho modelo puede escribirse también como<sup>18</sup>

$$\hat{\log}(IPM_t) = \hat{\varepsilon}_{I,t} + \hat{\varepsilon}_{II,t} + \hat{\varepsilon}_{IV,t} + \hat{N}_t \quad (31)$$

en donde, los modelos dinámicos de intervención explícitos<sup>19</sup> vienen a ser:

$$\begin{aligned} \hat{\varepsilon}_{I,t} &= \begin{cases} 0 & \text{si } t < I \\ \hat{\omega}_{I,0}(t - I + 1) & \text{si } t = I, I+1, I+2 (I=09, '76) \\ 3\hat{\omega}_{I,3} + (\hat{\omega}_0 - \hat{\omega}_I)(t - I + 1) & \text{si } t \geq I+3 \end{cases} \\ &= \begin{cases} 0 & \text{si } t < I \\ .060(t - I + 1) & \text{si } t = I, I+1, I+2 \\ .153 + .009(t - I + 1) & \text{si } t \geq I+3 \end{cases} \end{aligned} \quad (32)$$

$$\begin{aligned} \hat{\varepsilon}_{II,t} &= \begin{cases} 0 & \text{si } t < II \\ \hat{\omega}_{II} & \text{si } t \geq II \end{cases} \quad (II=01, '80) \\ &= \begin{cases} 0 & \text{si } t < II \\ .035 & \text{si } t \geq II \end{cases} \end{aligned} \quad (33)$$

$$\begin{aligned} \hat{\varepsilon}_{IV,t} &= \begin{cases} 0 & \text{si } t < IV \\ \hat{\omega}_{IV}(t - IV + 1) & \text{si } t \geq IV \end{cases} \quad (IV=02, '82) \\ &= \begin{cases} 0 & \text{si } t < IV \\ .022(t - IV + 1) & \text{si } t \geq IV \end{cases} \end{aligned} \quad (34)$$

<sup>18</sup> Véase la expresión (2).

<sup>19</sup> Véase el cuadro 1.

y además:

$$\hat{N}_t = \left\{ \frac{1 - .67B^2 - .15B^3}{(1 + .64B)\nabla^2} \right\} a_t \quad (35)$$

Ahora bien, con fines interpretativos puede utilizarse la siguiente aproximación:

$$\log(IPM_t) - \log(IPM_{t-1}) = \log\left(\frac{IPM_t}{IPM_{t-1}}\right) = \log(1 + r_t^{IPM}) \equiv r_t^{IPM} \quad (36)$$

en la cual  $r_t^{IPM}$  representa al incremento relativo del índice de precios en el mes  $t$  respecto al índice observado en el mes  $t-1$  es decir,  $r_t^{IPM}$  es una tasa mensual de crecimiento.

De la expresión (30) se sigue que:

$$\begin{aligned} \hat{r}_t^{IPM} \equiv \nabla \log(IPM_t) &= \left\{ \frac{.060 - .051B^3}{\nabla} \right\} P_{I,t} + \{.035\} P_{II,t} \\ &+ \left\{ \frac{.022}{\nabla} \right\} P_{III,t} + \left\{ \frac{1 - .67B^2 - .15B^3}{(1 + .64B)\nabla} \right\} a_t \end{aligned} \quad (37)$$

lo cual implica que:

$$\hat{r}_t^{IPM} \equiv \begin{cases} \hat{N}'_t & \text{si } t < I \\ \hat{N}'_t + .060 & \text{si } t = I, I+1, I+2 \\ \hat{N}'_t + .009 & \text{si } I+3 \leq t < II \\ \hat{N}'_t + .044 & \text{si } t = II \\ \hat{N}'_t + .009 & \text{si } II < t < IV \\ \hat{N}'_t + .031 & \text{si } t \geq IV \end{cases} \quad (38)$$

con:

$$\hat{N}'_t = \left\{ \frac{1 - .67B^2 - .15B^3}{(1 + .64B)\nabla} \right\} a_t \quad (39)$$

Los efectos observados sobre  $\hat{r}_t^{IPM}$  y atribuibles a las intervenciones aparecen en la gráfica 5 (a). En esta gráfica se aprecia visualmente lo que la expresión (38) representa; de tal expresión y de la (39), se sigue que:

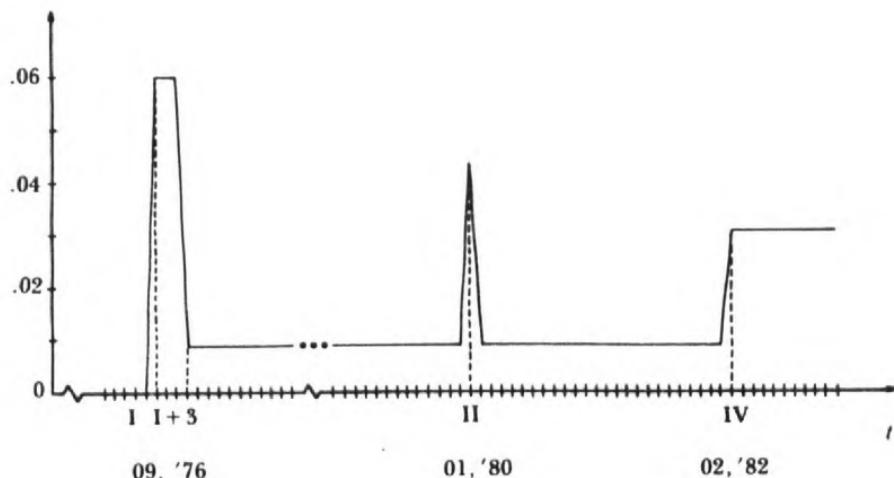
i) De no haber existido intervención alguna, se tendría

$$\hat{r}_t^{IPM} \equiv \hat{N}'_t \quad (40)$$

**Gráfica 5**  
**Efectos de las intervenciones sobre la inflación de acuerdo con:**  
 (a) *IPM* y (b) *IPC*

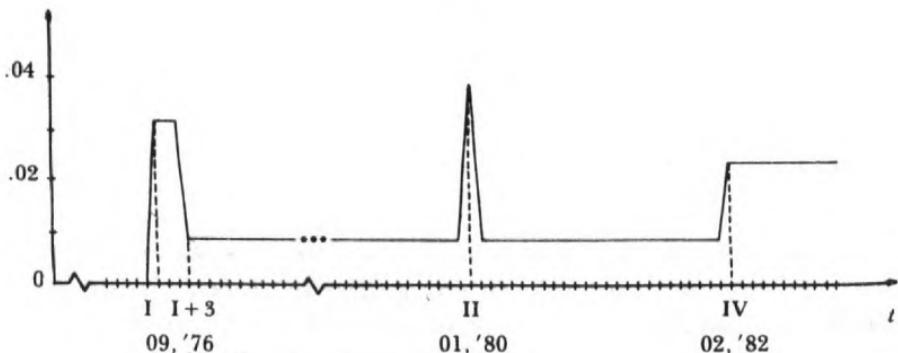
Incremento  
sobre  
inflación

(a)



Incremento  
sobre  
inflación

(b)



como una representación razonable para la serie de inflación medida a través de la tasa de crecimiento mensual del *IPM*.

- ii) La devaluación de septiembre de 1976 alteró el comportamiento histórico del *IPM* mediante un incremento mensual de la inflación, estimado en seis puntos para los meses de septiembre, octubre y noviembre de 1976; dicho incremento se redujo a partir de diciembre de 1976 a 0.9 puntos aproximadamente y permanece constante a partir de entonces (posiblemente el cambio en la administración pública y las expectativas de enriquecimiento a causa del petróleo, tuvieron como consecuencia esta reducción en el incremento mensual de la inflación) sin ser la devaluación su causa única.
- iii) La entrada en vigor del IVA indujo un incremento instantáneo de alrededor de 3.5 puntos sobre la tasa de crecimiento del *IPM* durante enero de 1980, pero de ahí en adelante las tasas de crecimiento mantienen su tendencia anterior, es decir, se incrementan mensualmente en 0.9 puntos; esto suena razonable, ya que no es de esperar que un impuesto pueda ser causa de inflación.
- iv) El alza en el precio de la gasolina no parece haber causado efecto significativo sobre el *IPM*.
- v) La devaluación de febrero de 1982 es causa de un incremento mensual sostenido de 2.2 puntos porcentuales en la inflación, lo cual eleva la tasa de crecimiento mensual del *IPM* a 3.1 puntos porcentuales a partir de febrero de 1982.

## 2. Índice general de precios al consumidor

El modelo que proporciona una representación adecuada al comportamiento de esta serie durante el período de enero de 1969 a julio de 1982 es el que aparece en el cuadro 6, o sea:

$$\begin{aligned} \log(IPC_t) = & \left\{ \frac{.032 - .023B^3}{\nabla^2} \right\} P_{I,t} + \left\{ \frac{.029}{\nabla} \right\} P_{II,t} + \left\{ \frac{.015}{\nabla^2} \right\} P_{IV,t} \\ & + \left\{ \frac{(1 - .83B)}{(1 - .26B)\nabla^2} \right\} a_t \quad \text{con } \hat{\sigma}_a = .0063 \end{aligned} \quad (41)$$

el cual tiene como expresión alternativa:

$$\log(IPC_t) = \hat{\varepsilon}_{I,t} + \hat{\varepsilon}_{II,t} + \hat{\varepsilon}_{IV,t} + \hat{N}_t \quad (42)$$

con:

$$\hat{\varepsilon}_{I,t} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < I \\ .032(t - I + 1) & \text{si } t = I, I + 1, I + 2 \\ .069 + .009(t - I + 1) & \text{si } t \geq I + 3 \end{cases} \quad (43)$$

$$\hat{\epsilon}_{II,t} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < \text{II} \\ .029 & \text{si } t \geq \text{II} \end{cases} \quad (44)$$

$$\hat{\epsilon}_{IV,t} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < \text{IV} \\ .015(t - \text{IV} + 1) & \text{si } t \geq \text{IV} \end{cases} \quad (45)$$

y:

$$\hat{N} = \left\{ \frac{1 - .83B}{(1 - .26B)\nabla^2} \right\} a_t \quad (46)$$

El argumento utilizado con *IPM* para justificar la interpretación del modelo en términos de tasas de crecimiento, es también válido aquí y permite obtener:

$$\begin{aligned} \hat{r}_t^{IPC} \cong \nabla \log (IPC_t) &= \left\{ \frac{.032 - .023B^3}{\nabla} \right\} P_{I,t} + \{.029\} P_{II,t} \\ &+ \left\{ \frac{.015}{\nabla} \right\} P_{IV,t} + \left\{ \frac{1 - .83B}{(1 - .26B)\nabla} \right\} a_t \end{aligned} \quad (47)$$

en donde  $\hat{r}_t^{IPC}$  es la tasa mensual de crecimiento del *IPC*, es decir, es la inflación medida a través del Índice de Precios al Consumidor. De la expresión (47) se sigue que:

$$\hat{r}_t^{IPC} \cong \begin{cases} \hat{N}' & \text{si } t < \text{I} \\ \hat{N}' + .032 & \text{si } t = \text{I}, \text{I} + 1, \text{I} + 2 \\ \hat{N}' + .009 & \text{si } \text{I} + 3 \leq t < \text{II} \\ \hat{N}' + .038 & \text{si } t = \text{II} \\ \hat{N}' + .009 & \text{si } \text{II} < t < \text{IV} \\ \hat{N}' + .024 & \text{si } t \geq \text{IV} \end{cases} \quad (48)$$

con:

$$\hat{N}' = \left\{ \frac{1 - .83B}{(1 - .26B)\nabla} \right\} a_t \quad (49)$$

Al igual que ocurrió con el *IPM*, la apreciación visual de (48), mediante la Gráfica 5 (b) en este caso, simplifica en buena medida la interpretación de los resultados; en lo que se refiere a las intervenciones de interés puede observarse que:

i) El modelo:

$$\hat{r}_t^{IPC} \cong \hat{N}' \quad (50)$$

con  $\hat{N}'$  dado por (49), sería adecuado de no haber existido influencia externa sobre el comportamiento histórico de la serie.

- ii) El efecto de la devaluación consistió en incrementar la inflación del *IPC* en alrededor de 3.2 puntos durante los tres primeros meses y en 0.9 puntos de diciembre en adelante.
- iii) La implantación del Impuesto sobre el Valor Agregado provocó una elevación momentánea de la tasa de crecimiento mensual del *IPC* a 3.8 puntos porcentuales en el mes de enero de 1980.
- iv) La elevación del precio de la gasolina en diciembre de 1981 no indujo cambio alguno.
- v) La devaluación de 1982 se mostró como un incremento mensual de 1.5. puntos sobre la inflación esperada, y dicho incremento mensual elevó el incremento mensual a 2.4 puntos porcentuales a partir de la devaluación.

### 3. Subseries del índice de precios al consumidor

Para presentar de manera concisa, pero completa, los resultados acerca de las ocho subseries que constituyen el Índice de Precios al Consumidor, se optó por mostrar simplemente los modelos correspondientes a las tasas de crecimiento y las gráficas respectivas. Así pues, se tiene lo siguiente:

$$\hat{\eta}_t^{IPC1} \cong \left\{ \frac{.036 - .014B^3}{\nabla} \right\} P_{I,t} + \left\{ \frac{.018}{\nabla} \right\} P_{II,t} + \left\{ \frac{(1 - .82B)(1 + .27B^6)}{\nabla} \right\} a_t$$

$$\hat{\sigma}_a = .0101 \quad (51)$$

$$\hat{\eta}_t^{IPC2} \cong \left\{ \frac{.051 - .046B^3}{\nabla} \right\} P_{I,t} + \left\{ .059 \right\} P_{II,t} + \left\{ \frac{.028}{\nabla} \right\} P_{IV,t} + \left\{ \frac{1 - .90B}{\nabla} \right\} a_t$$

$$\hat{\sigma}_a = .0094 \quad (52)$$

$$\hat{\eta}_t^{IPC3} \cong \left\{ \frac{.029}{\nabla} \right\} P_{IV,t} + .012 + \left\{ \frac{1 + .25B^9 + .27B^{13}}{1 - .32B^{12}} \right\} a_t \quad (53)$$

<sup>20</sup> Este modelo surge del siguiente argumento: sea  $W_t = \nabla N_t$ , con  $(1 - \Phi B^{12}) \nabla N_t = \theta_0 + \theta(B) a_t$ , entonces se tiene  $W_t = \Phi W_{t-12} + \theta_0 + \theta(B) a_t$ , y así sucesivamente:

$$W_t = \Phi^i W_{t-12i} + \theta_0 \sum_{j=0}^{i-1} \Phi^j + \sum_{j=0}^{i-1} (\Phi B^{12})^j \theta(B) a_t \text{ para } i = 1, 2, \dots$$

$$\text{de donde } W_t = \Phi^i W_{t-12i} + \theta_0 \left( \frac{1 - \Phi^i}{1 - \Phi} \right) + \left\{ \frac{1 - (\Phi B^{12})^i}{1 - \Phi B^{12}} \right\} \theta(B) a_t, \quad i = 1, 2, \dots$$

(continúa). . .

$$\begin{aligned}\hat{r}_t^{IPC4} \equiv & \left\{ \frac{.033 - .026B^3}{\nabla} \right\} P_{I,t} + \{.045\} P_{II,t} + \left\{ \frac{.031}{\nabla} \right\} P_{IV,t} \\ & + \left\{ \frac{1 - .78B}{\nabla} \right\} a_t, \\ \hat{\sigma}_a = & .0062\end{aligned}\quad (54)$$

$$\begin{aligned}\hat{r}_t^{IPC5} \equiv & \left\{ \frac{.035 - .028B^3}{\nabla} \right\} P_{I,t} + \{.069\} P_{II,t} + \left\{ \frac{.039}{\nabla} \right\} P_{IV,t} + .008 \\ & + \left\{ \frac{1}{1 - .37B^{12}} \right\} a_t, \quad \hat{\sigma}_a = .0114\end{aligned}\quad (55)$$

$$\begin{aligned}\hat{r}_t^{IPC6} \equiv & \left\{ \frac{.072 - .060B^3}{\nabla} \right\} P_{I,t} + \left\{ \frac{.044}{\nabla^2} \right\} P_{III,t} + \left\{ \frac{1}{1 - .43B^{11}} \right\} a_t, \\ \hat{\sigma}_a = & .0237\end{aligned}\quad (56)$$

$$\begin{aligned}\hat{r}_t^{IPC7} \equiv & \left\{ \frac{.037 - .033B^3}{\nabla} \right\} P_{I,t} + \{.031\} P_{II,t} + \left\{ \frac{.030}{\nabla} \right\} P_{IV,t} + \\ & \left\{ \frac{1 - .93B}{(1 - .22B^{12}) \nabla} \right\} a_t, \quad \hat{\sigma}_a = .0090\end{aligned}\quad (57)$$

$$\begin{aligned}\hat{r}_t^{IPC8} \equiv & \left\{ \frac{.051 - .039B^3}{\nabla} \right\} P_{I,t} + \{.097\} P_{II,t} + \left\{ \frac{.029}{\nabla} \right\} P_{IV,t} + .008 \\ & + \left\{ \frac{1}{1 - .25B} \right\} a_t, \quad \hat{\sigma}_a = .0108\end{aligned}\quad (58)$$

Las gráficas 6a a la 6h muestran visualmente los efectos de las intervenciones. En ellas puede apreciarse a simple vista la sensibilidad de cada una de las componentes de *IPC* a las diferentes intervenciones en estudio; por ejemplo, sobresale el efecto causado por el IVA sobre las series *IPC5* (servicios médicos) e *IPC8* (otros bienes) en contraste con la ausencia de efectos por esta intervención sobre las series *IPC1* (alimentos, bebidas y tabaco), *IPC3* (arriendos) e *IPC6* (transportes y comunicaciones).

por tanto, al tomar el límite cuando  $i$  tiende a infinito, se llega a

$$W_t = \frac{\theta_0}{1 - \Phi} + \left\{ \frac{\theta(B)}{1 - \Phi B^{12}} \right\} a_t$$

además, ya que

$$r_t \equiv \nabla \log (Z_t) = \left\{ \frac{\omega_{IV}}{\nabla} \right\} P_{IV,t} + \nabla N_t$$

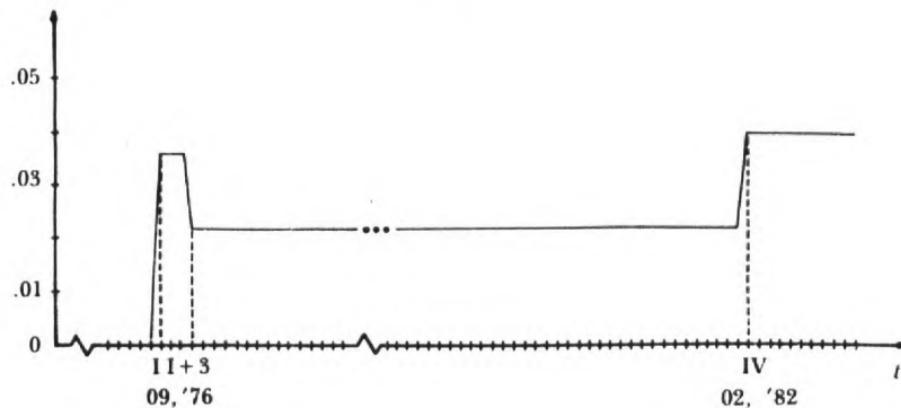
se obtiene la expresión

$$r_t \equiv \left\{ \frac{\omega_{IV}}{\nabla} \right\} P_{IV,t} + \frac{\theta_0}{1 - \Phi} + \left\{ \frac{\theta(B)}{1 - \Phi B^{12}} \right\} a_t$$

**Gráfica 6**  
**Efectos de las intervenciones sobre la inflación**  
**de acuerdo con: (a) *IPC1* y (b) *IPC2***

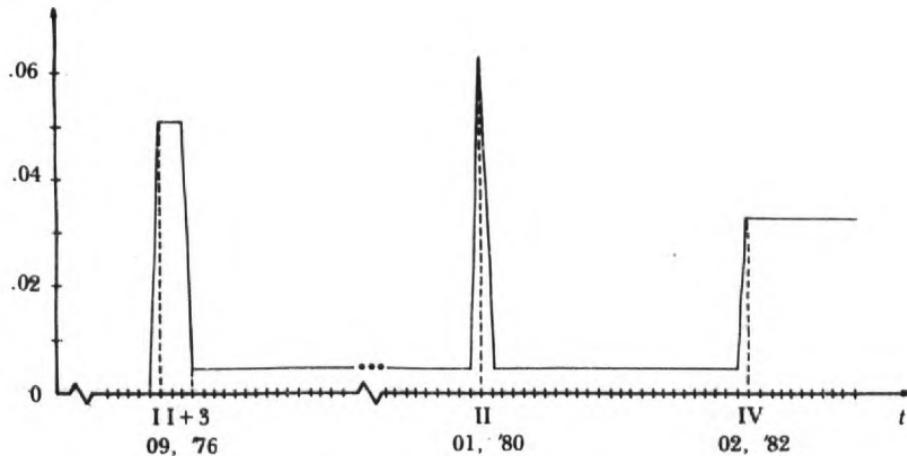
Incremento  
sobre  
Inflación

(a)



Incremento  
sobre  
Inflación

(b)

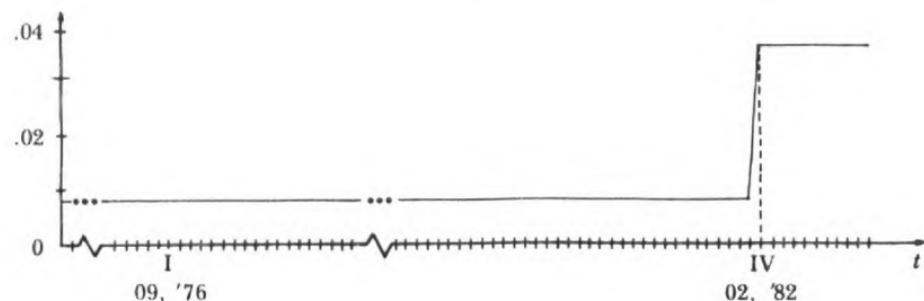


Gráfica 6 (continuación)

Efectos de las intervenciones sobre la inflación  
de acuerdo con: (c) *IPC3* y (d) *IPC4*

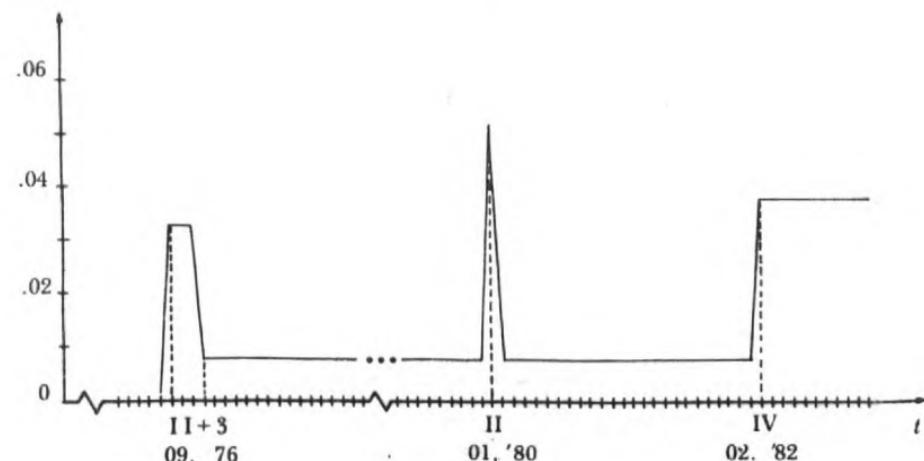
Incremento  
sobre  
Inflación

(c)



Incremento  
sobre  
Inflación

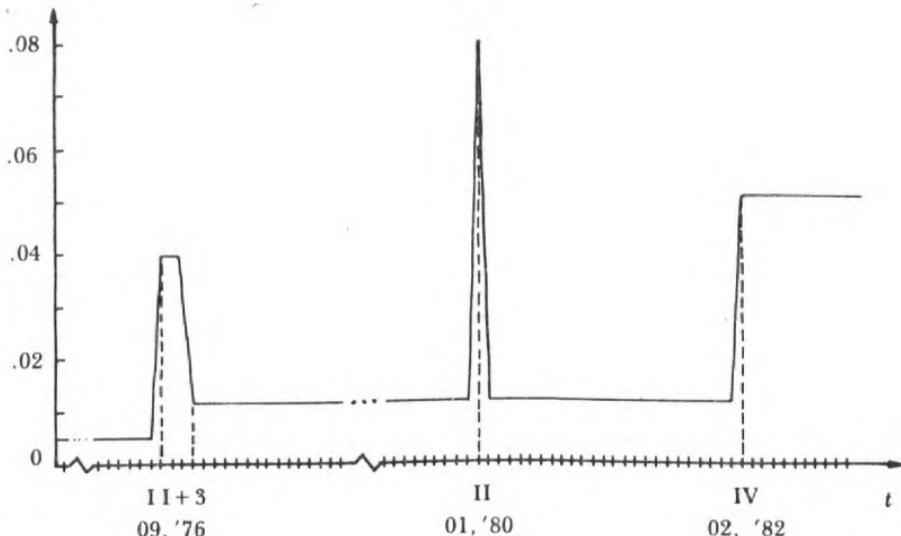
(d)



Gráfica 6 (continuación)  
**Efectos de las intervenciones sobre la inflación de acuerdo con: (e) *IPC5* y (f) *IPC6***

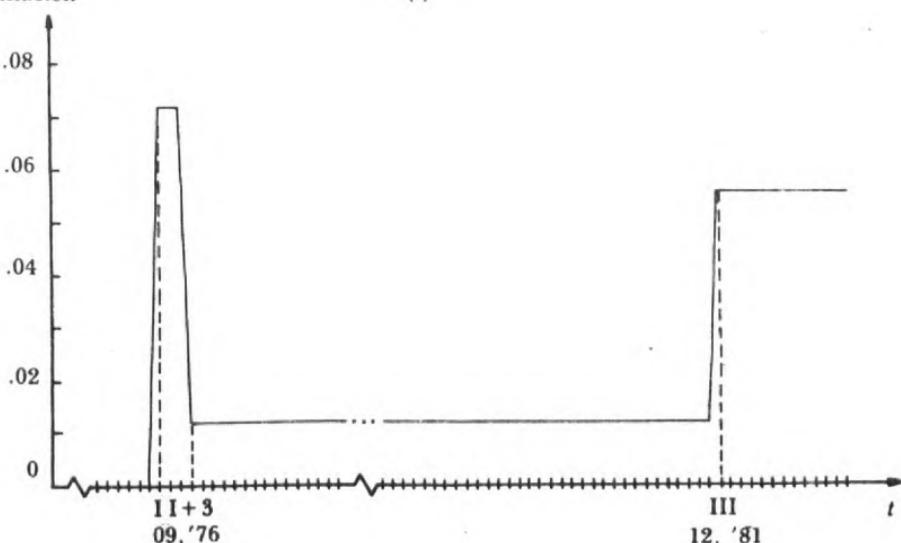
Incremento  
sobre  
Inflación

(e)



Incremento  
sobre  
Inflación

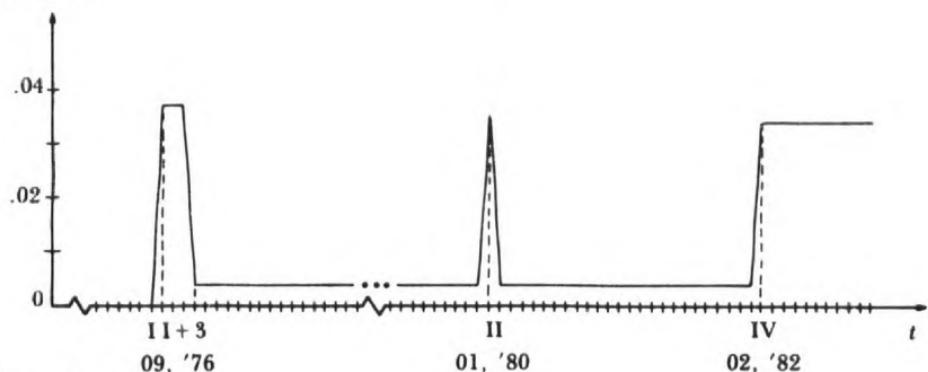
(f)



**Gráfica 6 (continuación)**  
**Efectos de las intervenciones sobre la inflación**  
**de acuerdo con: (g) *IPC7* y (h) *IPC8***

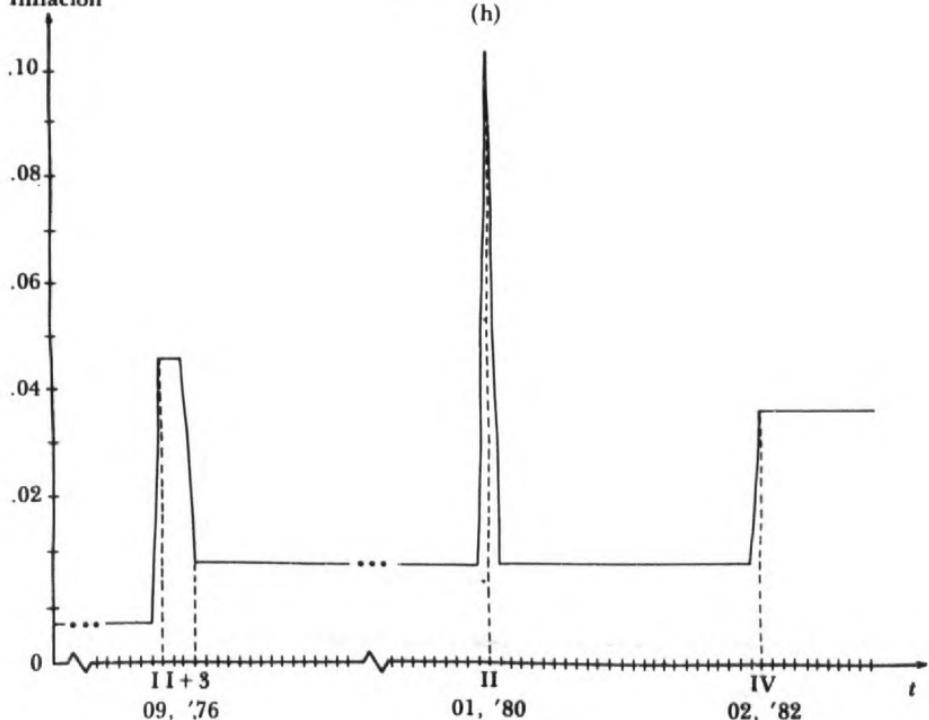
Incremento  
sobre  
Inflación

(g)



Incremento  
sobre  
Inflación

(h)



#### 4. Modelos de pronóstico

Además de los resultados anteriores —evidentes en las gráficas 5 y 6— pueden también obtenerse pronósticos para cada una de las variables en consideración, junto con sus respectivos intervalos de confianza. Es natural pensar que mediante una aplicación del antilogaritmo de los valores pronosticados de  $\log(Z_t)$  se obtendría un pronóstico de  $Z_t$ ; es posible demostrar sin embargo, que el pronóstico obtenido de esta manera contiene sesgo; no obstante, en el Apéndice A.2 se muestra como puede corregirse el sesgo de manera aproximada. Una aplicación del procedimiento sugerido en dicho apéndice produjo los resultados que se muestran en el cuadro 7.

Cuadro 7

Valores pronosticados e intervalos del 95%  
de confianza para *IPM* e *IPC*

Mes y año	Pronóstico de <i>IPM</i>	Intervalo de confianza	Pronóstico de <i>IPC</i>	Intervalo de confianza
Ago. '82	291.39	(286.76, 296.09)	310.02	(306.21, 313.88)
Sep.	304.42	(296.32, 312.74)	324.70	(317.76, 331.79)
Oct.	317.98	(306.84, 329.52)	340.00	(329.85, 350.45)
Nov.	332.19	(318.99, 347.02)	356.01	(342.45, 370.10)
Dic.	347.01	(329.65, 365.29)	372.77	(355.51, 390.86)
Ene. '83	362.52	(341.79, 384.49)	390.33	(369.02, 412.88)
Feb.	378.71	(354.40, 404.68)	408.73	(382.96, 436.23)
Mar.	395.63	(367.48, 425.94)	428.01	(397.34, 461.04)
Abr.	413.32	(381.03, 448.34)	448.20	(412.15, 487.41)
May.	431.81	(395.06, 471.97)	469.37	(427.42, 515.44)

La utilidad práctica de estos pronósticos se refleja inmediatamente en que sería factible pronosticar la inflación de los precios para meses futuros, en el supuesto de que las condiciones económicas que regían hasta julio de 1982 se mantienen para el período de pronóstico. Así, debido a que en diciembre de 1981 el *IPC* fue de 213.136 y como para diciembre de 1982 sería, según se estima, de 372.77, la inflación pronosticada para 1982 viene a ser de 74.90%. Debe tenerse en mente que, conforme el horizonte de pronóstico se amplía, la precisión del pronóstico decrece (de manera un tanto burda, pueden compararse los extremos de los intervalos para los pronósticos del *IPC* involucrados y obtener así un intervalo de aproximadamente 90% de confianza que cubra los valores entre 66.80% y 83.39% para la inflación de 1982).

De manera similar a como se obtuvieron los pronósticos para *IPM* e *IPC*, es factible calcular pronósticos para las subseries *IPC1* a *IPC8* (corregidos por sesgo); aquí surge entonces la opción de pronosticar el

índice general indirectamente, a partir de los valores pronosticados para cada una de sus componentes y "componiendo" el valor pronosticado para *IPC*, para ello se requiere desde luego, utilizar las ponderaciones del índice de precios al consumidor.

Asimismo, los pronósticos para *IPC1* a *IPC8* se muestran en los cuadros 8, 9, 10 y 11. En particular, para la serie *IPC6* (transportes y comunicaciones) se consideró que los pronósticos debían considerar el aumento al precio de la gasolina que se dio en el mes de julio de 1982 (la cual debería ser considerada como la intervención V); así pues, se supuso que el aumento al precio de la gasolina causaría efectos esencialmente iguales a los causados por la intervención III previamente analizada, y dado que en julio se observó un incremento del 66.67% sobre el precio anterior de la gasolina, mientras que en diciembre de 1981 el incremento ascendió al 130.77%, entonces se estimó un nuevo parámetro de intervención en función del parámetro de intervención estimado para el alza de la gasolina en diciembre de 1981 ( $\hat{\omega}_{\text{III}} = .044$ ) manteniendo una proporción entre las magnitudes de ambos parámetros o sea:

$$\hat{\omega}_V = \left( \frac{130.77}{66.67} \right) \hat{\omega}_{\text{III}} = .086$$

éste fue el valor utilizado (junto con los demás parámetros previamente estimados) para obtener posteriormente los pronósticos que aparecen en el cuadro 10.

Cuadro 8

**Valores pronosticados e intervalos del 95% de confianza para *IPC1* e *IPC2***

Mes y Año	Pronóstico de <i>IPC1</i>	Intervalo de confianza	Pronóstico de <i>IPC2</i>	Intervalo de confianza
Ago. '82	291.79	(286.07, 297.62)	354.87	(348.39, 361.48)
Sep.	303.91	(294.76, 313.33)	372.95	(362.86, 388.32)
Oct.	319.62	(306.91, 332.85)	391.95	(378.38, 406.02)
Nov.	336.06	(319.49, 353.48)	411.93	(394.72, 429.88)
Dic.	351.77	(331.05, 373.79)	432.92	(411.85, 455.07)
Ene. '83	368.86	(343.54, 396.05)	455.00	(429.75, 481.72)
Feb.	386.34	(355.00, 420.45)	478.20	(448.42, 509.96)
Mar.	404.68	(366.77, 446.51)	502.60	(467.88, 539.89)
Abr.	423.91	(378.81, 474.38)	528.25	(488.14, 571.64)
May.	444.08	(391.12, 504.21)	555.21	(509.24, 605.34)

Cuadro 9

Valores pronosticados e intervalos del 95% de confianza para  $IPC_3$  e  $IPC_4$ 

Mes y Año	Pronóstico de $IPC_3$	Intervalo de confianza	Pronóstico de $IPC_4$	Intervalo de confianza
Ago. '82	290.72	(285.07, 296.49)	323.88	(319.97, 327.83)
Sep.	304.52	(296.18, 313.09)	341.29	(334.84, 347.87)
Oct.	319.97	(309.27, 331.04)	359.65	(350.50, 369.04)
Nov.	334.30	(321.43, 347.69)	379.00	(366.84, 391.56)
Dic.	349.05	(334.06, 364.72)	399.39	(383.87, 415.55)
Ene. '83	365.61	(348.44, 383.62)	420.89	(401.59, 441.13)
Feb.	382.38	(363.03, 402.77)	443.56	(420.01, 468.43)
Mar.	398.82	(377.27, 421.59)	467.45	(439.16, 497.57)
Abr.	414.33	(390.63, 439.46)	492.65	(459.06, 528.69)
May.	431.70	(405.02, 460.14)	519.21	(479.73, 561.94)

Cuadro 10

Valores pronosticados e intervalos del 95% de confianza para  $IPC_5$  e  $IPC_6$ 

Mes y Año	Pronóstico de $IPC_5$	Intervalo de confianza	Pronóstico de $IPC_6$	Intervalo de confianza
Ago. '82	328.01	(320.78, 335.41)	311.11	(296.09, 326.89)
Sep.	345.94	(335.20, 357.02)	359.25	(334.96, 385.27)
Oct.	365.40	(351.56, 379.79)	413.32	(379.37, 450.30)
Nov.	386.97	(370.09, 404.62)	481.33	(435.98, 531.40)
Dic.	407.21	(387.41, 428.03)	572.91	(512.91, 639.94)
Ene. '83	435.57	(412.41, 460.02)	662.46	(586.84, 747.81)
Feb.	462.12	(435.65, 490.20)	752.88	(660.50, 858.18)
Mar.	485.05	(455.41, 516.63)	866.31	(753.17, 996.44)
Abr.	509.48	(476.51, 544.72)	988.49	(852.13, 1146.67)
May.	541.95	(505.06, 581.55)	1130.14	(966.45, 1321.56)

Así pues, un pronóstico "indirecto" de  $IPC$  puede obtenerse a partir de la expresión:

$$IPC_t(l) = \alpha_1 \hat{IPC}_1(l) + \alpha_2 \hat{IPC}_2(l) + \dots + \alpha_8 \hat{IPC}_8(l) \quad (59)$$

donde  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_8$  son las ponderaciones del índice de precios al consumidor, mientras que  $\hat{IPC}_1(l), \hat{IPC}_2(l), \dots, \hat{IPC}_8(l)$  denotan a los pronósticos de las subseries, a partir del origen  $t$ ,  $l$  períodos hacia adelante. Para obtener intervalos de confianza correspondientes a estos

Cuadro 11

**Valores pronosticados e intervalos del 95% de confianza para  $IPC7$  e  $IPC8$**

Mes y Año	Pronóstico de $IPC7$	Intervalo de confianza	Pronóstico de $IPC8$	Intervalo de confianza
Ago. '82	325.68	(320.03, 331.42)	377.05	(369.13, 385.14)
Sep.	343.55	(334.89, 352.44)	395.84	(382.63, 409.52)
Oct.	361.32	(349.84, 373.18)	415.57	(397.73, 434.22)
Nov.	380.04	(365.70, 394.95)	436.29	(414.13, 459.63)
Dic.	399.20	(381.89, 417.30)	458.04	(431.68, 486.00)
Ene. '83	420.89	(400.36, 442.48)	480.87	(450.32, 513.49)
Feb.	440.80	(416.96, 466.02)	504.84	(470.02, 542.23)
Mar.	463.73	(436.21, 492.98)	530.00	(490.81, 572.33)
Abr.	488.36	(456.85, 522.04)	556.42	(512.69, 603.88)
May.	517.87	(481.78, 556.66)	584.15	(535.70, 636.99)

pronósticos de  $IPC$ , se requiere, además de las varianzas de los pronósticos de las subseries, las covarianzas entre dichos pronósticos. Debido a la dificultad para estimar tales covarianzas, en el cuadro 12 no se presentan los intervalos de confianza, sino simplemente las estimaciones puntuales "indirectas" de los valores  $\hat{IPC}_t(l)$ , para  $l = 1, 2, \dots, 10$  (ago., sep., . . . , may.) a partir de  $t = 07$ , '82. Como una mera sugerencia podrían considerarse los intervalos del cuadro 7, aunque éstos sean válidos estrictamente para los pronósticos directos de  $IPC$ .

Cuadro 12

**Pronósticos indirectos de  $IPC$**

1982					1983				
Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.
312.52	330.58	351.22	373.78	398.73	424.99	451.61	481.28	512.53	547.32

De una simple inspección visual de los valores de los cuadros 7 y 12 puede apreciarse la gran diferencia que representa pronosticar directa o indirectamente los valores de  $IPC$ . Es lógico pensar que los valores del cuadro 12 sean más representativos que los del cuadro 7, debido a que el pronóstico indirecto considera con mayor detalle y profundidad el comportamiento individual de cada subserie; así pues, la inflación que se alcanzaría durante el año de 1982, de acuerdo con el pronóstico indirecto, viene a ser del 87.08%.

## Apéndice A.1

**Gráficas de la diferencia entre valores reales y valores pronosticados para identificar funciones de intervención.**

La idea de hacer gráficas de los errores de pronósticos para identificar posibles funciones de intervención surge del siguiente argumento: si el modelo construido para representar a la serie desde su observación inicial hasta la observación previa a la intervención es adecuado, los pronósticos que de él se obtengan serán "razonablemente buenos", en el sentido de que no divergirán significativamente de los valores reales. En consecuencia, los errores de pronóstico que difieran significativamente de cero demostrarán que ocurrió algún fenómeno extraño al comportamiento histórico de la serie, y como se sabe que a partir del primer pronóstico podría observarse el efecto de la intervención en estudio, es lógico entonces atribuir a tal intervención la divergencia de cero del error de pronóstico.

Así pues, lo único necesario, además de graficar las diferencias entre los valores reales y los pronosticados, es dar una indicación de si dichas diferencias son o no significativamente distintas de cero. Para esto se utiliza el hecho de que el error del pronóstico  $l$ , a partir del origen  $T$ , definido como:

$$e_T(l) = \log(Z_{t+1}) - \hat{\log}(Z_t)(l)$$

sigue una distribución normal con media cero y varianza  $(\sum_{i=0}^{l-1} \psi_i^2) \hat{\sigma}_a^2$ ; por lo tanto, límites de aproximadamente 95% de confianza para  $e_T(l)$  estarán dados por:

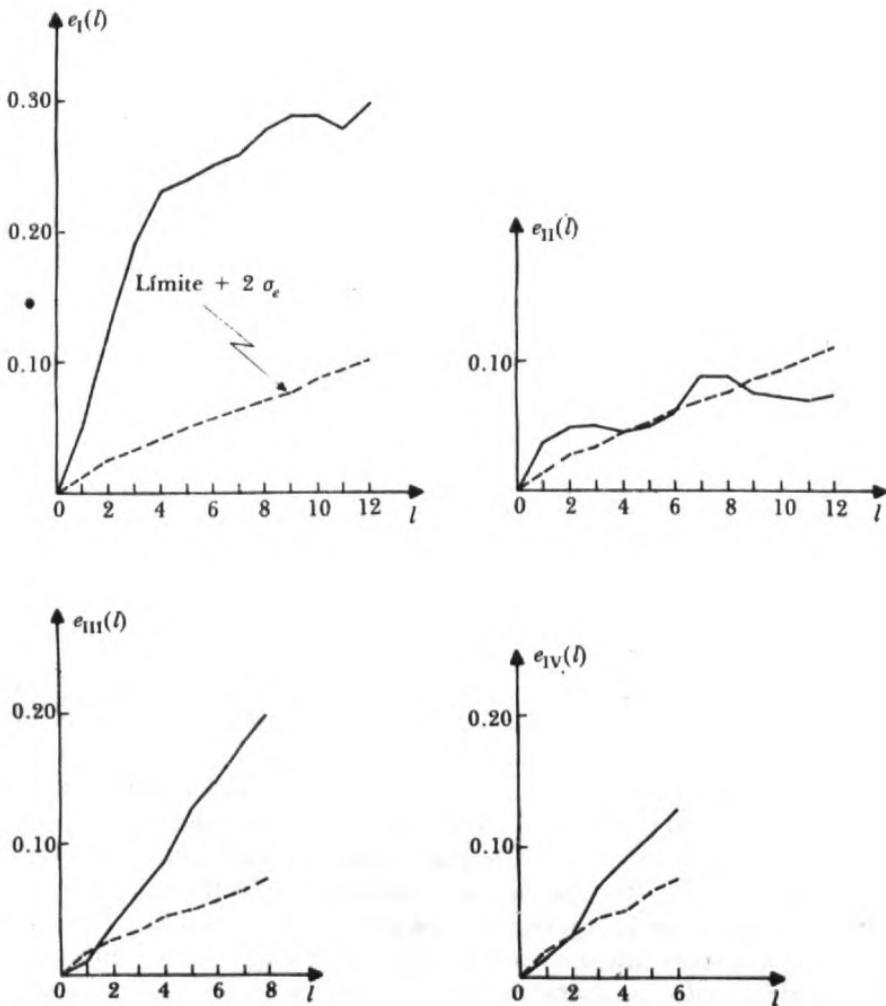
$$\pm 2\hat{\sigma}_e = \pm 2\sqrt{\sum_{i=0}^{l-1} \psi_i^2 \hat{\sigma}_a^2}$$

en donde  $\psi_0 = 1$  y las ponderaciones  $\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_{l-1}$  así como,  $\hat{\sigma}_a^2$  se obtienen como resultado del paquete de estimación de modelos de Box-Jenkins.

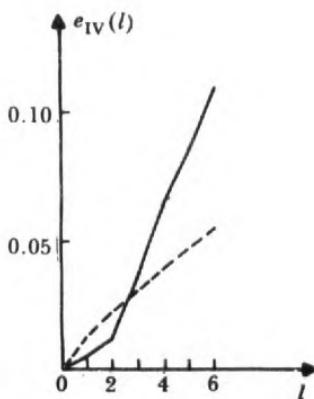
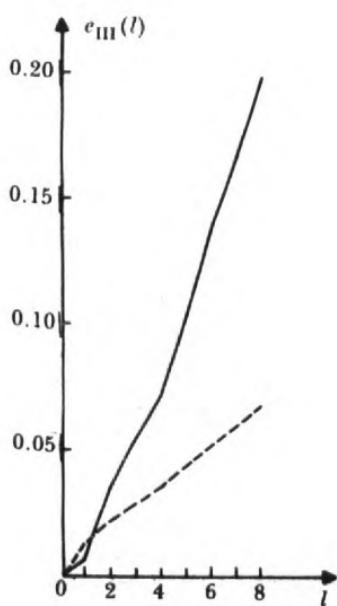
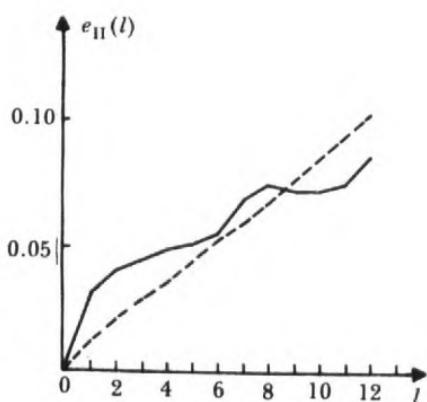
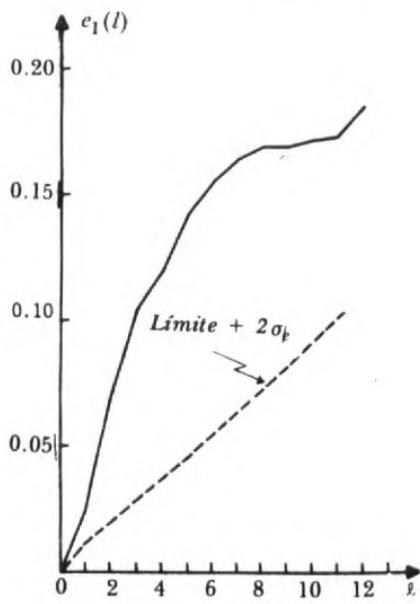
En las gráficas expuestas a continuación, la línea continua corresponde al error del pronóstico  $e_T(l)$ , mientras que las líneas discontinuas muestran los límites  $\pm 2\hat{\sigma}_e$ . De esta manera, los errores de pronóstico que se encuentren fuera de  $\pm 2\hat{\sigma}_e$  serán significativamente distintos de cero y proporcionarán evidencia para postular la forma funcional para describir a la intervención. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que los errores de pronóstico, para pronósticos hechos a partir del mismo origen, están positivamente correlacionados, por lo cual podría parecer

que siguen cierto patrón, cuando en realidad no lo hacen. Así, la función sugerida por la gráfica no es necesariamente la definitiva y debe tenerse presente la idea de construcción de modelos como un proceso iterativo, de tal suerte que un primer intento por ajustar la función de intervención puede conducir a intentos posteriores, quizá más fructíferos.

**Gráfica A.1.1.**  
Errores de pronóstico para *IPM*



Gráfica A.1.2.  
Errores de pronóstico para *IPC*



## Apéndice A.2

## Procedimiento para corregir (aproximadamente) el sesgo de los pronósticos para las series originales

De acuerdo con las propiedades de los modelos de Box-Jenkins,<sup>1</sup> la observación de la serie  $\log(Z)$  en el mes  $t+l$  se puede expresar como una combinación lineal de los errores aleatorios  $a_{t+l}, a_{t+l-1}, a_{t+l-2}, \dots$ , es decir:

$$\log(Z_{t+l}) = a_{t+l} + \psi_1 a_{t+l-1} + \psi_2 a_{t+l-2} + \dots$$

en donde la variable 'a' sigue una distribución normal, de tal forma que  $\log(Z_{t+l})$  tiene también una distribución normal. Además, se sabe que la media y la varianza de  $\log(Z_{t+l})$  condicionadas en el conocimiento de todas las observaciones hasta el tiempo  $t$ , son  $\hat{\log}(Z_t)(l)$  y  $(\sum_{i=0}^{l-1} \psi_i^2) \sigma_a^2$ , respectivamente, en donde las ponderaciones  $\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_l$  guardan una relación estrecha con los parámetros del modelo para  $\log(Z)$ , y  $\psi_0 \equiv 1$ .

Con base en lo anterior, se utilizará el hecho de que  $\exp\{\log(Z_{t+l})\}$  sigue una distribución lognormal; así pues, el valor esperado condicional de esta variable<sup>2</sup> es:

$$E_t(Z_{t+l}) = E_t[\exp\{\log(Z_{t+l})\}] = \exp\{\hat{\log}(Z_t)(l) + \frac{1}{2} \sum_{i=0}^{l-1} \psi_i^2 \sigma_a^2\},$$

de aquí se deduce que un pronóstico aproximadamente insesgado de  $Z_{t+l}$  (a partir de  $t$ ) se obtiene como:

$$\tilde{Z}_t(l) = \exp\{\hat{\log}(Z_t)(l)\} \exp\{\frac{1}{2} \sum_{i=0}^{l-1} \psi_i^2 \sigma_a^2\}$$

Multiplicando por el factor de corrección  $\exp\{\frac{1}{2} \sum_{i=0}^{l-1} \psi_i^2 \sigma_a^2\}$ , es posible también corregir el sesgo en los límites de confianza para el pronóstico "natural"  $\exp\{\hat{\log}(Z_t)(l)\}$ .

A manera de ilustración, se presenta en seguida una aplicación del procedimiento anterior para obtener los pronósticos de *IPM*. Como primer paso, se obtienen los pronósticos  $\exp\{\hat{\log}(IPM_t)(l)\}$  junto con los

<sup>1</sup> Véase Box y Jenkins (1976, cap.5)

<sup>2</sup> Véase Nelson (1973, pp. 161-163) en donde se muestra básicamente el mismo argumento que aquí se presenta. Para el caso de que se utilice una transformación distinta a la logarítmica, la corrección aproximada del sesgo puede lograrse a través del procedimiento que aparece en Guerrero (1983, cap. 6).

intervalos de confianza correspondientes y las ponderaciones  $\psi_1, \psi_2, \dots, \hat{\psi}_{l-1}$  que se muestran en el cuadro A.2.1. Entonces se procede a calcular los factores de corrección que aparecen en el mismo cuadro, y de ahí se obtienen los pronósticos corregidos que se muestran en el cuadro 7 del texto. Nótese que conforme  $l$  crece, aumenta la varianza estimada del pronóstico, que es  $(\sum_{i=0}^{l-1} \hat{\psi}_i^2) \hat{\sigma}_a^2$  y por lo tanto el factor de corrección también tiende a ser mayor; es decir, mientras más alejado sea el pronóstico, mayor será el sesgo que contenga, si no se aplica la corrección.

Cuadro A.2.1.

Cálculo de pronósticos insesgados para IPM (a partir de julio de 1982)

<i>l</i>	Pronóstico $\exp[\log (IPM_i)(l)]$	Intervalo del 95% de confianza	Ponderación $\psi_{l-1}$	Factor de corrección $\exp \left\{ \frac{1}{2} \left( \sum_{i=0}^{l-1} \hat{\psi}_i^2 \right) \hat{\sigma}_a^2 \right\}$
1	291.38	(286.76, 296.08)	1	1.000033
2	304.39	(296.29, 312.71)	1.3581	1.000095
3	317.93	(306.79, 329.47)	1.4580	1.000166
4	332.11	(317.91, 346.94)	1.5783	1.000249
5	346.89	(329.53, 365.16)	1.6854	1.000344
6	362.35	(341.64, 384.32)	1.8010	1.000453
7	378.49	(354.20, 404.44)	1.9112	1.000575
8	395.35	(367.22, 425.64)	2.0249	1.000712
9	412.96	(380.70, 447.95)	2.1363	1.000865
10	431.36	(394.65, 471.48)	2.2491	1.001034

## Bibliografía

- Bartlett, M.S. (1947). *The Use of Transformations*. Biometrika, Vol. 3.
- Box, G. E. P. y Jenkins, G. M. (1976). *Time Series Analysis, Forecasting and Control*. San Francisco: Holden Day.
- Box, G. E. P. y Tiao, G. C. (1975). *Intervention Analysis with Applications to Economic and Environmental Problems*. Journal of the American Statistical Association Vol. 70.
- Chiang, A. C. (1967). *Fundamental Methods of Mathematical Economics*. New York: McGraw-Hill.
- Guerrero, V.M. (1983). *Análisis Estadístico de Series de Tiempo Económicos*. Libro no publicado. Mimeo.
- Nelson, C. R. (1973). *Applied Time Series Analysis for Managerial Forecasting*. San Francisco: Holden Day.
- Sargent, T.J. (1979). *Macroeconomic Theory*. New York: Academic Press.
- Vera, G. y Guerrero, V.M. (1981). "Estimation of Seasonal Factors using both Traditional Methods and Box-Jenkins Techniques" en *Time Series Analysis*. O. D. Anderson y M. R. Perryman, eds. Amsterdam: North -Holland.

## **Modelos alternativos del proceso inflacionario**



# El proceso inflacionario en México 1970-82

Jaime Ros\*

## I. Introducción

Este ensayo analiza el proceso inflacionario que resurge en México a principios de la década de los setentas, desde una perspectiva analítica que se inspira en la así denominada "tradición estructuralista latinoamericana", que en el ámbito del análisis de la inflación desarrolló algunas de sus principales aportaciones.<sup>1</sup> Esta perspectiva se inspira en dicha tradición por lo menos en dos sentidos: primero, en cuanto al convencimiento de que mucho se pierde al eliminar del análisis las "rigideces" institucionales y de comportamiento o al ignorar los rezagos y ajustes dinámicos del mundo real que se derivan de situaciones recurrentes de desequilibrio; segundo, en cuanto a la necesidad de un marco teórico que aborde la influencia del conflicto económico entre grupos sociales sobre, por ejemplo, el proceso inflacionario, que sustituya los mercados perfectos por los desequilibrios de corto plazo, incluya los precios rígidos y la incertidumbre sobre las condiciones de costos y demanda, y en el que la utilización de reglas aparentemente arbitrarias puede constituir la mejor estrategia en una situación de incertidumbre.<sup>2</sup>

No se intenta reseñar aquí las contribuciones recientes a esta perspectiva, sino, simplemente, enfatizar los vínculos con la vieja tradición estructuralista de elementos que aparecen cada vez con más frecuencia en las teorías modernas de la inflación, sin pretender negar con ello el

\* El autor agradece los comentarios de José Casar a una versión preliminar de este ensayo.

<sup>1</sup> Véase, en particular para el caso de México, J. F. Noyola (1973).

<sup>2</sup> La inclusión en el análisis de las restricciones, incertidumbres y fricciones del mundo real, sin derivar las relaciones de comportamiento consideradas a partir de la maximización de funciones simples y explícitas de utilidad o de beneficios, ha sido objetada con frecuencia como "teorización *ad hoc*". Es cierto que el resultado del análisis puede no ser un producto unificado y, bajo ciertos criterios, elegante, pero dada la complejidad de los fenómenos bajo estudio, es nuestro punto de vista que tal producto contribuye a la comprensión del mundo real y enriquece las implicaciones de política económica que se pueden derivar del análisis.

hecho de que esos elementos no fueron desarrollados plenamente en esa tradición, y de que eso no dejó de ser fuente de incomprendición frecuente de los resultados del análisis.

La vieja tradición estructuralista debe, además, complementarse en otros sentidos. La idea central en el análisis de los mecanismos de generación de la inflación —según la cual el carácter diferenciado de la formación de precios en distintos sectores permite que la existencia de desequilibrios sectoriales pueda dar lugar a un proceso inflacionario, independientemente de la presencia o no de un exceso general de demanda en la economía, con sus implicaciones sobre los límites de las políticas macroeconómicas de manejo de la demanda agregada— debe ser combinada y desarrollada con el análisis de los mecanismos de propagación y de transmisión de las presiones inflacionarias del exterior, que tanto enfatizan los modelos de inflación en economías abiertas (ver, por ejemplo, los trabajos de Aukrust y de Edgren, Faxen y Odhner en la "tradición escandinava"). Así, un "modelo estructuralista para una economía abierta" debería desarrollar las implicaciones de características como las siguientes:

En primer término, la economía mexicana, debido a su pasado primario-exportador relativamente reciente, presenta, al igual que otras economías semi-industrializadas de América Latina, actividades primarias (en particular la agricultura) que guardan un alto grado de vinculación con el mercado internacional. Estos sectores jugarían así el papel de correa de transmisión de los procesos inflacionarios del exterior debido, en parte, a su alto grado de apertura hacia el exterior y, en parte, al tipo de productos relativamente homogéneos, mercados competitivos y precios sensibles a corto plazo a la presión de la demanda.<sup>3</sup>

En segundo lugar, la economía mexicana ha conocido un proceso de industrialización orientado fundamentalmente hacia el mercado interno, de tal forma que la industria, siendo la actividad más dinámica, es un sector relativamente poco expuesto a la competencia del mercado internacional.<sup>4</sup> Los precios industriales se determinan así, fundamentalmente, en el mercado interno y la presencia de un alto grado de monopolio junto con diferenciación de productos los hace responder al tipo de formación de precios determinados por costos (a la Kalecki), con márgenes de ganancia relativamente rígidos ante las fluctuaciones de corto plazo en la presión de demanda.<sup>5</sup>

<sup>3</sup>Para un análisis de la relación, en el sector agropecuario, entre precios internos y precios internacionales, véase G. Rodríguez (1979).

<sup>4</sup>Así, el modelo que se está describiendo presenta ciertas características del "modelo escandinavo" invertidas: en éste los sectores expuestos al comercio internacional son las industrias dinámicas y de punta, mientras que los sectores no expuestos son las ramas tradicionales, volcadas hacia el mercado interno.

<sup>5</sup>Para un análisis de la hipótesis de "precios normales" en la industria manufacturera, véase J. Casar, M. Dehesa, J. Ros y A. Vázquez (1979).

Finalmente, el análisis del mercado de trabajo, en la medida en que aspira a evaluar correctamente la efectividad de la política salarial, debería considerar varias características: la fuerte segmentación que presenta este mercado asociada a la heterogeneidad tecnológica de una economía semi-industrializada como la mexicana, así como la presencia de mercados internos estratificados; la sensibilidad de las tasas de salario mínimo nominal ante las variaciones de los precios agropecuarios, dado el bajo nivel de ingresos reales y la alta participación de los alimentos en el gasto de los asalariados, junto con la presencia de amplias reservas de fuerza de trabajo que condicionan, conjuntamente, los ajustes dinámicos en este mercado; y, por último, el fuerte condicionamiento político e ideológico del funcionamiento de este mercado a través, en particular, de la política salarial.

El análisis que sigue distingue varios períodos, cada uno de los cuales se diferencia de los demás por el origen de las principales presiones inflacionarias, los mecanismos de propagación con que éstas fueron transmitidas al conjunto de la economía y el papel que la política económica jugó en el proceso inflacionario. En función de estos criterios pueden distinguirse las siguientes fases: el primer quinquenio de los setentas, durante el cual el fenómeno de la inflación reaparece en forma significativa después de un largo período de relativa estabilidad de precios (sección II); los años de 1976 a 1978 que presencian la devaluación del peso de septiembre de 1976 y la política de estabilización que le siguió (sección III); el período de aceleración inflacionaria que acompaña al auge petrolero de 1978 a 1981 (sección IV); y, por último (sección V), el año de 1982, en el que la economía se aproxima a una situación de hiperinflación asociada al colapso progresivo del tipo de cambio.<sup>6</sup>

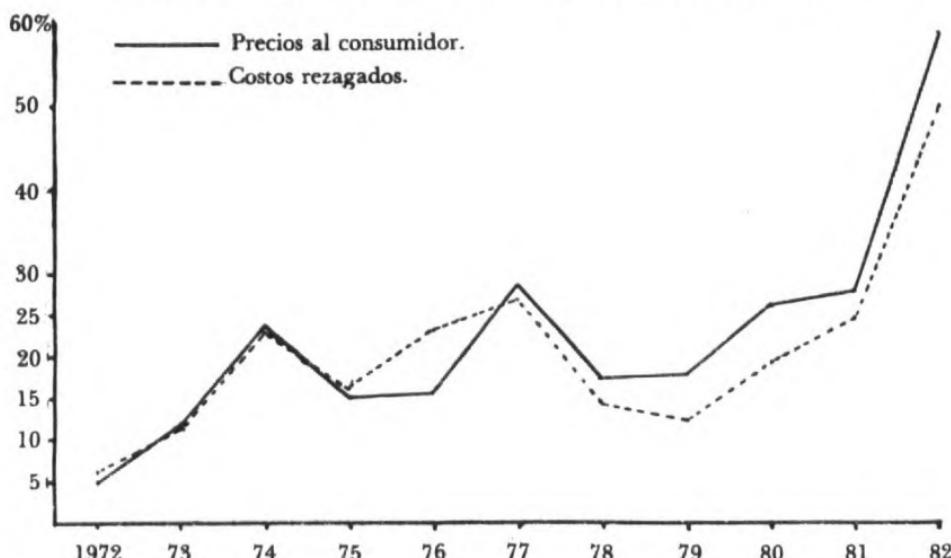
## II. El período de 1972 a 1976

La gráfica 1 muestra que los puntos más altos de la tasa de inflación, durante la última década, corresponden a los años de fuerte depreciación cambiaria (1977 y 1982). Ello sugiere que, en una perspectiva amplia, una de las presiones inflacionarias básicas del período fue generada por los desequilibrios en las balanzas comercial y de pagos, originados en un rápido crecimiento de las importaciones y posteriormente en una carga financiera creciente por el servicio de la deuda externa, y que corresponden al agotamiento de una larga fase de sustitución de importaciones industriales, así como de las fuentes de financiamiento del déficit comercial que generó la industria manufacturera en ese pro-

<sup>6</sup> El análisis presentado se apoya, en gran medida, en colaboraciones anteriores del autor en la revista "Economía Mexicana" publicada por el Departamento de Economía del CIDE. Véase, en particular, J. Ros (1979).

## Gráfica 1

Tasas de crecimiento anual de precios al consumidor y costos de producción rezagados (1972-82).



ceso. Estos fenómenos han dado lugar a devaluaciones sucesivas que, por las características de la economía mexicana descritas en la introducción (en particular, la vinculación de los sectores primarios con los mercados internacionales, la rigidez de los márgenes de ganancia industriales y la sensibilidad de los salarios nominales ante las variaciones en los precios agropecuarios), tienen fuertes efectos inflacionarios. Sin embargo, las devaluaciones fueron también, en parte, respuestas de política económica a procesos inflacionarios previos, que tendieron a sobrevalorar crecientemente el tipo de cambio en términos reales y dieron origen a crisis recurrentes de divisas. De ahí la importancia de analizar con detenimiento el proceso inflacionario durante esos períodos previos.

En cuanto a los años de 1972 a 1976, el origen del aceleramiento de la inflación durante este período parece radicar en un conjunto de circunstancias externas combinadas con la acción de desequilibrios internos. En efecto, una de las principales presiones inflacionarias durante estos años, parece provenir del comportamiento de los precios internacionales de los alimentos y materias primas durante 1973 y 1974, y del precio internacional del petróleo que se cuadriplica a fines de 1973. Así, como puede verse en el cuadro 1, el aceleramiento de la tasa de inflación en 1973 y 1974, aparece vinculada al rápido crecimiento de los precios de alimentos, materias primas e importaciones de bienes intermedios (que tiene su origen en el comportamiento de los precios inter-

nacionales de esos productos), así como el importante aumento en los precios y tarifas de las empresas públicas, en particular en el precio del petróleo y derivados.

Cuadro 1

**Porcentajes de variación en precios y costos  
(1972-82)**

CONCEPTO	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Precios al consumidor (a)	5.0	12.0	23.8	15.2	15.8	28.9	17.5	18.2	26.3	28.0	58.9
Costos directos de producción rezagados*	6.6	11.6	23.1	16.9	23.5	26.8	14.6	12.5	19.5	24.8	50.0
Costos salariales (b)	7.2	8.1	29.5	15.4	29.3	20.0	7.9	11.6	23.8	28.4(e)	61.9(e)
Alimentos no elaborados (a)	3.5	19.4	23.4	12.9	19.4	42.0	20.6	22.5	21.8	31.5	42.6
Materias primas no elaboradas (a)		5.9	43.1	16.5	2.1	28.2	38.7	14.8	13.1	16.7	13.2
Combustible y energía (a)	0.0	4.3	31.3	7.7	15.8	58.5	4.8	6.0	11.6	17.8	125.4

\* Promedio ponderado de los costos, rezagados un trimestre, de la mano de obra, alimentos, materias primas, y combustible y energía.

Fuentes: (a) Indicadores Económicos. Banco de México.

(b) Encuesta Industrial Mensual. S.P.P.

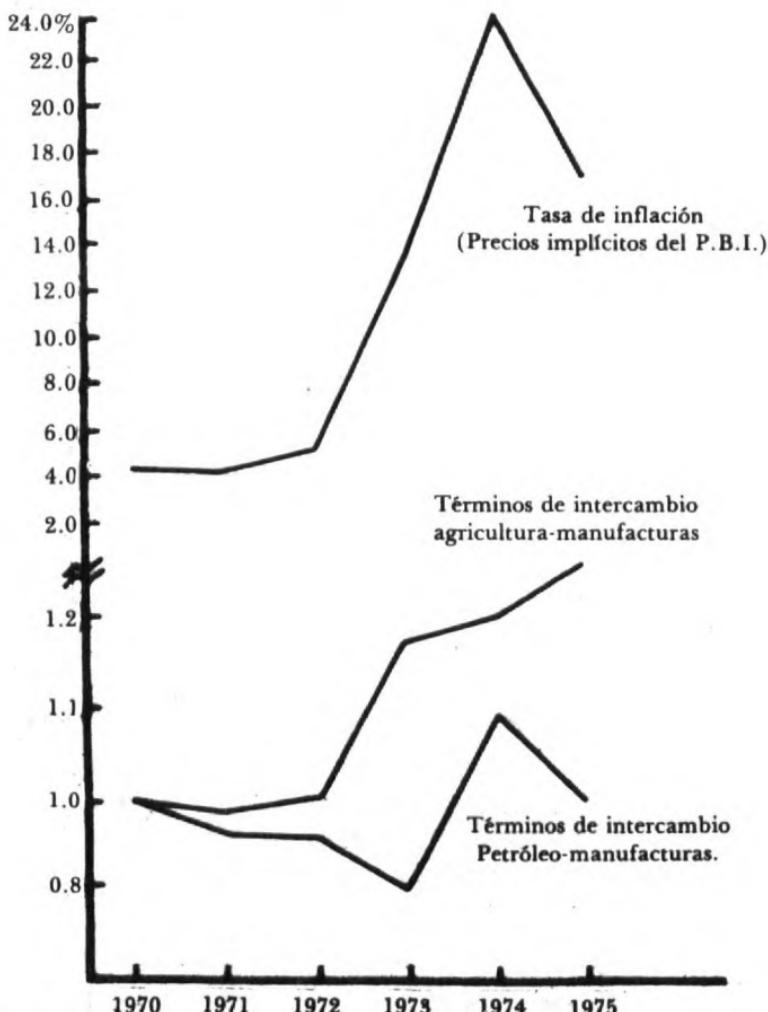
(e) Estimados en base a la evolución del salario mínimo.

La evolución de los precios internacionales se combinó con condiciones internas que contribuyeron a acelerar el crecimiento del nivel general de precios. Los fenómenos más relevantes que hay que considerar para explicar esta evolución parecen ser las condiciones internas de crisis agrícola y de rezago en la producción petrolera, que ampliaron el efecto de la elevación de los respectivos precios internacionales. Este fue el caso, por ejemplo, de los alimentos básicos, en donde el crecimiento acelerado de los precios de importación en 1973-74 se combinó con la caída de la producción interna, elevando así el contenido de importación del consumo agrícola y reduciendo la capacidad de la política gubernamental de precios agrícolas para neutralizar el efecto de esa inflación importada. Asimismo, la crisis del Medio Oriente en 1973-74 y la cuadruplicación del precio del petróleo que la acompañó, coincidieron con el período en que, por primera vez en muchos años, la economía mexicana conocía déficit significativos en su balanza comercial petrolera.

Una brusca modificación en los términos de intercambio internos entre la industria manufacturera, por un lado, y la agricultura y el petróleo, por el otro, fue el resultado del conjunto de factores reseñado (véase gráfica 2). La consecuencia de este fenómeno fue, a su vez, una contracción (en relación a lo que hubiera ocurrido en la ausencia de la modificación de los términos de intercambio) del ingreso real manufacturero y una incompatibilidad, como resultado, entre las participaciones negociadas del capital y del trabajo en ese ingreso real disminuido. En estas condiciones, la inflación en la industria manufacturera no

podía más que progresar propagándose rápidamente al conjunto de la economía, erosionando la participación "ex post" de alguna de las partes o bien, restableciendo progresivamente los términos de intercambio originales. En la medida en que esto último ocurre, es decir, en la medida que los términos de intercambio entre agricultura, petróleo e industria tienden a volver a su nivel original, el proceso inflacionario se desacelera, como sucede durante 1975 y el período enero-agosto de 1976.

**Gráfica 2. Principales presiones inflacionarias en la primera mitad de los setentas.**



*Fuente:* Producto Interno y Gasto 1960-77. Banco de México. Los precios se refieren a los deflactores implícitos de las producciones respectivas. Tomada de Economía Mexicana No. 1, p. 11.

Si bien los factores externos juegan un papel importante en el proceso inflacionario de la primera mitad de los años setenta, conviene ahora preguntarse sobre los mecanismos que facilitan la propagación de las presiones inflacionarias descritas y que propiciaron una aceleración del crecimiento de nivel general de precios en la economía mexicana, superior a la de sus competidores en los mercados internos y externos.

Entre esos factores destacan los siguientes:

*i)* La rigidez a la baja de los márgenes de ganancia en la industria ante el aumento de los costos de los productos primarios durante el auge de 1972-74 (véase gráfica 1), así como su relativa insensibilidad ante las condiciones de recesión económica durante 1975 y 1976.

*ii)* La alta sensibilidad de la tasa de salario nominal ante las variaciones de los precios agropecuarios, dada la alta participación de los alimentos en el gasto de los asalariados y el bajo nivel de su ingreso real. Dicha sensibilidad, junto con una mayor rigidez en relación al pasado de la oferta de trabajo, está en el origen de la mayor frecuencia en las negociaciones salariales, que adopta la forma de aumentos de emergencia, primero, y posteriormente de la sustitución de las revisiones bianuales por las revisiones anuales de salarios. Esta reducción de los intervalos de tiempo en que ocurren las negociaciones salariales tiende a propagar y a acelerar el proceso inflacionario.<sup>7</sup>

*iii)* Finalmente, destaca la pérdida de efectividad de la política monetaria, tanto por la presencia de presiones inflacionarias significativas con sus efectos expansivos sobre la demanda de crédito del sector privado y sobre el déficit del sector público<sup>8</sup> (a lo que contribuye además la frustrada reforma fiscal de 1974 y la expansión del gasto estatal a un ritmo superior al del producto nacional), así como por la creciente integración de los mercados financieros locales con los del exterior, que contrarresta los efectos de la política monetaria sobre la demanda agregada al compensar, por ejemplo, una contracción interna del crédito por un aumento del endeudamiento externo.

### III. La devaluación y la política de estabilización: 1976-78

Hacia fines de 1976, bajo la presión de una crisis de divisas que se precipita por la especulación contra el peso y por una considerable fuga de capital, se introduce un conjunto de medidas de política económica convenidos con el Fondo Monetario Internacional como parte de un programa de estabilización.<sup>9</sup>

<sup>7</sup> Para un examen de la relación entre la frecuencia de las negociaciones salariales y la tasa de inflación, véase R. Tarling y F. Wilkinson (1977) y el análisis de Keynes en "Cómo financiar la guerra".

<sup>8</sup> G. Aceituno e I. Ruprah. (1982).

El diagnóstico que inspiró esas medidas puede ser resumido brevemente como sigue: la inflación y el desequilibrio en la balanza de pagos son el resultado de un exceso general de demanda, provocado por una expansión excesiva del déficit fiscal, así como por el acentuado proteccionismo que acompañó al desarrollo industrial, fenómenos que condujeron a una sobrevaluación creciente del peso mexicano en términos reales. De ahí la decisión de devaluar el peso (de 12.50 pesos por dólar a un valor que finalmente se estabiliza en alrededor de 22.80 pesos por dólar) y de adoptar un conjunto de medidas que conducen a una reducción del gasto público en términos reales, a una política de expansión restringida del crédito interno, y a políticas tendientes a la eliminación de tarifas y subsidios en el comercio exterior. Además, con posterioridad a un incremento salarial de emergencia (de aproximadamente 22%) poco después de la devaluación, se introduce, a partir de 1977, una política de rígido control sobre las negociaciones salariales, que conducen a aumentos del orden de 10% y 12% en los salarios nominales en enero de 1977 y de 1978, respectivamente.

Un análisis de los efectos de la devaluación sobre el nivel de precios<sup>9</sup> sugiere que, a partir de niveles que tendían a acercarse a la inflación internacional en los primeros ocho meses de 1976 —el proceso inflacionario se encontraba en franca desaceleración, de modo que para 1976 era de esperarse un crecimiento de los precios al consumidor del orden de 10% a 11%— la devaluación del peso provocó un levantamiento brusco en la tasa de inflación en la mayoría de los sectores económicos (manufacturas, servicios, agricultura), después del cual los aumentos de precios en los sectores mencionados tendieron a desacelerarse. Este patrón de crecimiento de los precios se refleja en el comportamiento de los precios al consumidor, el cual después de alcanzar su nivel máximo en 1977 (30%), registra una reducción en su tasa de crecimiento en el siguiente año (17%).

Los canales principales por los cuales se generó el aceleramiento de la inflación fueron: los aumentos en los costos de importación, en los precios agropecuarios y en los márgenes de ganancia de la industria manufacturera.

La influencia del alza en los precios agropecuarios —debida básicamente al hecho de que aproximadamente la mitad de la producción agropecuaria está ligada estrechamente al mercado internacional— fue, sin embargo, mitigada por la evolución en 1977 y 1978 de los principales precios agropecuarios en moneda extranjera, que registra una considerable reducción (del orden de 17% en 1977).

El aumento en los márgenes de ganancia en la industria manufacturera puede deberse a dos factores. Por un lado, a los efectos directos de

<sup>9</sup> J. Casar, C. Rock de Sacristán y G. Rodríguez (1979).

la devaluación sobre los precios manufactureros (a través, por ejemplo, de los precios internos de los bienes exportables). Por otra parte, el alza del margen de ganancia puede corresponder a un nuevo costo, consistente en la carga mayor que representan los pasivos contraídos en moneda extranjera (tanto el monto como los intereses) que se duplicaron en moneda nacional con la modificación en el tipo de cambio. Esta hipótesis resulta plausible, cuando se considera que una parte importante del endeudamiento reciente de las empresas se contrató en los mercados internacionales de capital, o en dólares en el sistema financiero local, por la escasez del crédito interno y por las tasas de interés sustancialmente inferiores.

Las presiones inflacionarias derivadas de la devaluación se propagan muy rápidamente al conjunto de la economía. En este sentido, es interesante señalar que el brusco ascenso de los índices de precios se empezó a dar casi inmediatamente después de efectuado el cambio en la paridad. Así, el aumento promedio anual del índice nacional de precios al consumidor en el año de 1976 —el cual sólo comprende 4 meses de devaluación— es superior en un 50% al que era de preverse de no haberse dado la devaluación.<sup>10</sup> A este fenómeno de rápida propagación de las presiones inflacionarias contribuyen seguramente las expectativas de inflación, exacerbadas por el cambio en la paridad y el aumento salarial de emergencia que siguió, casi inmediatamente, a la decisión de devaluar.

A la brusca aceleración del índice de precios, siguió una rápida desaceleración. Esta última es, en parte, la consecuencia natural del carácter único de la devaluación con la concentración de sus principales efectos en un corto período de tiempo. La rapidez de la desaceleración puede, además, asociarse a la evolución durante 1977 y 1978 —ya mencionada— de los precios internacionales agropecuarios y de las negociaciones salariales así como —aunque esto es más incierto— a los efectos rezagados de la recesión de 1977.

#### IV. El período del auge petrolero: 1978-81

En 1978 se inicia la recuperación económica y se abre un período de cuatro años de alto crecimiento económico impulsado por la producción y exportación masivas de hidrocarburos. Durante este período y después de haber caído a 17.5% en 1978 con respecto a 1977 —una vez que pasaron los efectos más agudos de la devaluación de fines de 1976—

<sup>10</sup> El efecto provocado por la devaluación sobre dicho índice se dio, sin embargo, con su mayor fuerza durante el primer semestre de 1977, cuando este indicador alcanzó una tasa de crecimiento de aproximadamente 30% con respecto al mismo semestre del año anterior.

la tasa de inflación, medida vía precios al consumidor, vuelve a repuntar al alza, pasando a 18.2% en 1979, 26.3% en 1980 y 28.0% en 1981 (medida de diciembre a diciembre, la tasa de inflación pasa de 16.2% en 1978 a 20% en 1979, 29.8% en 1980 y 27.7% en 1981). Esta tendencia al alza de la tasa de inflación, presenta varias características que la distinguen de la aceleración inflacionaria de principios de los años setenta.

En primer lugar, el peso de los factores externos en el aceleramiento reciente ha sido mucho menor que en el pasado. Mientras que en la primera mitad de los setenta, uno de los principales impulsos inflacionarios provino del exterior y fue transmitido internamente a través de un fuerte incremento de los precios de los alimentos y de las materias primas, en la aceleración reciente estos productos se encuentran entre los que han registrado menores incrementos de precios. Así, entre 1972 y 1974, los precios al mayoreo de los alimentos y de las materias primas aumentaron en 57.0% (promedio simple de precios al mayoreo de alimentos y materias primas no elaboradas) frente a un aumento de 38.7% en el índice general de precios al consumidor; mientras que, entre 1977 y 1980, los primeros aumentaron en 65% frente a un incremento de 75.4% en el segundo (ver cuadro 1). Asociado a lo anterior, la inflación interna ha sido muy superior —en mucho mayor grado que en el primer quinquenio de los setenta— a la inflación externa en el período reciente: el diferencial entre las dos tasas de inflación alcanza alrededor de 12 puntos porcentuales en 1980. La significación de los factores externos en la inflación de este período disminuye aún más cuando se considera la evolución favorable de los términos de intercambio con el exterior (la variación en esa relación es de 13.2% en 1979 y de 25.6% en 1980), que es consecuencia tanto del aumento de los precios de exportación del petróleo en esos años como de la creciente participación de este producto en las exportaciones totales.

En segundo lugar, mientras que en la primera mitad de los años setenta las variaciones en los márgenes de ganancia bruta en los sectores de manufacturas y de servicios parecen haber sido relativamente pequeñas, en la inflación del período 1979-81 el ritmo de crecimiento de los precios al consumidor fue muy superior al ritmo de aumento de los costos directos de producción, especialmente durante 1980 (véase gráfica 1). En este último período, el principal impulso del aceleramiento de la inflación ha provenido, de hecho, del aumento en los márgenes brutos de ganancia. Este aumento constituye, por otra parte, un importante factor explicativo del diferencial entre las tasas de inflación interna y externa: un ejercicio elaborado recientemente<sup>11</sup> muestra que, en 1980, los costos industriales en México crecieron a una tasa muy similar a la

<sup>11</sup> Véase J. Eatwell y A. Singh (1981).

observada en Estados Unidos en el mismo lapso (15%), mientras que los precios industriales aumentaron cerca de 8 puntos porcentuales más en México que en Estados Unidos.

Son varios los factores responsables de este considerable incremento en los márgenes de ganancia bruta:

i) El notable encarecimiento del costo del dinero: del primer trimestre de 1979 al último trimestre de 1981 las tasas pasivas (sobre depósitos a un año) pasaron en promedio de 15.0 % a 34.4%, mientras que las tasas activas de interés (en moneda nacional) pasaron en el mismo período de 20.6% a 45.9%. En 1981, cabe agregar que el continuo aumento en los costos financieros se vio reforzado por una sistemática aceleración del deslizamiento del valor del peso en relación al dólar (que pasa de 23.4 a 26.2 entre enero y diciembre). Estos cambios en el precio de las divisas y en el costo del dinero, además de su impacto directo sobre el costo de las importaciones y sobre los costos financieros, pueden jugar un papel clave en la formación de las expectativas de inflación contribuyendo así a la generalización de éstas.

ii) El papel jugado por la implantación del impuesto al valor agregado, en enero de 1980. A este respecto, es ilustrativa la marcada diferencia existente entre el crecimiento de los precios de los productos no elaborados y los productos elaborados (sujetos al IVA) durante 1980, especialmente en el primer trimestre del año (véase cuadro 2). Esta diferencia sugiere que una parte importante (entre 3 y 4 puntos) del aumento en los márgenes brutos de utilidad y, por tanto, de la aceleración inflacionaria de 1980, está asociada a ese fenómeno.

### Cuadro 2

#### Indice de precios al mayoreo en la ciudad de México (Indices base 1979-IV = 100.0)

Concepto	1979-IV	1980-I	1980-II	1980-III	1980-IV
Indice general	100.0	108.6	113.6	122.0	125.5
Productos elaborados (a)	100.0	114.6	119.4	129.6	134.2
Productos no elaborados (b)	100.0	103.6	109.5	117.2	119.4

(a) Promedio ponderado de alimentos no elaborados y materias primas no elaboradas.

(b) Promedio ponderado de alimentos elaborados, no alimentos, materias primas elaboradas, y vehículos y accesorios.

Fuente: Banco de México. Indicadores Económicos.

Tomado de Economía Mexicana No. 3, p. 15.

iii) Un factor adicional, que parece jugar un papel autónomo y creciente en la aceleración inflacionaria de este período, está constituido por los cambios en la frecuencia de ajuste de los precios, estimulados por un período prolongado de altos índices de inflación y exacerbados por la liberalización de la política de precios, que conducen a un aumento de los márgenes de utilidad observados. Este factor —los cambios en la frecuencia de ajuste de precios— juega el mismo papel (y de hecho puede verse como complementario) que la incorporación de las expectativas de inflación en ascenso a la formación de los precios.

iv) Finalmente, cabe señalar la posibilidad de que ciertas desproporciones en el proceso de crecimiento (que se manifiestan en ciertos períodos en la escasez de algunos insumos estratégicos, como energía eléctrica, acero y cemento) hayan constituido una presión inflacionaria significativa, especialmente en sectores como el de la construcción. En el mismo orden de factores, cabe mencionar, aunque no por su influencia sobre los márgenes de utilidad en la industria y los servicios, las desproporciones entre el crecimiento industrial y el agrícola, en particular durante la crisis agrícola de 1979 cuyos efectos (retardados) sobre la tasa de inflación se manifiestan durante el segundo semestre de 1979 y en 1980.

A los factores anteriores, que explican el aumento de los márgenes brutos de utilidad, habría que agregar otras circunstancias que contribuyeron a la propagación de las presiones inflacionarias:

Una de las principales circunstancias está constituida por la erosión y los límites que enfrentó la política salarial como instrumento de política antiinflacionaria. Estos límites son de dos órdenes:

i) En primer lugar, la política salarial actúa principalmente sobre la evolución de los salarios mínimos, y sólo en menor medida e indirectamente sobre el conjunto de remuneraciones al trabajo. En el período reciente, como ha sucedido en el pasado,<sup>12</sup> la contención de los salarios mínimos reales parece haber recaído principalmente sobre los salarios más bajos (los salarios de base), teniendo así como efecto lateral una mayor dispersión del abanico salarial que, además de redistribuir el ingreso regresivamente al interior de los asalariados, no evita el alza en los costos salariales en ramas importantes y erosiona, por tanto, la efectividad de la política salarial como mecanismo antiinflacionario.

ii) En segundo lugar, existen límites políticos a la operación efectiva de la política salarial: la capacidad política para imponer caídas en el salario real tiende a erosionarse conforme se alarga el período de vigencia de la política. El ligero repunte observado en el primer trimestre de 1981 y de 1982 —en contraste con años anteriores— en el salario mínimo legal real es, probablemente, una indicación en este sentido.

<sup>12</sup> C. Márquez (1981).

Una segunda circunstancia, que se deriva en parte del propio proceso inflacionario, pero repercutе tambi茅n sobre el al reforzar el alto ritmo de crecimiento del gasto total, es el aumento del d茅ficit del sector p煤blico consolidado, que pasa de representar el 6.5% del producto interno bruto en 1978 a 14.0% en 1981.

Si bien, a primera vista, dicho deterioro de las finanzas p煤blicas aparece determinado por el r茅pido crecimiento del gasto p煤blico en t茅rminos reales, esta expansi贸n del gasto p煤blico debe ser evaluada no s茅lo a la luz del incremento efectivo en los ingresos p煤blicos, sino, tambi茅n, en funci贸n de los nuevos y sustanciales ingresos que, potencialmente, la explotaci贸n masiva de los recursos petroleros pon铆a a disposici贸n del sector p煤blico. En esta perspectiva, el deterioro de las finanzas p煤blicas aparece determinado, en parte, por la falta de realizaci贸n de ese potencial.

En este ltimo fen贸meno, la aceleraci贸n inflacionaria del per铆odo parece haber desarrollado una funci贸n decisiva, al actuar como un mecanismo de transferencia de los ingresos petroleros potenciales hacia el sector privado. Esta transferencia se da a trav茅s de dos v铆as principales: por la per煤ida de ingresos p煤blicos potenciales derivados de las ventas de exportaci贸n y por medio de la per煤ida correspondiente a las ventas internas de petr煤leo. En efecto, por un lado, en el contexto de una tasa de inflaci贸n interna superior a la prevaleciente en el exterior (ambas medidas en una misma unidad monetaria) los ingresos potenciales derivados de la exportaci贸n de petr煤leo son parcialmente transferidos al sector privado: la revaluaci贸n real del peso mexicano, que resulta de una tasa de inflaci贸n interna superior a la externa, reduce significativamente el poder de compra de los ingresos por exportaci贸n de petr煤leo en t茅rminos de los bienes y servicios producidos localmente por el sector privado. Por otra parte, el propio proceso inflacionario, durante el per铆odo considerado, inhibi贸 el reajuste, en funci贸n de la inflaci贸n interna, de los precios y tarifas de los bienes y servicios producidos por el sector p煤blico. Este fen贸meno agrav贸 la modificaci贸n, desfavorable al sector p煤blico, de los t茅rminos de intercambio con el sector privado y, en consecuencia, las transferencias de ingresos potenciales hacia este ltimo sector.

## V. 1982: Hacia la hiperinflaci贸n

En el segundo semestre de 1981, los desequilibrios acumulativos generados durante el auge petrolero, junto con la reducci贸n en el precio internacional de las ventas externas de petr煤leo y la contracci贸n del sistema crediticio internacional, anuncian el fin del per铆odo de r谩pida e intensa expansi贸n econ贸mica de los ltimos cuatro a帽os.

A medida que varios s铆ntomas muy serios de desequilibrio favorec铆an las tendencias especulativas de la dolarizaci贸n y la fuga de capitales, la

respuesta gubernamental desde fines de 1981 y durante gran parte de 1982 consistió en continuos aumentos en las tasas de interés y el deslizamiento cada vez más acelerado del tipo de cambio — que durante 1982 se convierte en “maxi-devaluaciones” que modifican la paridad “libre” de alrededor de 27 pesos por dólar en febrero a 150 pesos por dólar en diciembre—. A estas dos piezas centrales de la estrategia financiera desarrollada se agrega la revisión de la política de rezago en los precios y servicios del sector público.

La consecuencia de este conjunto de medidas fue una fuerte agudización del proceso inflacionario, que lleva la tasa de inflación anual de los precios al consumidor de 28% en 1981 a 59% en 1982 (medida de diciembre de 1981 a diciembre de 1982, la tasa de inflación se aproxima a 100%). El principal impulso a esta aceleración inflacionaria provino sin duda de las maxi-devaluaciones de 1982. Al igual que sucede con el alza de las tasas de interés, estos cambios en el precio de las divisas ejercen, como se ha mencionado ya, una influencia sobre la tasa de inflación a través de su papel en la formación de las expectativas inflacionarias, además del impacto directo que ejercen a través de, por ejemplo, el costo de las importaciones y los costos financieros.<sup>13</sup> Esto parece ser así por dos razones:

i) En condiciones de alta inflación, los costos esperados se convierten en un punto de referencia en la formación de precios de las empresas, más importante que los costos de producción históricos o que los costos de reposición. La razón de ello, parece residir en que el mantenimiento de reglas de formación de precios en base a costos históricos o costos de reposición, puede conducir —en condiciones de alta inflación y dada una cierta frecuencia de ajuste de los precios— a una sustancial caída del margen de ganancia sobre los costos corrientes.<sup>14</sup> De ahí la necesidad de tomar en cuenta las expectativas de costos (y, en consecuencia, sobre el curso futuro de la inflación) en la determinación, por parte de las empresas, de los precios actuales.

ii) En ausencia de mercados a futuro que revelen las expectativas sobre precios, se vuelve necesario, por parte de las empresas, recurrir a información sobre el curso de ciertos “precios-clave” a partir de los cuales formar sus expectativas sobre la evolución futura de la inflación. De ahí el recurrir al comportamiento del tipo de cambio o de las tasas de interés que, por sus efectos generalizados sobre el nivel de precios, pueden jugar este rol de “precios-clave”.

<sup>13</sup> Para un argumento similar, véase J. Ramos (1980).

<sup>14</sup> Para un análisis de la relación inversa entre el margen de ganancia y la tasa de crecimiento de los costos en un modelo de formación de precios en base a costos rezagados, véase F. Jiménez y C. Roces (1981).

A estas observaciones sobre el impacto en la tasa de inflación, del tipo de cambio y las tasas de interés, hay que agregar el efecto de la revisión de los precios de los bienes y servicios del sector público en la inflación de 1982. El rezago en estos precios jugó inicialmente el papel de instrumento de política antiinflacionaria. Sin embargo, en la medida en que la inflación no cedió de manera permanente —después de la devolución de 1976— sino que repuntó después de la desaceleración inicial, el sostenimiento de éstos se tornó cada vez más costoso y un elemento adicional en el crecimiento acelerado del déficit del sector público. Así, desde fines de 1981 estos precios y tarifas tienen que revisarse, y los aumentos suelen ser considerables. Muchas de estas tarifas se cobran por insumos básicos de uso difundido (petróleo, gas, gasolina, electricidad, etc.) y su revisión afecta, de manera diferencial, a un gran número de procesos productivos y al consumidor final, introduciendo cambios sustanciales en las estructuras de precios e ingresos relativos, con los efectos inflacionarios correspondientes.

## Bibliografía

- Aceituno, G. y Ruprah, I. (1982). "Déficit público e inflación", en *Economía Mexicana* No. 4. CIDE. México.
- Casar, J., Dehessa, M., Ros, J. y Vázquez, A. (1979). "La hipótesis de precios normales y su aplicación al sector manufacturero", en *Economía Mexicana* No. 1, CIDE. México.
- Casar, J., Rock de Sacristán, C. y Rodríguez, G. (1979). "La devaluación de 1976", en *Economía Mexicana* No. 1, CIDE. México.
- Eatwell, J. Singh, A. (1981). "¿Se encuentra "sobrecalentada" la economía mexicana?", en *Economía Mexicana* No. 3, CIDE. México.
- Jiménez, F. y Roces, C. (1981). "Precios y márgenes de ganancia en la industria manufacturera mexicana", en *Economía Mexicana* No. 3, CIDE. México.
- Márquez, C. (1981). "Nivel del salario y dispersión de la estructura salarial (1939-1977)", en *Economía Mexicana* No. 3, CIDE. México.
- Noyola, J. F. (1973). "El desarrollo económico y la inflación en México y otros países latinoamericanos", en L. Solís — *La Economía Mexicana: Lecturas* No. 4, volumen 2, FCE. México.
- Ramos, J. (1980). "The economics of hyperstagflation: Stabilization policy in post 1973 Chile", en *Journal of Development Economics*, vol. 7, No. 4, diciembre.
- Rodríguez, G. (1979). "El comportamiento de los precios agropecuarios", en *Economía Mexicana* No. 1, CIDE. México.
- Ros, J. (1979). "La inflación en México: la experiencia de la presente década", en *Economía Mexicana* No. 1, CIDE. México.
- Tarling, R. y Wilkinson, F. (1977). "The social contract: post-war incomes policies and their inflationary impact", en *Cambridge Journal of Economics*, vol. 1, No. 4, diciembre.

# Análisis de la inflación en México

Jesús Marcos Yacamán

## I. Introducción

Sin duda alguna, uno de los fenómenos más importantes que actualmente enfrenta el país y que ha afectado de manera significativa el comportamiento de la economía, ha sido el de la inflación, proceso originado en los inicios de la pasada década.

Este fenómeno generalmente provoca altos costos sociales, entre los que cabe recordar las distorsiones que introduce en el proceso de ahorro e inversión y en la asignación de recursos, la pérdida de competitividad y el deterioro en la producción y el empleo. Los efectos de la inflación también se hacen sentir en medida importante en la distribución del ingreso, generando fuertes tensiones, lo que tiende a debilitar la estructura social. Por estas razones, y muchas otras más que han examinado los estudiosos del fenómeno inflacionario, el control de este proceso reviste una particular importancia.

En los círculos académicos y en las esferas oficiales asociadas con la política económica, existen grandes divergencias de opinión respecto a los factores determinantes de la inflación. En este ensayo no se pretende analizar las discrepancias entre los diversos puntos de vista, sino construir y estimar un modelo simple, que permita explicar la evolución de los precios. El análisis, sin embargo, arroja alguna luz sobre dicha controversia.

El enfoque aquí adoptado para examinar el comportamiento de la inflación es similar a las explicaciones monetaristas.<sup>1</sup> De acuerdo con éstas, la inflación persistente es siempre un fenómeno monetario, que resulta de un crecimiento acelerado en la cantidad de dinero en comparación con el ritmo de aumento de su demanda. Esto no descarta, sin embargo, la posibilidad de que otros factores puedan provocar aumentos en los precios, aunque no en forma sostenida.

<sup>1</sup> Para una discusión de este enfoque véase R. Gordon (1974) y S. M. Watcher (1976).

La demanda real de dinero se supone que depende del costo de su tenencia y del ingreso real. Dado el costo de mantener saldos monetarios, una disminución en el ritmo de crecimiento de la economía implica mayores presiones inflacionarias si no se ajusta la oferta monetaria. Por otro lado, un crecimiento de la demanda agregada de bienes y servicios que es financiado mediante la emisión de dinero, también generará mayores presiones inflacionarias, si la oferta monetaria excede al crecimiento de su demanda. Estas relaciones han permitido algunas afirmaciones en el sentido de que la inflación se debe a rezagos en la oferta agregada de bienes y servicios, y en consecuencia su cura requiere incrementar la productividad. Si bien estas afirmaciones son lógicamente correctas, la variabilidad posible en el producto es menor que la de la oferta de dinero. La experiencia en el caso de México es muy clara; las variaciones en las tasas de crecimiento que en promedio se han observado en los últimos 10 años, son considerablemente mayores para la cantidad de dinero. En consecuencia se puede afirmar, con base en este enfoque, que los cambios en la oferta monetaria han dominado los cambios en el producto como variable explicativa de la inflación que se ha vivido en la última década.

Si bien el enfoque adoptado le asigna al exceso de oferta de dinero un papel muy importante, no es el único considerado para explicar el comportamiento de la inflación. Dado el tamaño relativamente pequeño de la economía mexicana, en comparación con el resto del mundo, y su grado de apertura al exterior, es de esperarse que la inflación internacional sea una variable que contribuya a entender la evolución de los precios internos. Debe señalarse que la inflación externa es un factor considerado tanto por las explicaciones monetaristas como por las estructuralistas.<sup>2</sup> Finalmente, de acuerdo con esta última escuela, es necesario incluir a los salarios como variable de costo. Bajo el supuesto de que las remuneraciones al trabajo son exógenas, determinadas fundamentalmente por la política salarial seguida por el gobierno o por las grandes organizaciones sindicales, se incluyó esta variable en el modelo como una de las determinantes de la oferta de los bienes no comerciables y, por lo tanto, de sus precios.

## II. El modelo

El modelo empleado para analizar la inflación en México descansa fundamentalmente en el supuesto de que la demanda real de dinero es una función estable, en la que el ingreso y el costo de mantener saldos monetarios son las principales variables explicativas. Por otro lado se supone una economía relativamente pequeña y abierta, en la cual hay dos tipos

<sup>2</sup> Para una discusión del enfoque estructuralista véase S. Watcher (1976).

de bienes, comerciables y no comerciables. Finalmente, se supone un tipo de cambio ajustable. En estas circunstancias, los precios de los bienes no comerciables están determinados por el exceso de oferta de dinero, en tanto que el comportamiento de los precios de los bienes comerciables está determinado por la evolución de los precios externos.

El excedente monetario también puede afectar el volumen de las reservas internacionales y, en el corto plazo, el nivel de la actividad económica. Sin embargo, para los fines de este ensayo se supondrá que la oferta agregada es exógena, es decir, es completamente inelástica con respecto a los precios. Se considera que el nivel de esta función está determinado básicamente por factores tecnológicos. Esto implica que, en el período de análisis, la economía mexicana estuvo normalmente trabajando en niveles cercanos a los límites permisibles por el aparato productivo y que, en consecuencia, la demanda agregada más que determinar el crecimiento de producto determinó el crecimiento de los precios.

De igual manera, se supondrá que el nivel de activos internacionales es exógeno, resultante de las decisiones de las autoridades financieras. En la medida en que los supuestos anteriores muestren desviaciones respecto a lo realmente ocurrido, los resultados de las estimaciones que más adelante se presentan pueden contener sesgos estadísticos, al no emplear un modelo en el que simultáneamente se especifiquen inflación, crecimiento y reservas internacionales.<sup>3</sup>

Es necesario considerar, en primer lugar, la determinación de los precios de los bienes no comerciables. Se supone que la demanda de este tipo de bienes depende del producto nacional, de los precios de los bienes comerciables y no comerciables y del desequilibrio en el mercado monetario:

$$LDN_t = -a_0 LPN_t + a_1 (LPe_t + LTC) + a_2 LY_t + a_3 (Lm_t - Lm_t^d) \quad (1)$$

donde:<sup>4</sup>

$LDN_t$  = demanda de bienes no comerciables

$LPN_t$  = precio de los bienes no comerciables

$LY_t$  = producto nacional

$Lm_t$  = cantidad real de dinero

$Lm_t^d$  = demanda real de dinero

$Pe_t$  = nivel de los precios externos

$TC_t$  = tipo de cambio

<sup>3</sup> M. I. Blejer (1975) y A. Gómez Oliver (1976, 1977) analizan los efectos del crecimiento del dinero sobre la inflación y sobre la balanza de pagos en México. Sin embargo, no estudian la determinación simultánea de dinero, precios, balanza de pagos e ingreso nacional. Véase el trabajo de M. S. Khan y M. D. Knight (1981) para un modelo de determinación simultánea de estas variables, el cual es estimado con información de 29 países en proceso de desarrollo.

<sup>4</sup> La  $L$  que antecede a las variables significa "logaritmo de". El subíndice  $t$  indica el período al cual corresponde la variable en cuestión.

Por otro lado, la oferta de no comerciables es una función de los precios de los distintos tipos de bienes, del tamaño de la economía medida por la producción nacional de bienes y servicios, y de los costos salariales.

$$LSN_t = b_0 LPN_t - b_1 (LPe_t + LTC) + b_2 LY_t - b_3 LW_t \quad (2)$$

donde:

$LSN_t$  = oferta de bienes no comerciables

$LW_t$  = salarios

Para obtener el precio de los bienes no comerciables, simplemente se igualan su oferta y demanda y se resuelve la ecuación. Bajo el supuesto de que al aumentar el ingreso nacional, la oferta y demanda de bienes no comerciables se incrementan en igual proporción, se obtiene:

$$LPN_t = \Gamma_0 (Lm_t - Lm_t^d) + \Gamma_1 (LTC_t + LPe_t) + \Gamma_2 LW_t \quad (3)$$

La ecuación anterior explica la determinación de los precios de los bienes no comerciables. Como no se tiene información sobre esta variable, lo que se hace es sustituir la ecuación (3) en la definición del índice nacional de precios,<sup>5</sup> ecuación (4), y así obtener una función para explicar el comportamiento de la inflación, ecuación (5).

$$LP_t = k (LPN_t) + (1 - k) \cdot (LPe_t + LTC_t) \quad (4)$$

$$LP_t = B_0 \cdot (Lm_t - Lm_t^d) + B_1 \cdot LW_t + B_2 (LPe_t + LTC_t) \quad (5)$$

Para la demanda real de dinero, se supone que ésta depende del producto nacional y de las expectativas de inflación. No se incluye la tasa de interés, en virtud de que hasta muy recientemente el Banco de México hizo flexible el manejo de esta variable.

$$Lm_t^d = d_0 + d_1 LY_t - d_2 \pi_t^* \quad (6)$$

donde:

$LY_t$  = producto nacional

$\pi_t^*$  = expectativas de inflación

<sup>5</sup> El cual es igual a un promedio ponderado de los precios de los bienes comerciables y no comerciables.

Sustituyendo la ecuación (6) en (5) y sacando la primera diferencia de la ecuación resultante, se obtiene la función empleada para analizar la inflación:

$$\begin{aligned}\Delta LP_t = & B_0 (\Delta Lm_t - d_1 \Delta LY_t) + B_1 \Delta LW_t \\ & + B_2 \Delta (LPe_t + LTC_t) + B_0 d_2 \Delta \pi^e_t\end{aligned}\quad (7)$$

La ecuación (7) señala simplemente que la inflación es una función del desequilibrio en el mercado monetario, de los ajustes salariales y de la inflación internacional. Todas las derivadas parciales de la variable dependiente con respecto a las independientes tienen un signo positivo.

### III. Estimación del modelo

Para estimar la ecuación anterior, se utilizaron los datos de producto interno bruto en términos reales, el crecimiento del acervo nominal de dinero (definido como  $M_1$ , billetes y monedas más cuentas de cheques).<sup>6</sup> el deflacionador implícito del PIB para medir el comportamiento de los precios, las remuneraciones promedio a los trabajadores en el sector industrial para medir la evolución de los salarios, las variaciones en el índice de precios al mayoreo en los Estados Unidos como indicador de la inflación internacional y el tipo de cambio del peso en relación con el dólar americano. La inflación esperada se calculó utilizando un mecanismo de expectativas adaptativas tipo Cagan,<sup>7</sup> mediante el cual la inflación esperada en el período  $t$  es un promedio ponderado de la inflación observada y la esperada en el período  $t-1$ . La función de precios se estimó con datos anuales correspondientes al lapso 1961-80.

Por lo que respecta al método de estimación, se utilizó el de mínimos cuadrados ordinarios. No todas las variables consideradas en el lado de recho de la ecuación (7) son necesariamente exógenas, por lo que el método de mínimos cuadrados ordinarios puede producir estimaciones "sesgadas" desde el punto de vista de la estadística. Sin embargo, como antes se mencionó, un modelo más amplio en el cual se considere explícitamente la interacción entre producto, precios, circulante y balanza de pagos, está fuera de los objetivos de este ensayo.

<sup>6</sup> Se utilizó  $M_1$  en virtud de que es la definición de dinero más investigada en los estudios de demanda de dinero, lo cual permitió utilizar fácilmente los hallazgos de estos estudios. Sin embargo, se hicieron algunas estimaciones preliminares de la ecuación de precios con una definición más amplia de dinero, en la que además de  $M_1$  se incluyó el resto de la captación bancaria más la tenencia no bancaria de Certificados de Tesorería ( $M_5$ ). Sin embargo, los resultados fueron inferiores a los obtenidos con  $M_1$ .

<sup>7</sup> Véase P. Cagan (1956).

Para estimar la ecuación (7) se supuso, de acuerdo con los trabajos empíricos que se han efectuado sobre la demanda de dinero en México, que la elasticidad ingreso es unitaria.<sup>8</sup> Por otro lado, en el cálculo de la inflación esperada se empleó el coeficiente de ajuste (o de ponderación para la inflación un período antes) que maximizó la  $R^2$  de la función de precios. Los resultados se presentan en seguida.<sup>9</sup>

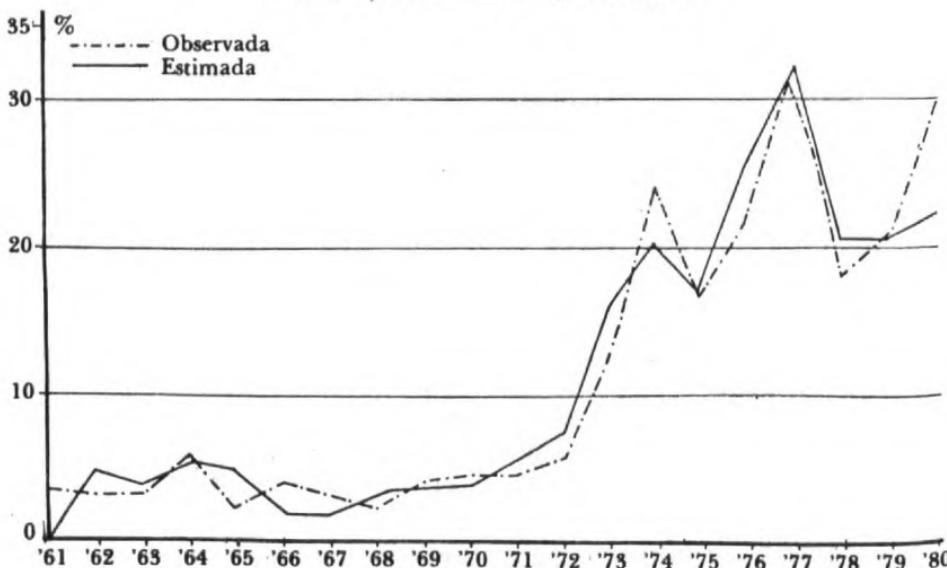
$$\begin{aligned}\Delta P_t = & -0.003 + 0.6(\Delta LM_t - \Delta LY_t) + 0.156 \Delta LW_t & (8) \\ & (0.03) \quad (6.12) \quad (2.0) \\ & + 0.26 \Delta (LP_e_t + LTC_t) + 0.003 \Delta \pi_t^e \\ & (3.6) \quad (1.6)\end{aligned}$$

$$R^2 = 0.093$$

$$DW = 1.75$$

La  $R^2$  indica un ajuste satisfactorio de la ecuación de precios y el  $DW$  no sugiere la existencia de autocorrelación de los errores en un grado de confianza del 5%. En la gráfica 1 se muestran los valores observados y los estimados con la ecuación para explicar la inflación.

**Gráfica 1**  
**Inflación observada y estimada**



<sup>8</sup> Véanse los trabajos de M. I. Blejer (1975), A. Gómez Oliver (1976, 1977), G. Ortiz (1980) y G. Valdés (1980).

<sup>9</sup> Con el fin de mantener un modelo más simple, se supuso que todos los efectos sobre los precios, del desequilibrio monetario, se agotan prácticamente en el período que ocurren. Los valores  $t$  de los coeficientes estimados se registran entre paréntesis.

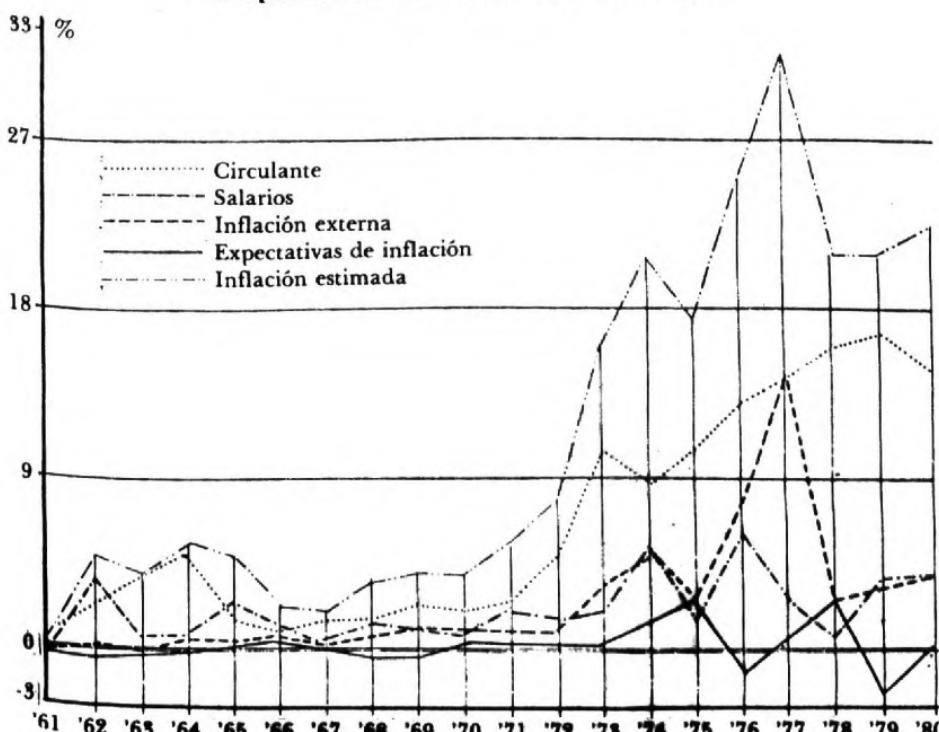
En la ecuación (8) se puede observar que prácticamente todas las variables incluidas en el modelo son significativas y con el signo esperado. Los excesos de circulante con respecto a su demanda, los aumentos salariales, la inflación internacional y los cambios en las expectativas de inflación, afectan a la inflación interna en la misma dirección en que aquéllas registran cambios.

#### IV. Análisis de los resultados

A fin de analizar el comportamiento de la inflación en México, se utilizó el modelo estimado para calcular la contribución individual a este fenómeno de las variables que se supone determinan su evolución. En el cuadro 1 se presentan los resultados de estos cálculos para el período empleado en la estimación del modelo. Esta información también se muestra en la gráfica 2.

Un breve examen de esta información muestra, claramente, que el factor más importante para explicar el ritmo de la inflación lo constitu-

**Gráfica 2**  
**Componentes de la inflación en México**



ye el exceso en el crecimiento del circulante en relación con el crecimiento del producto. Solamente en cuatro de los 20 años comprendidos en el período 1961-80, el exceso de dinero contribuyó con menos del 50% al crecimiento de los precios. En los demás excedió este porcentaje. Esta conclusión puede, sin embargo, ponderarse, ya que la oferta monetaria no es completamente exógena y, en consecuencia, una parte de su asociación con los precios internos puede deberse a otros factores. Se considera que estos factores son básicamente los precios externos y los salarios, que ya están incorporados en el modelo. En estas circunstancias, si estas últimas variables fueran más importantes que la oferta monetaria, el análisis de regresión debería sugerirlo. En virtud de que el circulante explica alrededor del 60% de las tasas de inflación de acuerdo con la regresión, se sostiene la conclusión de que la oferta monetaria es el principal elemento causal y sólo cambiaría en la medida en que hubiera otros factores importantes asociados con la inflación interna y la oferta monetaria no incorporados en el modelo.<sup>10</sup>

Otra conclusión que puede derivarse del examen del cuadro, es que la inflación externa (corregida por variaciones en el tipo de cambio del peso) incrementó considerablemente su importancia como causa de la inflación interna durante los setenta. En tanto que durante el período de 1961 a 1970 la tasa de crecimiento de los precios externos explica, en promedio, 13% de la inflación interna, en la década 1971-80 explica 24%.

Finalmente, debe mencionarse entre los resultados la fuerte caída, en la segunda década, en la importancia de los salarios como factor causal de la inflación. Así, mientras que en el período 1961-70 el crecimiento de los salarios explica una tercera parte del ritmo promedio de inflación, en la década siguiente explica solamente 16%.

Como puede observarse en el cuadro 1, la inflación se acelera considerablemente en la década de los setenta. Debe recordarse que esta inflación surge después de un período de alrededor de 15 años de estabilidad de precios. Es interesante, por tanto, tratar de determinar el origen y evolución de este proceso.

El cuadro 1 muestra que en 1973 los precios empiezan a crecer a tasas muy elevadas. Al examinar, en el cuadro 2, la evolución de las variables consideradas como causales, se nota inmediatamente que en 1972 el ritmo de aumento de la oferta monetaria se eleva fuertemente, y a partir de 1973 alcanza niveles superiores a 20%. En años recientes crece a rit-

<sup>10</sup> Al efectuar un análisis de regresión entre el exceso de oferta de dinero como variable dependiente, y las variaciones en los salarios y en la inflación externa como variables explicativas, se encuentra que alrededor del 25% de la variación en el exceso de oferta de dinero se explica por las otras variables incluidas en la regresión. Este resultado sugiere un alto grado de independencia del circulante con respecto a los salarios y los precios internacionales, lo cual viene a fortalecer el argumento en el sentido de que el circulante es la variable más importante para explicar la evolución de la inflación.

mos superiores a 30%, en comparación con las bajas tasas registradas en la década de los sesenta, las cuales fluctuaron alrededor de 10%.

Cuadro 1

Componentes de la inflación en México<sup>1</sup> 1961-80

Años	$(\Delta LM_t - \Delta LY_t)$	$\Delta LW_t$	$\Delta(LPe_t + LTC_t)$	$\Delta\pi^e$	$\Delta L\hat{P}_t^e$	$\Delta LP_t$
1961	0.8	-0.1	-0.1	-0.2	0.2	3.4
1962	2.2	3.5	0.01	-0.4	4.9	3.0
1963	3.8	0.5	0.08	-0.2	3.8	3.1
1964	4.8	0.8	0.6	-0.01	5.4	5.6
1965	1.5	2.5	0.5	0.5	4.8	2.3
1966	0.9	1.2	0.9	0.6	2.0	4.0
1967	1.6	0.1	0.05	0.2	1.7	2.9
1968	1.6	1.4	0.7	-0.2	3.2	2.4
1969	2.3	0.9	1.0	-0.1	3.8	3.9
1970	2.0	0.8	1.0	0.3	3.8	4.5
1971	2.5	2.1	0.8	0.2	5.3	4.5
1972	4.9	1.6	1.2	0.03	7.4	5.6
1973	10.4	2.1	3.4	0.2	15.9	12.4
1974	8.9	5.5	4.9	1.5	20.5	24.0
1975	10.4	1.6	2.4	2.7	16.9	16.7
1976	13.0	6.1	7.6	-1.0	25.4	21.7
1977	14.4	2.5	14.4	0.8	31.8	32.1
1978	16.0	0.5	2.3	2.4	20.7	18.1
1979	16.6	3.6	3.3	-2.5	20.7	20.7
1980	14.7	3.8	3.8	0.04	22.1	29.3

<sup>1</sup> Contribución, en puntos porcentuales, de la variable independiente a la inflación estimada.

<sup>2</sup> Inflación estimada con la ecuación (8) del texto.

Cuadro 2  
Determinantes de la inflación.  
Tasas de crecimiento.

Años	$\Delta LY$	$\Delta LM_1$	$\Delta LW$	$\Delta(LPe + LTC)$
1970	6.92	10.22	5.38	3.66
1971	3.43	7.58	13.38	3.17
1972	7.27	15.43	10.40	4.57
1973	7.60	24.94	13.68	13.10
1974	5.90	20.81	35.30	18.86
1975	4.08	22.29	10.42	9.24
1976	2.13	23.00	38.72	29.24
1977	3.26	27.23	16.11	55.19
1978	7.29	33.96	2.88	8.68
1979	7.99	35.62	23.04	12.76
1980	8.07	32.60	24.30	14.79

El crecimiento de la oferta monetaria registrado en 1972 obedeció a dos factores fundamentales; el más importante fue un cambio en la estrategia económica, de acuerdo con la cual el sector público reforzó su papel como agente rector de la economía. Este aceleró fuertemente su gasto, en particular el de inversión, que creció a una tasa de 40% en términos reales. Otro factor que contribuyó al crecimiento del circulante fue el fuerte incremento en las exportaciones de mercancías (22%), como resultado del llamado *commodity boom*.

A pesar de que en 1972 hay una importante aceleración del ritmo de crecimiento de la oferta monetaria, la inflación aumentó sólo en un punto porcentual. Esto se debió al hecho de que la tasa de incremento del producto pasó de 3.4 en 1971 a 7.8% un año después, lo que causó un aumento en la demanda de dinero en términos reales y, por tanto, un menor crecimiento del excedente monetario.

En 1973 continúa la política expansionista del gasto público, lo que provocó un incremento del déficit público en relación con el producto y una aceleración del ritmo de crecimiento del circulante. Este último fenómeno se dio a pesar del aumento en el encaje legal. El resultado de esta política de gasto fue un incremento en el excedente monetario y, en consecuencia, en el ritmo de la inflación, como puede observarse en el cuadro 1. Debe señalarse, por otro lado, que en ese mismo año se produce un incremento considerable de la inflación externa (a poco más de 13%) debido en parte importante al encarecimiento de los alimentos, y en menor grado al embargo petrolero y a la cuadruplicación del precio del petróleo registrados en octubre de 1973. Estos fenómenos, naturalmente, también provocaron una mayor inflación en México.

En 1974 el ritmo de inflación prácticamente se duplica. Este resultado se debió, además de la continuación de la política expansionista del gobierno, al fuerte ajuste salarial (alrededor de 35%) y a la aceleración de la inflación externa (la cual fue de poco menos de 19%). Esta aceleración se debió, en parte muy importante, al incremento en los precios del petróleo registrados en el último trimestre de 1973.

En 1975 el ritmo de inflación se reduce en medida considerable, básicamente como consecuencia de la desaceleración en el ritmo de crecimiento de los salarios y de la inflación externa.

En 1976 la inflación supera 20%, como resultado de fuertes incrementos en todos sus componentes. El circulante registra una tasa de crecimiento de 23%, causada fundamentalmente por el desequilibrio de las finanzas públicas y por los apoyos financieros concedidos a la banca privada. Se corrige considerablemente la paridad del peso respecto al dólar, provocando un incremento de los precios de los bienes comerciables. Finalmente, los salarios también se ajustan en forma importante como consecuencia de la corrección cambiaria.

El ajuste del tipo de cambio de agosto de 1976 tiene sus repercusiones

más importantes en 1977, año en el que la inflación ascendió a 32%. En 1978, aunque el crecimiento del circulante se aceleró en más de 6 puntos porcentuales, se produjo una caída importante en la inflación interna, de 14 puntos. Esta caída es el efecto de la absorción, un año antes, de los efectos inflacionarios del ajuste en el valor del peso.

En 1979 y 1980 la inflación vuelve a incrementarse, básicamente como resultado de la evolución del circulante, producto del mayor desequilibrio en las finanzas públicas. Si bien su importancia relativa es menor, los comportamientos de los salarios y de la inflación externa también contribuyeron, en grado significativo, a acelerar la inflación interna. Debe notarse que en 1980 se subestima en medida importante el ritmo de la inflación, de 22.1%, contra 29.3% observado. Se considera que este fenómeno es consecuencia de la mayor flexibilidad que el Banco de México empezó a imprimir a las tasas de interés en 1979. Al aumentar los rendimientos sobre pasivos bancarios, proceso que prácticamente ha continuado hasta la fecha, la definición de dinero muy posiblemente varió, por lo que al utilizar  $M_1$  en 1980 no se captó el efecto de la cantidad de dinero sobre los precios.<sup>11</sup>

## V. Conclusiones

i) De acuerdo con el modelo desarrollado y con los resultados obtenidos de su estimación para el período 1961-80, la inflación en México se explica por el desequilibrio monetario, por los ajustes salariales y la inflación externa.

ii) La variable dominante en la explicación del comportamiento de los precios es el exceso de la oferta de dinero en relación con su demanda. En todo el período estudiado esta variable explica alrededor de 60% del crecimiento de los precios.

iii) La inflación externa prácticamente duplicó su contribución a la explicación de la inflación interna en la década de los setenta (24%), en comparación con la anterior (13%).

iv) La importancia de los salarios como factor causal de la inflación en México, en el período estudiado, se reduce a la mitad en la segunda década (16%), en comparación con la primera (33%).

v) El exceso de la oferta de circulante sobre su demanda, ha sido en general consecuencia de la monetización de los desequilibrios financieros del sector público.

<sup>11</sup> En el supuesto de que la hipótesis antes señalada sea correcta, al emplear como definición de dinero el total de los pasivos bancarios líquidos y los Certificados de Tesorería colocados en el público, el exceso de circulante es 7 puntos mayor al que resulta cuando se utiliza  $M_1$ . Esto trae como consecuencia que la inflación estimada en 1980 ascienda a 26.2%. Resultados semejantes se obtienen con  $M_5$ .

## Bibliografía

- Blejer, I. (1975). *Money, Prices and the Balance of Payments: The Case of Mexico 1950-1973*, Tesis de doctorado de la Universidad de Chicago.
- Cagan, P. (1956). "The Monetary Dynamics of Hiperinflation", M. Friedman (comp.), *Studies in the Quantitative Theory of Money*, University of Chicago Press, Chicago.
- Gómez Oliver, A. (1976). "La demanda de dinero en México", selección de E. Fernández Hurtado, *Cincuenta años de Banca Central*, Fondo de Cultura Económica, México.
- (1977), *El dinero, la inflación y el comercio exterior en México*, mimeografiado.
- Gordon, R. (comp.) (1974). *Milton Friedman's Monetary Framework. A Debate with his Critics*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Ize, A. (1978). "Un modelo de inflación y crecimiento en una economía capitalista en desarrollo", *Serie Documentos de Investigación 18, Subdirección de Investigación Económica*. Banco de México.
- Khan, M. S., y M. D. Knight (1981). "Stabilization Programs in Developing Countries: A Formal Framework". *The IMF Staff Papers*.
- Ortiz, G. (1980). "La demanda de dinero en México: Primeras estimaciones". *Serie Documentos de Investigación 28, Subdirección de Investigación Económica*. Banco de México.
- Theil, H. (1970). *Principles of Econometrics*, John Wiley, Nueva York.
- Valdés, G. (1980). "Una demanda de dinero para México". *Centro de Estudios Económicos del Sector Privado*, A.C. México.
- Watcher, S. M. (1976). *Latin American Inflation*, Lexington Books; Lexington Massachusetts.

# Un modelo monetario de inflación y balanza de pagos para México (1953-79)

Mario I. Blejer

El propósito de este ensayo, es investigar empíricamente la determinación conjunta de la tasa de inflación y de la balanza de pagos, en una economía abierta funcionando bajo un sistema de tasas de cambio fijas o ajustables en forma discreta por las autoridades. El modelo desarrollado para servir de marco teórico a la estimación empírica es una variante del modelo monetario de la balanza de pagos y se diseña específicamente para considerar las peculiaridades de la economía mexicana durante el período 1953-79.<sup>1</sup> El objetivo del modelo es permitir la evaluación empírica de los efectos relativos de variables externas a la economía, por una parte, y del desequilibrio monetario interno, por la otra, en la determinación de la tasa de inflación y del resultado de la balanza de pagos.

## I. El modelo

El punto inicial del modelo es la postulación de que ambas variables, inflación y cambios en la balanza de pagos, según se refleja en el saldo de la cuenta monetaria (movimientos compensatorios de reservas) son función del llamado excedente *ex ante* en el flujo de la oferta monetaria. Para su determinación, el modelo contiene dos conjuntos fundamentales de relaciones: un proceso mediante el cual la política monetaria genera el excedente *ex ante* de la oferta monetaria, y una serie de relaciones que explican cómo el nivel de precios y la balanza de pagos responden al excedente en el flujo de la oferta monetaria, de modo que se equilibre el mercado monetario.

Se supone la existencia de una situación de pleno empleo y que las perturbaciones monetarias no afectan el nivel ni la tasa de crecimiento del ingreso real. Para mayor conveniencia, el análisis formal se presenta

<sup>1</sup> Una versión detallada del modelo con estimaciones empíricas para el período 1950-73 se presenta en M.I. Blejer (1977a, 1977b). Sobre el enfoque monetario a la balanza de pagos, véase J.A. Frenkel y H.G. Johnson (1975) y M.I. Blejer (1982).

aquí en términos de cambios porcentuales discretos de las variables en el tiempo. De tal manera, para cualquier variable  $x$ :

$$Dx = (x_t - x_{t-1}) \quad x^* = \frac{Dx}{x_{t-1}}$$

Las ecuaciones fundamentales del sector monetario son las siguientes:

$$M^* = a^* + \frac{Dc}{H} + \frac{Dr}{H} \quad (1)$$

en que  $M$  es la oferta nominal de dinero,  $a$  el multiplicador monetario,  $c$  el componente de crédito interno del activo del banco central,  $r$  el nivel de las reservas en oro y divisas, y  $m_d$  es la base monetaria.

$$M_d = P m_d \quad (2)$$

en que  $M_d$  representa la demanda de saldos nominales de dinero,  $P$  es el nivel de precios interno, y  $m_d$  la demanda monetaria real, que se supone función del ingreso real y del costo alternativo de mantener dinero. Por derivación logarítmica, la ecuación (2) puede volver a expresarse así:

$$M^* = P^* + m^* \quad (3)$$

Uno de los postulados básicos del enfoque monetario de la balanza de pagos es que en una pequeña economía abierta con tipos de cambios fijos, la oferta monetaria nominal se encuentra en realidad fuera del control de la autoridad monetaria. Lo único que ésta puede hacer es determinar la cantidad *ex ante* de dinero modificando el componente interno de la base, o manipular las variables bajo su control para modificar el valor del multiplicador monetario. Estas decisiones, en conjunto con los flujos de demanda monetaria que se generan para ajustar el "stock" deseado de dinero (cuando el stock deseado se altera como consecuencia de las variables reales y de las expectativas), van a crear el excedente *ex ante* en el flujo de la oferta monetaria ante el cual el público reaccionará modificando el nivel del componente extranjero de la base a través de la balanza de pagos y, en este modelo de corto plazo, la tasa de inflación. En consecuencia, es el público quien determina la cantidad nominal *ex post* de dinero.

Al restar los cambios porcentuales en la demanda de saldos nominales de los cambios porcentuales en las variables de oferta bajo el control de la autoridad monetaria (el multiplicador monetario y la creación interna de crédito), y mediante las ecuaciones (1) y (2) obtenemos  $g$ , la

brecha (en términos de porcentaje) entre el cambio *ex ante* de la oferta monetaria y los cambios en la demanda:

$$g = \frac{Dc}{H} + a^* - (P^* + m_d^*) \quad (4)$$

Por lo que respecta al sector real, se consumen y producen en cada país dos tipos de bienes: los comerciables y los no comerciables. Los bienes comerciables son aquellos susceptibles de ser exportados e importados, cuyos precios se determinan en mercados mundiales, en forma exógena para el país. Se supone así que los términos de intercambio son fijos. La determinación de los precios de los bienes no comerciables se explicará a continuación.

El nivel de los precios internos de la economía es una media geométricamente ponderada de los dos tipos de bienes, y su tasa de cambio (la tasa de inflación) puede expresarse como sigue:

$$P^* = \beta P_r^* + (1 - \beta) P_{NT}^* \quad (5)$$

en que  $P_r$  es el precio de los bienes comerciables,  $P_{NT}$  es el precio de los bienes no comerciables y  $\beta$  la parte del gasto que corresponde a bienes comerciables.

En una economía abierta, sólo la tasa de la inflación interna en relación con la inflación mundial está determinada por el excedente interno en el flujo de la oferta monetaria. Suponiendo que el exceso de la demanda de bienes no comerciables varía de manera monotónica con el exceso de demanda en la economía, puede postularse la ecuación siguiente para los precios relativos:

$$\frac{P_{NT}}{P_r} = ne^{\lambda g} \quad (6)$$

que implica que a cada nivel de la brecha entre la tasa *ex ante* de creación monetaria y los cambios en su demanda, le corresponderá un precio único de los bienes no comerciables en términos de los comerciables.  $\lambda$  representa la elasticidad de los precios relativos con respecto al desequilibrio monetario. Puede tener valores entre 0 e  $\infty$  y es principalmente función de las elasticidades de sustitución entre bienes comerciables y no comerciables en la producción y en el consumo, así como de la elasticidad-ingreso de los no comerciables. Al aplicar el operador de diferencia proporcional a la ecuación (6) se obtiene la tasa de cambio de los precios relativos:

$$P_{NT}^* - P_r^* = \lambda (Dg)$$

que por la ecuación (4) es igual a:

$$P^*_{NT} - P^*_{T} = \lambda \left[ D \left( \frac{Dc}{H} + a^* - P^* - m^*_{d} \right) \right]$$

Aplicando ahora el operador  $D$  a  $P^*$  se obtiene:

$$(P^*_{NT} - P^*_{T})_t = \lambda \left[ D \left( \frac{Dc}{H} + a^* - m^*_{d} \right)_t \right] - \lambda P^*_{t} + \lambda P^*_{t-1} \quad (7)$$

y por sustitución de (5) dentro de (7) resulta después de cierta manipulación:

$$\begin{aligned} (P^*_{NT})_t = & \frac{1 - \lambda\beta}{1 + \lambda(1 - \beta)} (P^*_{T})_t + \frac{\lambda}{1 + \lambda(1 - \beta)} D(EXC)_t \\ & + \frac{\lambda}{1 + \lambda(1 - \beta)} (P^*_{t-1}) \end{aligned} \quad (8)$$

donde  $EXC$  es el excedente del flujo de oferta monetaria definido como:

$$EXC = \frac{Dc}{H} + a^* - m^*_{d}$$

Por combinación de (5) con (8) se tiene la tasa interna de inflación como función de la tasa mundial de inflación (que aquí se supone igual a  $P^*_{T}$ , la tasa de cambio de los precios en los bienes comerciables), la tasa de cambio del excedente *ex ante* en el flujo de la oferta monetaria y la tasa de inflación del año anterior (reflejando valores rezagados de las dos variables exógenas anteriores):

$$\begin{aligned} P^*_{t} = & \frac{1}{1 + \lambda(1 - \beta)} (P^*_{T})_t + \frac{\lambda(1 - \beta)}{1 + \lambda(1 - \beta)} D(EXC)_t \\ & + \frac{\lambda(1 - \beta)}{1 + \lambda(1 - \beta)} (P^*_{t-1}) \end{aligned} \quad (9)$$

Hasta este punto, no se ha hecho ningún supuesto sobre la forma en que el mercado monetario alcanza su equilibrio. Sin embargo, con el fin de determinar la relación entre la política de la autoridad monetaria, la tasa de inflación y la balanza de pagos, hay que formular algún supuesto sobre la forma en que se ajusta el mercado monetario. Aunque es posible postular un mecanismo de ajustes rezagados, se supondrá, para mayor simplicidad y sin modificar la naturaleza del modelo, que el mercado monetario siempre alcanza su equilibrio en el curso del período analizado, es decir que el "stock" nominal de dinero se iguala, *ex post*,

con la demanda de saldos nominales ( $M_s = M_d$ ). Este supuesto requiere la existencia del siguiente equilibrio:

$$M^* = \frac{Dr}{H} + \frac{Dc}{H} + a^* = P^* + m^* = M^* \quad (10)$$

Sustituyendo  $P^*$  de la ecuación (9) y acomodando los términos, se obtiene la expresión que corresponde a la tasa de cambio de las reservas:

$$\left( \frac{Dr}{H} \right)_t = \frac{1}{1 + \lambda(1 - \beta)} (P_t^*) + (EXC)_t + \frac{\lambda(1 - \beta)}{1 + \lambda(1 - \beta)} D(EXC)_t + \frac{\lambda(1 - \beta)}{1 + \lambda(1 - \beta)} (P_{t-1}^*) \quad (11)$$

A partir de las ecuaciones (8), (9) y (11) se observa que la distribución del efecto de un desequilibrio monetario en la balanza de pagos y en la tasa interna de inflación, a corto plazo, depende de los valores de  $\lambda$  y  $\beta$ .

Cuando  $\lambda = 0$  (precios relativos no afectados por el excedente en el flujo de la oferta monetaria), o cuando  $\beta = 1$  (todos los bienes son comerciables) se obtiene:

$$P_{NT}^* = P_t^* = P^*, \text{ y}$$

$$\frac{Dr}{H} P_t^* + m^* - a^* = \frac{Dc}{H}$$

Este es modelo ordinario de largo plazo que supone que la inflación interna reproduce la tasa mundial y que las perturbaciones monetarias afectan solamente la balanza de pagos.

Por simple examen, se aprecia que los efectos del desequilibrio monetario ejercerán mayor presión, a corto plazo, en el nivel de los precios internos y menos presión en la balanza de pagos, mientras más elevado sea  $\lambda$  y menor la proporción de los bienes comerciables  $\beta$ . La inversa se verifica tratándose del efecto de la inflación mundial en la tasa interna del aumento de precios. Una repercusión política de esta conclusión radica en que, a corto plazo, el gobierno puede reducir el efecto de una determinada política monetaria sobre la balanza de pagos, al imponer fuertes restricciones a las transacciones internacionales de bienes y valores, transformando así bienes comerciables y, por lo tanto, reduciendo  $\beta$  y, en consecuencia, el efecto del desequilibrio monetario en la balanza de pagos durante el período de transición. Pero estas medidas sólo pueden aplazar el pleno efecto de los cambios monetarios en la balanza de pagos, hasta que termine el proceso de ajuste, y por supuesto ello se logrará a expensas de una tasa mayor de aumento de los precios internos durante el transcurso de este período de ajuste.

El resultado principal expuesto aquí, consiste en que en una economía pequeña, con tipo de cambio fijo, el hecho de aumentar el crédito interno a un ritmo excesivo para que pueda mantenerse el equilibrio de la balanza de pagos, desembocará en una tasa de inflación superior, a corto plazo, a la del resto del mundo. Se concentra la atención en el análisis de estas situaciones de corto plazo, principalmente porque se desea hacer hincapié en el contenido empírico del modelo y, por lo tanto, se supone que el vínculo entre producción de bienes comerciables y no comerciables, a nivel de factores, no obliga a la conformidad continua y permanente en la tasa de cambio de sus precios, proporcionando así suficiente estabilidad en el equilibrio a corto plazo para permitir la prueba empírica.

## II. Resultado empírico: México, 1953-79

Las ecuaciones (9) y (11), formulan la tasa de inflación interna y la balanza de pagos como función de la tasa de cambio en el precio de los bienes comerciables y de los cambios en la tasa del excedente *ex ante* de la oferta monetaria, así como de la tasa de inflación en el período pasado. Sería posible estimar directamente ambas ecuaciones pero se presentan varios problemas econométricos, como por ejemplo la existencia de una variable endógena rezagada en el lado derecho. A fin de lograr que el modelo sea más apropiado para la estimación empírica, deben hacerse varias transformaciones.

Utilizando el operador ( $L$ ) de rezago, que implica que para cualquier variable  $x_t$ ,  $L(x_t) = x_{t-1}$  y  $L_i(x_t) = x_{t-i}$ , la ecuación (9) puede volver a escribirse como sigue:

$$\left[ 1 - \frac{\lambda(1-\beta) L}{1 + \lambda(1-\beta)} \right] P_t^* = \frac{\lambda}{1 + \lambda(1-\beta)} (P_{T_t}^*)_t + \frac{(1-L)(1-\beta)}{1 + \lambda(1-\beta)} (EXC)_t$$

y manipulando esta expresión se obtiene finalmente:

$$P_t^* = (1-\alpha) (P_{T_t}^*)_t + \alpha (EXC)_t + \sum_{i=1}^n (1-\alpha) \alpha^i L^i (P_{T_t}^* - EXC)_t \quad (12)$$

en que:

$$\alpha = \frac{\lambda(1-\beta)}{1 + \lambda(1-\beta)}$$

Esta expresión indica que la tasa actual de inflación interna puede estimarse como el promedio ponderado de un polinomio de las tasas actuales y rezagadas de inflación mundial y de un polinomio de las tasas actuales y rezagadas del excedente *ex ante* en la oferta monetaria.

Los polinomios son decrecientes en forma exponencial y las ponderaciones son función de la elasticidad de los precios relativos respecto al excedente de la oferta monetaria ( $\lambda$ ) y a la proporción en el gasto total de los bienes comerciales ( $\beta$ ). Mientras menor sea  $\lambda$  y mayor  $\beta$ , mayor será el coeficiente esperado de la inflación mundial con respecto al coeficiente del excedente de la oferta monetaria.

Siguiendo un procedimiento similar para la ecuación (11), la tasa de cambio ponderado de las reservas internacionales puede formularse como sigue:

$$\frac{Dc}{H} = \sum_{i=0}^n (1 - \alpha) \alpha^i L^i (P_T^* - EXC), \quad (13)$$

Las ecuaciones (12) y (13) indican, al igual que las ecuaciones (9) y (11) que la distribución del impacto de los precios externos y del desequilibrio monetario interno entre la tasa de inflación y la balanza de pagos depende, en el corto plazo, de los valores de la elasticidad de los precios relativos (comerciables — no comerciables) respecto al excedente de la oferta monetaria y a la proporción en el gasto total de los bienes comerciables. En el corto plazo, los efectos del desequilibrio monetario recaen más fuertemente en el nivel de precios y menos en la balanza de pagos mientras mayor sea  $\lambda$  y mientras menor sea  $\beta$ . Sin embargo, la dinámica del sistema implica la convergencia, a largo plazo, de la inflación interna a la inflación mundial y asegura que el desequilibrio monetario es finalmente eliminado solamente a través de la reducción de las reservas. Por lo tanto, luego del impacto deferencial, los valores rezagados del desequilibrio monetario deben tener efectos equivalentes en la balanza de pagos y en la tasa de inflación, para asegurar de esa forma el resultado de largo plazo implícito en el modelo.

Esta característica del modelo teórico requiere que la estimación se lleve a cabo imponiendo la restricción explícita de igualdad, en ambas ecuaciones, en los coeficientes de las variables rezagadas. Debido a esta restricción y a que el sistema es lineal en las variables pero no lineal en los parámetros, el procedimiento de estimación más eficiente requiere el uso de algún método de ecuaciones simultáneas. El método aplicado aquí es el de máxima verosimilitud con información completa (*FIML*), que estima el sistema simultáneamente imponiendo todas las restricciones relevantes sobre los coeficientes.<sup>2</sup>

Con respecto a la definición empírica de las variables, la inflación de la economía mexicana es medida a través del índice de precios al consumidor, y la demanda monetaria ( $m_d$ ), usada para calcular el excedente

<sup>2</sup> Las estimaciones se llevaron a cabo usando el programa **RESIMUL**, diseñado por C. Wymer, el cual utiliza un proceso iterativo de maximización comenzando con valores arbitrarios de los parámetros.

del flujo en el mercado de dinero, es estimada como función del producto nacional bruto en términos reales y de las expectativas de inflación (obtenida como los valores ajustados de una regresión de  $P^*$  sobre sus propios valores rezagados).

La definición de dinero aplicada es  $M_2$ . Con respecto a la variable  $P_{t-1}^*$  (la inflación en términos de bienes comerciables), ésta fue medida como la suma de las fluctuaciones en los precios externos más los cambios en la tasa de cambio efectiva.<sup>3</sup>

La especificación estocástica adoptada en las estimaciones supone que el término residual en (12) y (13),  $\mu_i$  tiene una representación autorregresiva de primer grado, es decir:

$$\mu_{it} = \phi_i \mu_{it-1} + v_{it} \quad i = 1, 2$$

donde  $\phi_i$  es el parámetro autorregresivo y  $v_{it}$  el error aleatorio. Se supone asimismo que los errores tienen una media de cero y una matriz de varianzas y covarianzas constante, y que son serialmente independientes.

Luego de corta experimentación con la estructura de rezagos, la composición rezagada que maximiza el valor de la función de verosimilitud incluye el valor presente y de los tres períodos próximos pasados de las variables independientes. Los resultados obtenidos con observaciones anuales para el período 1953-79 son los siguientes:

$$P_t^* = 0.701 (P_{t-1}^*), + 0.299 (EXC)_t + 0.210 (P_{t-1}^* - EXC)_{t-1} \quad (16.11) \quad (6.88) \quad (12.02)$$

$$+ 0.063 (P_{t-2}^* - EXC)_{t-2} + 0.018 (P_{t-3}^* - EXC)_{t-3} \quad (4.38) \quad (2.68)$$

$$\phi_1 = 0.114 \quad MSE = 0.0007. \quad (2.42)$$

$$\frac{Dc}{H} = 0.701 (P_t^* - EXC)_t + 0.210 (P_{t-1}^* - EXC)_{t-1} \quad (16.11) \quad (12.02)$$

$$- 0.063 (P_{t-2}^* - EXC)_{t-2} + 0.018 (P_{t-3}^* - EXC)_{t-3} \quad (4.38) \quad (2.68)$$

$$\phi_2 = 0.109 \quad MSE = 0.005. \quad (2.82)$$

<sup>3</sup> Claramente, en un modelo más completo, la tasa de cambio debe ser considerada una variable endógena que debería ser determinada por el resto de las variables del modelo. Una extensión del modelo desarrollado en este volumen para el caso en el cual la tasa de cambio es tratada endógenamente, se presenta en M.I. Blejer y L. Leiderman (1981). Dicho modelo está sujeto a verificación para el caso de Brasil.

en paréntesis son valores  $t$  asintóticos y  $MSE$  es el error cuadrático medio. Los resultados antes consignados se obtienen imponiendo en las estimaciones todas las restricciones implicadas por las ecuaciones (12) y (13), que reflejan las restricciones teóricas del modelo tal como se expresan en las ecuaciones (9) y (11). Para verificar la validez de tales restricciones se reestima el sistema en forma irrestricta y se calcula el cociente de verosimilitud  $\chi^2$ . El valor  $\chi^2$  cuadrado obtenido es 26.17 con 14 grados de libertad, mientras que el valor crítico de la distribución  $\chi^2$  es 23.7 con un grado de confianza del 95 por ciento. Por lo tanto, la hipótesis de que las restricciones implicadas por el modelo no son consistentes con la experiencia empírica puede ser rechazada a ese nivel de confianza.<sup>4</sup>

Los resultados obtenidos implican que el 70 por ciento del aumento en el precio de los productos comerciables, ya sea por aumento de los precios externos o de la tasa de cambio, se transmite a los precios internos en el período corriente, mientras que el restante 30 por ciento es transmitido durante un período de tres años adicionales. El desequilibrio monetario interno tiene un impacto significativo en el corto plazo sobre la tasa de inflación y sobre la balanza de pagos. El efecto del desequilibrio monetario se refleja totalmente en los cambios de reservas internacionales en un período de tres años.

### III. Conclusiones

En este ensayo, se presenta un modelo para analizar el efecto de las influencias externas y del desequilibrio monetario interno en la tasa de inflación y en la balanza de pagos de una economía pequeña, que funciona bajo un sistema de tipo de cambio fijo. La divergencia principal entre este modelo y otras presentaciones del enfoque monetario de la balanza de pagos, es la preocupación por las características que presente en el corto plazo el proceso del ajuste, en el que se permite que las tasas de inflación y los tipos de interés difieran de un país a otro.

El resultado central de esta investigación teórica es el siguiente: en una economía pequeña, con tipo de cambio fijo, el incremento del componente crédito interno de la base monetaria a un ritmo excesivamente rápido en relación con el crecimiento de su demanda monetaria, dará por resultado una tasa de inflación más elevada, a corto plazo, que la del resto del mundo. Sin embargo, si la divergencia entre la oferta y la demanda monetaria se conserva a esta tasa constante, el proceso de ajuste en los mercados de bienes, de capitales y de dinero se complementará, la tasa de inflación interna irá hacia la convergencia con la del res-

<sup>4</sup> El coeficiente  $\chi^2$  de Carter-Nagar es 266.16 con una distribución asintótica con 2 grados de libertad. Debido a que el nivel crítico al nivel de 1 por ciento de significatividad es 9.2, la hipótesis de que la información empírica no es consistente con el modelo debe ser rechazada.

to del mundo y el excedente completo de la oferta monetaria creado *ex ante* por la autoridad monetaria quedará eliminado por conducto de la balanza de pagos.

En la parte empírica se evalúa la experiencia de México entre 1953 y 1979. La determinación simultánea de la tasa de inflación y de la cuenta monetaria de la balanza de pagos (movimiento compensatorio de reservas) se analizó dentro del marco del modelo teórico. La tasa de inflación, medida por el índice de precios al consumidor, se explica de manera significativa por la inflación externa (medida por la tasa de cambio de los precios en los Estados Unidos) y por el desequilibrio monetario interno. Con respecto a la balanza de pagos, los resultados también apoyan las hipótesis teóricas y señalan el papel preponderante del desequilibrio monetario en la determinación de la tasa de cambio de las reservas internacionales.

## Bibliografía

- Blejer, I. (1977a). *Dinero, Precios y la Balanza de Pagos: El Caso de México, 1950-53*, CEMLA, México.
- Blejer, I. (1977b). "The Short-Run Dynamics of Prices and the Balance of Payments", *American Economic Review*, núm 64, junio, pp. 419-28.
- Blejer, I. (1982). *Ensayos sobre el Enfoque Monetario de la Balanza de Pagos*, CEMLA, México.
- Blejer, I. y Leiderman, L. (1981). "A Monetary Approach to the Crawling Peg System: Theory and Evidence", *Journal of Political Economy*, febrero.
- Frenkel, J.A. y Johnson, H.G. (eds.) (1975). *The Monetary Approach to the Balance of Payments*. Allen and Irwin, London.



# El comportamiento macroeconómico de la economía mexicana entre 1961 y 1981: especificaciones alternativas y pruebas de hipótesis\*

Alain Ize  
Javier Salas

## I. Introducción

En los momentos de crisis por los cuales atraviesa en la actualidad la economía mexicana, resulta más importante que nunca tratar de entender a fondo los componentes fundamentales de su comportamiento macroeconómico, en particular el proceso de formación de precios y sus interrelaciones con el producto y la balanza de pagos. Las interpretaciones que se han dado para explicar el origen y desenvolvimiento de las crisis de 1976 y la actual, han sido variadas, dando lugar a polémicas acaloradas que han reflejado visiones distintas no sólo de la teoría económica sino también de las trayectorias factibles o deseables de desarrollo para México. Factores de demanda, particularmente el alto déficit presupuestal del gobierno, o de oferta, inflación externa, alzas salariales, caídas en la oferta agrícola, tasas de interés excesivas, el impuesto al valor agregado, etc. . . , han sido propuestos en diferentes ocasiones y por diferentes corrientes de opinión como las causas principales del proceso inflacionario. Asimismo, la capacidad de estimular el crecimiento del producto de una manera duradera y no inflacionaria, a través del manejo de la demanda agregada, y la sensibilidad de la balanza de pagos a cambios en la paridad real del peso, han sido también temas recientes para controversias e intensos debates.

Atrás de estas grandes preguntas aparece generalmente como telón de fondo el enfrentamiento entre dos concepciones teóricas diferentes de la realidad económica. Por un lado, la corriente que podría ser denominada clásica o monetarista, que asocia en forma exclusiva la inflación con un exceso de creación monetaria; que no cree que se pueda estimular el producto en forma duradera y que enfatiza la gran sensibilidad de la balanza de pagos a la tasa de cambio real. Por el otro, una mezcla de

\* Los autores agradecen la muy valiosa y paciente asistencia de Alejandro Rodríguez y Patricia Abreu. Agradecen también la ayuda brindada por Moshin Khan en una etapa inicial del proyecto.

ideas y conceptos keynesianos y estructuralistas, que ve el alza de precios como un problema de oferta; postula que la oferta monetaria es pasiva, que el gobierno tiene un papel esencial que cumplir, no sólo vía oferta sino también vía demanda, para acelerar el crecimiento del producto, y que menosprecia, generalmente, la sensibilidad de la cuenta corriente, aunque no la de capital, a fluctuaciones en la tasa de cambio real.

Las decisiones de política en México han tendido a oscilar como en muchos otros países, de un polo a otro conforme la visión de una u otra escuela lograba predominar. Pero ha habido hasta ahora pocos intentos de someter este conjunto de puntos en desacuerdo a una comprobación estadística sistemática que compare modelos consistentes pertenecientes a una y otra corriente teórica. Este trabajo constituye, precisamente, un primer intento de llevar a cabo estas pruebas estadísticas a partir de especificaciones alternativas de modelos integrados para la economía mexicana, tomando en cuenta algunos fundamentos comunes sobre la tecnología de la economía, sobre los insumos y costos que afectan al proceso productivo, y sobre la formación de expectativas. Se derivan para la formación de precios y el producto varios modelos alternativos dentro de dos corrientes; la clásica monetarista y la keynesiano-estructuralista, y se llevan a cabo pruebas estadísticas con el fin de determinar la adecuación de las especificaciones formuladas y el grado de dominancia de cada modelo sobre los demás. Se deriva de ahí el bloque precios-producto que sirve como elemento central para una especificación más completa que incluye la cuenta corriente de la balanza de pagos y las identidades del sector externo y del sector público presupuestal. Asimismo, se llevan a cabo diversos ejercicios de simulación destinados a entender mejor las causas de las crisis recientes y sus posibles salidas.

La exposición consta de cinco partes. La sección II plantea bases teóricas para el bloque de precios y producto y deriva especificaciones alternativas. La sección III presenta y discute el conjunto de estimaciones y pruebas estadísticas para este mismo bloque. La sección IV analiza, en base a la mejor especificación obtenida empíricamente, las causas del proceso inflacionario en las últimas dos décadas; asimismo, presenta algunos resultados de simulación. La sección V expone las estimaciones del modelo en su conjunto, así como un ejercicio de pronóstico. La sección VI resume las conclusiones esenciales del trabajo y plantea algunas de las interrogantes principales que quedan aún por contestar.

## II. Formulaciones teóricas alternativas

### 1. *Características comunes de los modelos*

En este ensayo se desarrollan dos tipos diferentes de modelos, construidos a partir de ciertas bases comunes. El primer tipo corresponde al

paradigma clásico-monetarista de empresas perfectamente competitivas, ajustes de precios sin fricciones y una demanda estable por dinero. En este universo, las empresas fijan la cantidad que desean producir, dados los precios a los cuales se enfrentan; por lo tanto, el producto está dado por el lado de la oferta. La demanda por dinero permite por otra parte, al menos en el modelo monetarista puro, derivar el nivel de precios en función de la cantidad de dinero y del ingreso.

El paradigma alternativo se identifica como keynesiano-estructuralista, y considera el caso de empresas no competitivas que fijan sus precios, quizás con cierta inercia, para conservar cierto margen de ganancia sobre sus costos. Aquí el nivel de actividad económica está determinado por el lado de la demanda, a su vez derivada, al menos en el modelo keynesiano sencillo, de una función estable de demanda por bienes.

Las bases comunes sobre las cuales se construyen ambos modelos son las siguientes: se considera una economía en la cual la empresa representativa se enfrenta a una función de producción Cobb-Douglas:

$$Y_t = A(t) K_t^{\alpha_0} L_t^{\alpha_1} Z_t^{\alpha_2} X_t^{\alpha_3}, \quad (1)$$

en donde  $Y$  es el producto,  $A$  es un coeficiente tecnológico que es función del tiempo,  $K$  el acervo de capital,  $L$  el empleo,  $Z$  son bienes intermedios importados y  $X$  son factores climáticos.

Pueden plantearse dos casos posibles para el proceso productivo: el de una producción instantánea, sin capital de trabajo; y el de una producción que requiere tiempo y para la cual se necesita adquirir los insumos con anterioridad a la fecha de venta. Si  $\tau$  es el tiempo promedio de producción, los insumos necesarios tendrán que ser adquiridos en  $t-\tau$  y la empresa tendrá que incluir en sus costos el gasto financiero incurrido en el financiamiento del capital de trabajo correspondiente. Si  $W$  es el salario,  $P^E$  el precio de los insumos intermedios importados<sup>1</sup> y  $R$  la tasa de interés sobre préstamos, el costo total del producto vendido en el tiempo  $t$  sería:

$$CT_t = (1+R)^\tau (W_{t-\tau} L_t + P_{t-\tau}^E Z_t). \quad (2)$$

Suponiendo que el tiempo promedio de producción,  $\tau$ , es menor a un año, de tal forma que  $W_{t-\tau}$  y  $P_{t-\tau}^E$  sean simples promedios geométricos ponderados de los precios correspondientes en  $t$  y  $t-1$ , se obtienen las siguientes expresiones para los precios de los insumos:

$$W_{t-\tau} = W_t^{1-\tau} W_{t-1}^\tau \quad (3)$$

$$P_{t-\tau}^E = (P_t^E)^{1-\tau} (P_{t-1}^E)^\tau \quad (4)$$

<sup>1</sup> Precio externo ajustado por la tasa de cambio.

Finalmente, dado que el modelo se estima con periodicidad anual, es conveniente adoptar un proceso particularmente sencillo de formación de expectativas de precios:

$$P_t^e = P_t^\mu P_{t-1}^{1-\mu} \quad \mu \in [0, 1], \quad (5)$$

en donde  $P$  y  $P^e$  son respectivamente los precios observados y los esperados.

## 2. El enfoque clásico-monetarista

### a) El lado de la oferta

En el contexto clásico de competencia perfecta, las empresas toman los precios como dados. En el caso de producción instantánea, escogen  $L$  y  $Z$  para maximizar sus ganancias:

$$\text{Max} [P_t Y_t - W_t L_t - P_t^E Z_t].$$

Dada la función de producción (1) se deducen las siguientes demandas por trabajo y por bienes intermedios:<sup>2</sup>

$$L_t^D = y_t + p_t - w_t + \text{Log } \alpha_1, \quad (6)$$

$$Z_t^D = y_t + p_t - p_t^E + \text{Log } \alpha_2. \quad (7)$$

Sustituyendo estas demandas por insumos en la función de producción, se deriva la cantidad ofrecida:

$$y_t = [a(t) + \alpha_1(p_t - w_t) + \alpha_2(p_t - p_t^E) + \alpha_0 k_t + \alpha_3 x_t] / \alpha_4, \quad (8)$$

en donde  $\alpha_4 = 1 - \alpha_1 - \alpha_2$ .

Esta primera ecuación indica que el producto aumenta conforme se reduce el salario real, se aprecie la tasa de cambio real, aumente el ahorro de capital o se mejoren los factores climáticos. Si se hace además la hipótesis que el mercado de trabajo está en equilibrio, y que la oferta de trabajo es una función del salario real esperado:

$$L_t^0 = \beta_0 + \beta_1 (w_t - p_t^e), \quad (9)$$

<sup>2</sup> Las letras minúsculas indican que las variables correspondientes están en logaritmos.

se deduce un salario de equilibrio:

$$w_t = \frac{1 - \beta_1 \mu}{1 + \beta_1} p_t + \frac{\beta_1 (1 - \mu)}{1 + \beta_1} p_{t-1} + \frac{1}{1 + \beta_1} y_t + \frac{\text{Log } \alpha_1 + \beta_0}{1 + \beta_1}. \quad (10)$$

Finalmente, sustituyendo  $w$  obtenido de (10) en (8):

$$y_t = [a(t) + \alpha_1 \beta_1 (1 - \mu) \Delta p_t + \alpha_2 (p_t - p_t^E) + \alpha_0 k_t + \alpha_3 x_t] / \alpha_5, \quad (11)$$

en donde:  $\alpha_5 = \alpha_4 (1 - \beta_1) - \alpha_1$ .

Esta nueva ecuación indica que el producto es ahora sensible a cambios en la tasa de inflación.

En el caso de producción no instantánea, las empresas buscan maximizar:<sup>3</sup>

$$\text{Max} [P_t Y_t - (1 + R_t)^r (W_{t-r} L_t + P_{t-r}^E Z_t)].$$

Siguiendo los mismos pasos que en el caso anterior, se obtiene una nueva ecuación:

$$y_t = [a(t) + \alpha_1 (p_t - w_{t-r}) + \alpha_2 (p_t - p_{t-r}^E) - \tau(\alpha_1 + \alpha_2) \log(1 + R_t) + \alpha_0 k_t + \alpha_3 x_t] / \alpha_4.$$

Esta ecuación puede ser reescrita, con (3) y (4) como:

$$y_t = [a(t) + \alpha_1 (1 - \tau) (p_t - w_t) + \alpha_1 \tau (p_{t-1} - w_{t-1}) + \alpha_2 (1 - \tau) \dots (p_t - p_t^E) + \alpha_2 \tau (p_{t-1} - p_{t-1}^E) + (\alpha_1 + \alpha_2) \tau [\Delta p_t - \log(1 + R_t)] + \alpha_0 k_t + \alpha_3 x_t] / \alpha_4. \quad (12)$$

Se aprecia ahora que el ingreso aumenta conforme se reduce el salario real, o se aprecia la tasa de cambio, como en el caso de la ecuación (8). Sin embargo, aquí estas variaciones tienen un impacto rezagado. Se observa también, que una reducción en la tasa real de interés estimula el producto.

Finalmente, endogeneizando los salarios mediante una hipótesis de equilibrio en el mercado de trabajo, se deriva la siguiente ecuación:

<sup>3</sup> Se podría argumentar que, dado que las empresas toman sus decisiones de inversión en  $t - \tau$ , estas decisiones se basan sobre el precio que en ese momento se espera que regirá en  $t$ . Para mayor simplicidad y dado que esto no cambiaría la forma final de la ecuación, se ignorará este punto.

$$y_t = [a(t) + \alpha_1(1-\tau)A_0\Delta p_t + \alpha_1\tau A_0\Delta p_{t-1} + \alpha_2(1-\tau)(p_t - p_t^E) + \alpha_2\tau(p_{t-1} - p_{t-1}^E) + (\alpha_1 + \alpha_2)\tau(\Delta p_t - \log(1+R_t)) + \alpha_0 k_t + \alpha_3 x_t]/(A_1\alpha_4), \quad (13)$$

$$\text{en donde: } A_0 = \frac{\beta_1(1-\mu)}{1+\beta_1}, \quad A_1 = \frac{\alpha_4(1+\beta_1)}{\alpha_1(1-\tau) + \alpha_4(1+\beta_1)}.$$

En esta formulación, al igual que en la (11), el producto es sensible a cambios en la inflación corriente y rezagada en vez del salario real.

*b) El lado de la demanda*

Suponiendo que existe una demanda estable por saldos reales:

$$m_t^D = p_t + b(t) + \gamma_0 y_t - \gamma_1 \Delta p_t^e. \quad (14)$$

Los agentes económicos al intentar deshacerse paulatinamente de sus saldos monetarios indeseados, siguen un cierto proceso de ajuste. Utilizando, por ejemplo, el propuesto por Khan (1980), se tiene:

$$\Delta m_t - \Delta p_t = \gamma_2(m_t^D - m_t) + \gamma_3(m_t - m_t^e), \quad (15)$$

en donde  $m^e$ , el nivel esperado de la oferta monetaria, puede estar dado por el siguiente proceso sencillo de formación de expectativas:

$$m_t^e = \nu m_t + (1-\nu) m_{t-1}, \quad \nu \in [0, 1]. \quad (16)$$

Con los procesos de formación de expectativas de precios y oferta monetaria dados en (5) y (16), utilizando la expresión de la demanda por dinero dada en (14), y despejando con relación al precio del tiempo  $t$  en (15), se obtiene finalmente la siguiente ecuación:

$$p_t = [(1-\gamma_1\gamma_2\mu) p_{t-1} + \gamma_2 m_t + \gamma_1\gamma_2(1-\mu) \Delta p_{t-1} + [1-\gamma_3(1-\nu)] \dots \Delta m_t - \gamma_0\gamma_2 y_t - \gamma_2 b_t]/\gamma_4, \quad (17)$$

en donde  $\gamma_4 = 1 - \gamma_1\gamma_2\mu + \gamma_2$ .

Esta ecuación indica que los precios siguen al dinero, aunque quizás con cierta inercia, y sujetos a posibles alteraciones en la velocidad de circu-

lación, debidas a cambios en la inflación, en el producto, o en la tasa de crecimiento de la oferta monetaria.<sup>4</sup>

Los sistemas de ecuaciones (8) y (17), (11) y (17), (12) y (17) y (13) y (17), constituyen cuatro posibles variaciones para el bloque central de un modelo clásico-monetarista. Estas cuatro formulaciones se estimarán bajo las siglas C-I, C-II, C-III y C-IV. Nótese en particular que un impulso monetario tiene un impacto duradero sobre el producto si el valor nominal de los salarios, de la tasa de cambio o de la tasa de interés, no están perfectamente indexados sobre los precios, de tal forma que los costos reales de producción resulten alterados. De manera inversa, un alza en costos tiende a reducir el producto, a menos de que las alzas resultantes en los mismos estén acompañadas por aumentos paralelos de la oferta monetaria. Este modelo, por lo tanto, puede explicar desviaciones persistentes del producto con respecto a su tendencia y también ser consistente con una hipótesis de dinero pasivo. Sin embargo, en el caso de indexación perfecta de los costos sobre los precios, el nivel del producto es entonces único, véase la ecuación (12), y los aumentos en el dinero repercuten solamente sobre los precios, véase la ecuación (17). El modelo es entonces perfectamente monetarista.

### 3. *El enfoque keynesiano-estructuralista*

#### a) *El lado de la oferta*

En el esquema keynesiano-estructuralista, las empresas fijan sus precios para conservar un margen de ganancia constante sobre sus costos de producción. Por otra parte, escogen las proporciones de insumos que minimicen el costo de producir la cantidad de producto que esperan poder vender. Si se consideran solamente los costos variables de producción, y si  $\rho$  es el margen de ganancia, se tiene para el caso de una empresa con producción instantánea que su ingreso por ventas es:

$$P_t Y_t = (1 + \rho_t) (W_t L_t + P_t^E Z_t). \quad (18)$$

Los insumos son escogidos de forma que minimicen:

$$\text{Min} [W_t L_t + P_t^E Z_t], \quad (19)$$

<sup>4</sup> Se podría también derivar una ecuación de precios a partir de una condición de equilibrio en el mercado de bienes introduciendo un término monetario de desequilibrio,  $m - m^D$ , como argumento en los componentes del gasto privado. Si este último fuera también función del ingreso, se alcanzaría una ecuación de precios final muy similar a la que se derivó aquí, excepto que la variable de gasto público reemplazaría a la de creación monetaria. En ausencia de cambios importantes en la composición del financiamiento público, los dos modelos serían idénticos.

sujeto a:  $A(t) K_t^{\alpha_0} L_t^{\alpha_1} Z_t^{\alpha_2} X_t^{\alpha_3} = Y_t$ .

Se deduce de esta última formulación que:

$$W_t = \lambda_t \alpha_1 Y_t / L_t \quad (20)$$

y:

$$P_t^E = \lambda_t \alpha_2 Y_t / Z_t \quad (21)$$

en donde  $\lambda$  es el precio sombra asociado con la restricción percibida sobre ventas. Con (20) y (21), (18) puede ser reescrito:

$$P_t = (1 + \rho_t) (\alpha_1 + \alpha_2) \lambda_t \quad (22)$$

A partir de (19), (20) y (21) se obtiene por otra parte que:

$$\lambda_t = Y_t \frac{1 - \alpha_1 - \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} W_t \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2} P_t^E \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} K_t \frac{-\alpha_0}{\alpha_1 + \alpha_2} \dots$$

$$X_t \frac{-\alpha_3}{\alpha_1 + \alpha_2} / A(t).$$

Substituyendo esta última relación en la ecuación (22), y tomando logaritmos, se deduce finalmente la ecuación de precios:

$$p_t = [-a_t + \alpha_1 w_t + \alpha_2 p_t^E + (1 - \alpha_1 - \alpha_2) y_t - \alpha_0 k_t - \alpha_3 x_t + (\alpha_1 + \alpha_2) \dots \log(1 + \rho_t)] / (\alpha_1 + \alpha_2). \quad (23)$$

Se aprecia que en el caso de un margen nulo de ganancia esta ecuación es idéntica a la ecuación del producto que había sido encontrado en el caso clásico, sólo que despejada en función del nivel de precios. Nótese que alzas en los salarios o en los precios externos tienen ahora un impacto directo, vía costos, en los precios internos. Asimismo, una alza en el producto, una reducción en el acervo de capital, un empeoramiento de los factores climáticos o una elevación la tasa de ganancia tienen todos ellos un impacto desfavorable —positivo— en los precios. Una interpretación bastante clara de esta ecuación puede lograrse reagrupando términos en la forma siguiente:

$$[\alpha_1 (w_t - p_t) + (\alpha_1 + \alpha_2) \log(1 + \rho_t)] = [\alpha_0 k_t + \alpha_3 x_t + a_t] - [\alpha_2 (p_t^E - p_t) + (1 - \alpha_1 - \alpha_2) y_t]. \quad (24)$$

Esta última relación indica que los términos del lado izquierdo de la ecuación representan las peticiones de los sectores asalariados y empresariales de la economía,<sup>5</sup> mismos que tienen que ajustarse a la capacidad productiva que se encuentra plasmada en el primer apartado del lado derecho. En caso de que las peticiones llegaran a aumentar más, rebasando los aumentos en productividad, tendría que darse necesariamente un ajuste en términos del segundo apartado del lado derecho. Es decir, al reducirse el ingreso, aumenta la productividad marginal de la mano de obra y esto permite pagar salarios reales más altos, o al permitirse un tipo de cambio sobrevaluado, aumenta el déficit en cuenta corriente, se eleva el endeudamiento externo y este flujo adicional de recursos permite cubrir el exceso de peticiones. Nótese finalmente, que otro posible mecanismo de ajuste, además de la recesión o del empeoramiento del déficit en balanza, es un aumento de los precios que permita hacer regresar, *ex post*, los salarios reales y los márgenes de ganancia a niveles compatibles con la productividad real de la economía. De esta forma pueden concebirse procesos que de alguna manera combinen una recesión con inflación y un deterioro de las cuentas externas. |

En un modelo de formación de precios más keynesiano, se esperaría que las empresas ajustaran sus precios con cierta inercia, por ejemplo en la forma siguiente:

$$\Delta p_t = v (p_t^* - p_{t-1}). \quad (25)$$

Aquí,  $p_t^*$  sería el nivel de precios hacia el cual las empresas tenderían y estaría dado por la ecuación (23). Nótese que en este caso cambios en la inflación alteran en forma sistemática el margen efectivo de ganancia<sup>6</sup> y por lo tanto la distribución del ingreso, lo que no era cierto en el modelo estructuralista puro anterior.

Finalmente, en el caso de un modelo con capital de trabajo, se encontraría, siguiendo los mismos pasos que en el caso de producción instantánea y

<sup>5</sup> Se hubiera podido incluir también un sector público cuyas peticiones se ejercen a través de los impuestos. Surgirían entonces desequilibrios económicos cuando la suma de las peticiones de los trabajadores, empresarios y el Estado rebasen la capacidad productiva de la economía. Se incluyen algunas estimaciones con variables fiscales en el Apéndice A del trabajo.

<sup>6</sup> La sustitución de  $p^*$  obtenida de (18) en (25), expresada en magnitudes naturales, conduciría a la expresión siguiente:

$$P_t Y_t = (1 + \rho_t) \left( \frac{P_{t-1}}{P_t} \right)^{\frac{1-v}{v}} (W_t L_t + P_t^E Z_t),$$

la cual indica claramente que el margen efectivo de ganancia,  $(1 + \rho_t) \left( \frac{P_{t-1}}{P_t} \right)^{\frac{1-v}{v}}$  varía con la tasa de inflación.

tomando en cuenta las ecuaciones (3) y (4), el modelo de formación de precios siguiente:

$$\begin{aligned}
 p_t = & [-a_t + \alpha_1 (1-\tau) w_t + \alpha_1 \tau w_{t-1} + \alpha_2 (1-\tau) p_t^E + \alpha_2 \tau p_{t-1}^E + \tau \dots \\
 & (\alpha_1 + \alpha_2) \log (1 + R_t) + (1 - \alpha_1 - \alpha_2) y_t - \alpha_0 k_t - \alpha_3 x_t + (\alpha_1 + \alpha_2) \dots \\
 & \log (1 + \rho_t)] / (\alpha_1 + \alpha_2). \tag{26}
 \end{aligned}$$

Reagrupando términos, esta ecuación puede escribirse como:

$$\begin{aligned}
 & [\alpha_1 (1-\tau) (w_t - p_t) + \alpha_1 \tau (w_{t-1} - p_{t-1}) + \tau (\alpha_1 + \alpha_2) (\log (1 + R_t) - \Delta p_t) \\
 & + (\alpha_1 + \alpha_2) (\log (1 + \rho_t))] = [\alpha_0 k_t + \alpha_3 x_t + a_t] - [\alpha_2 (1-\tau) (p_t^E - p_t) \\
 & + \alpha_2 \tau (p_{t-1}^E - p_{t-1}) + (1 - \alpha_1 - \alpha_2) y_t].
 \end{aligned}$$

Nótese aquí que a través de la tasa de interés y el capital de trabajo se introduce una inercia en el modelo, pero en contraste con el caso del modelo keynesiano, esta inercia no implica que se den cambios sistemáticos en la distribución del ingreso cuando varía la tasa de inflación. Nótese también que la tasa de interés participa ahora en forma activa en el proceso inflacionario; conforme se eleve más que la tasa de inflación, ejercerá una presión a la baja sobre las peticiones de los trabajadores o de los empresarios. Esto a su vez forzará un incremento en el déficit externo o una reducción en el producto. En particular, si la economía es lo suficientemente abierta para que se satisfaga una condición de paridad de las tasas reales de interés, la tasa interna real debería ser igual a la tasa externa. En este caso, un incremento en esta última tasa, como la que hubo recientemente en los Estados Unidos, podría haber causado al menos en parte, la recesión con inflación y desequilibrio externo que México padece en la actualidad.

### b) El lado de la demanda

En el contexto keynesiano, la función de demanda por bienes es en principio estable y permite obtener un nivel de equilibrio del ingreso, de tal forma que:

$$Y_t = C_t + I_t + G_t + V_t, \tag{27}$$

siendo  $C$  el consumo privado,  $I$  la inversión,  $G$  el gasto del sector público y  $V$  las exportaciones. Se definen para el consumo y la inversión las siguientes funciones:

$$C_t = \gamma_0 Y_t^d + \gamma_1 \left( \frac{M_t}{P_t} + K_t \right) + \gamma_2 \frac{\Delta P_t}{P_t} + \gamma_3, \quad (28)$$

$$I_t = \gamma_4 Y_t + \gamma_5 (Y_{t-1} - Y_{t-2}) + \gamma_6, \quad (29)$$

en donde:  $Y_t^d = Y_t - T_t - \frac{P_t^E}{P_t} Z_t$ , (30)

y

$$T_t = \gamma_7 Y_t + \gamma_8. \quad (31)$$

El consumo es una función del ingreso disponible  $Y^d$ , de la riqueza y de la tasa de inflación. La inversión depende del ingreso y de un efecto acelerador. El ingreso disponible es la diferencia entre el ingreso, los impuestos  $T$ , que son función del producto, y las adquisiciones de bienes importados,  $Z$ . Reagrupando términos, se deriva la siguiente ecuación final para el producto:

$$Y_t = [\gamma_1 \left( \frac{M_t}{P_t} + K_t \right) + \gamma_2 \frac{\Delta P_t}{P_t} + \gamma_5 (Y_{t-1} - Y_{t-2}) + G_t + V_t - \gamma_0 \frac{P_t^E}{P_t} Z_t + \gamma_3 + \gamma_6 - \gamma_0 \gamma_8] / \gamma_9. \quad (32)$$

El producto se vuelve así una función directa de las políticas fiscales y monetarias del gobierno y de la demanda externa, a través de las exportaciones; es también estimulado positivamente por un aumento en la tasa de inflación y sigue una dinámica de ciclos, debido al efecto acelerador.

Los sistemas de ecuaciones (23) y (32), (25) y (32) y (26) y (32) constituyen los bloques centrales de los modelos keynesiano-estructuralistas que serán identificados con las siglas K-I, K-II y K-III. Como en el modelo clásico, el impacto de choques monetarios sobre los precios y el producto depende esencialmente del grado de indexación de los costos nominales a los precios. En particular, en el caso de indexación completa en el cual el salario, el tipo de cambios y la tasa de interés se mantienen constantes en términos reales, la ecuación de precios da para el producto un valor único mientras que la ecuación de producto indica que un impulso monetario se verá solamente reflejado en el largo plazo en un aumento proporcional de los precios. El comportamiento del modelo es por lo tanto totalmente monetarista. Sin embargo, conforme se reduzca el grado de indexación, el efecto ingreso se vuelve dominante mientras que el efecto precio se atenúa. De una manera inversa, los

impactos de cambios autónomos en costos sobre precios y producto dependen del grado de pasividad del dinero. En particular, si se deseara estabilizar el producto, los incrementos en costos nominales deberían ser financiados íntegramente por medio de creación monetaria.

Los modelos clásicos o estructuralistas pueden por lo tanto tener comportamientos generales muy similares y la diferencia esencial entre ellos está en sus formas estructurales y no en sus formas reducidas. Debido a esto es necesario realizar pruebas estadísticas sobre las ecuaciones estructurales.

#### 4. Formulaciones subjetivas

Se han contemplado hasta ahora modelos en donde los precios se forman en base a un proceso económico objetivo, ya sea en base a un margen de ganancias sobre costos, o en base a una demanda estable por dinero. Se podría sin embargo argumentar que el proceso de formación de precios puede seguir normas de carácter puramente especulativo, conforme a las cuales los agentes económicos ajustan sus precios en forma coordinada sobre la base de algún fenómeno catalizador como las manchas del sol o algún otro acontecimiento, quizás más cercano a la esfera económica. Por ejemplo, si todos los agentes creen que los precios siguen a las tasas de interés, un aumento en esta tasa podrá verse reflejado por un aumento paralelo de los precios que permite verificar *ex post* lo bien fundado de unas expectativas puramente subjetivas. Las variables que *a priori* pudieran calificar como catalizadores eventuales del proceso de formación de precios podrían ser por ejemplo los salarios, los precios externos, las tasas de interés y la oferta monetaria. Si  $x^i$ ,  $i = 1, \dots, 4$ , son estas variables, modelos relativamente generales que reflejan este tipo de ajustes podrían ser los siguientes:

$$p_t = a(t) + \lambda x_t^i + (1 - \lambda) P_{t-1}, \quad i = 1, 4. \quad (33)$$

Finalmente, para efectos de comparación, se podría también pensar en estimar un modelo *ad hoc* que usara todos los regresores disponibles y un modelo autorregresivo:

$$p_t = a'(t) + \alpha_0 w_t + \alpha_1 p_t^E + \alpha_2 \text{Log}(1 + R_t) + \alpha_3 m_t + \alpha_4 P_{t-1}' \quad (34)$$

$$p_t = a''(t) + \alpha_0 p_{t-1} + \alpha_1 p_{t-2} + \alpha_3 p_{t-3} + \dots. \quad (35)$$

### III. Estimación del bloque precios-ingreso y pruebas estadísticas

#### 1. Especificación de las ecuaciones

La estimación de los modelos clásicos y estructuralistas presentados en la sección II requiere de aproximar ciertas variables en la especificación teórica con el objeto de satisfacer los requerimientos de información y las restricciones que impone la teoría econométrica. Estas modificaciones se pueden resumir de la siguiente manera:

- a) Las ecuaciones de ingreso clásicas y las de precios estructuralistas incluyen en su especificación a los factores climáticos  $X_t$ , el acervo de capital,  $K_t$ , y una variable de cambio tecnológico,  $a_t$ . Una variable "proxy" adecuada para  $X_t$  podría ser el PIB agrícola. Para evitar problemas de dependencia entre el PIB total y el agrícola, esta variable no se incluye en las ecuaciones clásicas de ingreso. En las ecuaciones de precios estructuralistas, si se incluyó esta variable pero rezagada un período, debido a que la oferta al público en el año  $t$  corresponde a la cosecha del año anterior. Por otra parte, falta de información fidedigna sobre  $K_t$  y  $a_t$  obligó a aproximar a las dos variables en conjunto por la suma de dos términos de tendencia, uno lineal y otro cuadrático.
- b) La ecuación de precios clásica (17'), se obtuvo de resolver la ecuación teórica (17) en forma recursiva sustituyendo los valores de  $\ln P_{t-1}$  y  $\ln P_{t-2}$ ,<sup>7</sup> para evitar interdependencias entre los valores rezagados de los precios y el dinero. De esta forma se obtiene una ecuación de rezagos distribuidos, con tres rezagos en la variable  $\ln M_t$  y dos en  $\ln Y_t$ .<sup>8</sup> Se empleó también la restricción de que los coeficientes de la variable  $\ln M_t$  y sus tres rezagos sumen a la unidad, por razones de homogeneidad.
- c) La ecuación de ingreso estructuralista fue aproximada logarítmicamente y se usó un término de tendencia para representar el capital físico. No se incluyeron en esta etapa de las estimaciones las variables externas; importaciones, exportaciones y precios relativos.
- d) En las ecuaciones estructuralistas de precios, no se pudo contar con una serie anual de márgenes de ganancia para el período considerado, por lo que se tuvo que suponer que esta variable también podía

<sup>7</sup> Esto es una aproximación realista, ya que al estimar el modelo con información anual, los valores rezagados en períodos más distantes ya no ejercen una influencia significativa sobre la variable dependiente.

<sup>8</sup> Las siglas  $\ln$  antes de cada variable representan el logaritmo natural. Esta nomenclatura se mantiene en lo que resta del estudio con el objeto de enfatizar que los estimadores se deben interpretar como elasticidades.

ser aproximada por términos de tendencia.<sup>9</sup> Se añadió por otra parte una variable "dummy" con el objeto de cuantificar el impacto inflacionario del impuesto al valor agregado, IVA, introducido en el primer trimestre de 1980.

## 2. Restricciones adicionales

Antes de pasar a la estimación de los modelos, es conveniente señalar que se puede derivar algún orden de magnitud sobre el valor *a priori* que deberían tener los coeficientes  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  asociados con la función de producción definida en la sección anterior y que aparecen en las ecuaciones de precios estructuralistas. En el caso de una función de producción Cobb-Douglas, y bajo el supuesto de competencia perfecta, se esperaría que estos coeficientes fueran aproximadamente iguales a las razones promedio de los pagos al factor trabajo e importaciones al PIB. En el caso de México, y para el período considerado, el pago al factor trabajo permaneció más o menos estable alrededor de 35.0% del PIB, mientras que las importaciones fluctuaron entre 8.0 y 15.0% del PIB. Con la especificación de precios obtenida, véase por ejemplo la ecuación (23), se deriva un rango de 1 a 1.5 para la elasticidad de los precios con respecto al producto. Sin embargo, en condiciones de competencia imperfecta, con márgenes de ganancia positivos, las ganancias puras en exceso del pago al capital, deberían de retener una parte de las participaciones normales del trabajo y de las importaciones, por lo que los valores reales de  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  deberían ser superiores y la elasticidad de los precios con respecto al producto, menor.

Por otra parte, en un modelo de un solo sector como el que se planteó anteriormente, y por las razones expuestas, un límite mínimo para la razón de  $\alpha_1$  a  $\alpha_2$  debería ser alrededor de dos (35/15). Por tanto, se esperaría que el coeficiente de los salarios fuese por lo menos dos veces más grande que el de los precios externos en la ecuación de precios estructuralista. Sin embargo, en la medida en que existen también bienes comerciables cuyo precio se ajusta libremente al nivel mundial, se esperaría que la importancia relativa de los precios externos fuese mayor. Una relación menor a dos entre estos coeficientes podría ser por lo tanto una indicación de la presencia de un sector importante de bienes comerciables en la economía, o de bienes que se comportan como tales.

<sup>9</sup> Esta hipótesis claramente no es la más adecuada, ya que deja en la obscuridad un componente esencial de la distribución del ingreso, pero es necesaria hasta no contar con una serie adecuada sobre márgenes de ganancia. Nótese también que debido a algunos problemas de información no se incluyó una estructura fiscal en las estimaciones básicas. Sin embargo, algunos resultados parciales con variables fiscales se presentan en el Apéndice A.

### 3. *Métodos de estimación*

Las ecuaciones se estimaron con información anual para el período 1961-81.<sup>10</sup> La estimación se llevó a cabo de manera individual para cada una de las ecuaciones precio e ingreso por mínimos cuadrados ordinarios,  $MC_0$ , sin restricciones. El objeto de esta estimación preliminar es el de llevar a cabo pruebas estadísticas sobre la validez de las restricciones que impone la teoría económica en las ecuaciones de precios. Posteriormente se estimaron estas mismas ecuaciones por mínimos cuadrados ordinarios sujetos a las restricciones teóricas presentadas en la segunda parte de este estudio.

Se estimaron también las ecuaciones del bloque precios-ingreso por mínimos cuadrados en tres etapas,  $MC_3$ . La estimación simultánea tiene la ventaja de eliminar el sesgo que padecen los estimadores de los coeficientes del sistema. Este sesgo de simultaneidad se genera al estimar un modelo en forma estructural por una técnica adecuada para ecuaciones en forma reducida. Se hicieron también las pruebas de hipótesis relativas a las restricciones teóricas en las ecuaciones de precios keynesiano-estructuralistas. Finalmente, es conveniente destacar que la estimación simultánea del bloque precios-ingreso del modelo clásico, versiones C-I, C-II, C-III y C-IV, no se pudo llevar a cabo, ya que el algoritmo de solución del paquete de computadora no convergió. La no convergencia del algoritmo se debe probablemente a que la especificación clásica no se adecúa en forma satisfactoria a la muestra disponible.

Las pruebas estadísticas para determinar si la sumatoria de una serie de coeficientes es igual a la unidad, puede llevarse a cabo de dos formas. La primera consiste en calcular una estadística  $t$  para la hipótesis nula dada por la función lineal  $\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$ . El valor calculado de la  $t$  se compara con los valores críticos de tablas para un nivel de significancia predeterminado, rechazando la hipótesis nula en los casos en que el primer valor sea mayor que el segundo. El segundo método para evaluar restricciones sería la prueba de la razón de verosimilitud. Esta prueba consiste en calcular el parámetro  $\lambda$  que es la razón de las funciones de verosimilitud del modelo restringido al modelo no restringido evaluadas en su punto máximo. La prueba se lleva a cabo sobre la hipótesis nula de que el modelo restringido es correcto tomando en cuenta que  $-2 \ln \lambda$  se distribuye como una estadística  $\chi^2$  para el caso de muestras grandes. El inconveniente que presenta esta prueba se origina precisamente en el concepto estadístico de muestra grande, ya que en el modelo se cuenta únicamente con 21 observaciones menos el número de regresores de cada modelo,

<sup>10</sup> Para una descripción detallada de las series utilizadas en el modelo, véase el Apéndice B.

y es posible que la aproximación de  $-2 \ln \lambda$  a una  $\chi^2$  no sea enteramente satisfactoria.

Sin embargo, para fines de evaluación de las restricciones se presentan sistemáticamente ambas estadísticas debido a que en algunas de las ecuaciones<sup>11</sup> la restricción va más allá de que la sumatoria de ciertos coeficientes sea igual a la unidad, y en este caso la prueba con la estadística  $t$  no permite evaluar la restricción global.

Los resultados de la estimación se presentan en los cuadros 1 y 2 para las ecuaciones precio e ingreso del modelo clásico respectivamente y los cuadros 3 y 4 para las ecuaciones precio e ingreso del modelo estructuralista. En el cuadro 5 se presentan estimaciones de varias versiones subjetivas o *ad hoc* de la ecuación de precios, que no corresponden a formulaciones teóricas consistentes, pero que sirven como puntos de referencia para una mejor evaluación de la bondad de las especificaciones teóricas definidas anteriormente.

#### 4. Bloque clásico-monetarista

El cuadro 1 presenta a la ecuación clásica de precios (17'). Los coeficientes estimados para la variable monetaria corriente,  $\ln M_t$ , y el ingreso,  $\ln y_t$ , tienen el signo correcto y son significativamente diferentes de cero a niveles de confianza del 5% y 1% respectivamente, prueba de hipótesis de una cola.<sup>12</sup> Los rezagos sucesivos de  $\ln M_t$  y  $\ln y_t$  presentan signos que se alteran y no son significativamente diferentes de cero con excepción de  $\ln y_{t-2}$ .<sup>13</sup> El coeficiente de regresión ajustado de 0.990 es bastante alto, y la estadística Durbin-Watson de 1.646 indica que podría haber algunos problemas de autocorrelación aunque no demasiado severos, ya que a pesar de que la estadística cae en la región de indeterminación, se encuentra más cerca del límite superior de rechazo de la hipótesis nula.

Las pruebas realizadas sobre esta ecuación indican que la restricción sobre los coeficientes de  $\ln M_t$  y sus rezagos es adecuada estadística-

<sup>11</sup> Por ejemplo, las de precios del modelo estructuralista en las que se impone simultáneamente cierto valor al coeficiente de la tasa de interés activa.

<sup>12</sup> El valor estimado para el coeficiente de la variable monetaria es mayor que uno (1.116), lo que podría por lo tanto indicar que la respuesta inicial de los precios es más que proporcional con respecto a un cambio en la oferta monetaria, debido al impacto adicional de cambios en la tasa de inflación sobre la demanda por dinero. Sin embargo, dado el valor de la estadística  $t$ , este coeficiente no es significativamente diferente de uno a un nivel de confianza del 5%.

<sup>13</sup> El hecho de que los rezagos no sean significativamente diferentes de cero podría quizás deberse a problemas de multicolinealidad asociados con la suavidad de comportamiento que tienen estas dos variables.

mente. La ecuación estimada con la restricción se presenta entonces en el cuadro 1. Los signos de la ecuación permanecen inalterados, y los estimadores que sufrieron mayor cambio en valor absoluto fueron aquellos que tenían las estadísticas  $t$  más bajas, como era de esperarse.<sup>14</sup> El error estándar de la regresión aumenta ligeramente, y la estadística Durbin-Watson aparentemente indica que se acentuó el problema de correlación seriada.

**Cuadro 1**  
**Estimación de las ecuaciones de precios: modelo clásico**  
**(1961 - 81)**

Ecuación	$C$	$t$	$\ln M_t$	$\ln M_{t-1}$	$\ln M_{t-2}$	$\ln M_{t-3}$	$\ln y_t$	$\ln y_{t-1}$	$\ln y_{t-2}$	$R^2$	$\bar{R}^2$	ESR	DW	Durbin h	Restricción $t_x^2$
(17') <sup>a</sup>															
restricción	40.897	0.334	1.116	-0.420	0.802	-0.926	-4.201	1.004	-2.454	0.994	0.990	0.070	1.646	-	-
$\ln P_t$	(7.1) <sup>a</sup>	(4.3)	(1.9)	(0.5)	(1.1)	(1.6)	(4.1)	(0.7)	(2.0)						
(17') <sup>b</sup>															
restricción	40.799	0.266	0.873	-0.136	0.712	-0.449	-8.865	0.650	-2.453	-	-	0.071	1.275	-	0.578
$\ln P_t$	(7.0)	(5.5)	(1.6)	(0.2)	(1.0)	(1.1)	(3.9)	(0.4)	(2.0)						0.066

<sup>a</sup> Estadística  $t$  en paréntesis.

<sup>b</sup> La restricción es:  $\sum_{i=2}^5 \alpha_i = 1$  (coeficientes de  $\ln M_{t-i}$ ).

**Cuadro 2**  
**Estimación de las ecuaciones de ingreso: modelo clásico**  
**(1961 - 81)**

Ecuación	$C$	$t$	$t^2$	$\Delta \ln P_t$	$\Delta \ln P_{t-1}$	$\ln P_t$	$\ln P_{t-1}$	$\ln y_{t-1}^{AG}$	$\ln$	$R^2$	$\bar{R}^2$	ESR	DW	
						$\ln P_t^E$	$\ln P_{t-1}^E$		$(1 + R_t^a)$					
(11)	6.326	0.152	-0.001	0.015		0.266		0.081		0.999	0.998	0.015	1.659	
$\ln y_t$	(6.5) <sup>a</sup>	(7.3)	(4.8)	(0.1)		(4.3)		(0.8)						
(13)	2.831	0.210	-0.001	0.175	-0.220	0.281	-0.237	0.062	0.460	0.999	0.999	0.013	2.117	
$\ln y_t$	(1.4)	(4.8)	(3.5)	(1.5)	(2.5)	(3.9)	(2.2)	(0.6)	(1.5)					
	$C$	$t$	$t^2$	$\ln P_t$	$\ln P_{t-1}$	$\ln P_t$	$\ln P_{t-1}$	$\ln y_{t-1}^{AG}$	$\Delta \ln P_t$	$R^2$	$\bar{R}^2$	ESR	DW	
				$\ln W_t$	$\ln W_{t-1}$	$\ln P_t^E$	$\ln P_{t-1}^E$		$-\ln(1 + R_t^a)$					
(8)	5.483	0.218	-0.001	0.123		0.294		-0.031		0.999	0.999	0.013	1.987	
$\ln y_t$	(7.0)	(7.0)	(5.4)	(2.6)		(5.6)		(0.4)						
(12)	4.363	0.274	-0.001	0.197	0.106	0.249	0.112	-0.021	0.209	0.999	0.999	0.012	1.819	
$\ln y_t$	(4.4)	(7.0)	(5.8)	(3.5)	(1.8)	(3.6)	(1.3)	(0.2)	(2.1)					

<sup>a</sup> Estadística  $t$  en paréntesis.

<sup>14</sup> El único cambio aparente con respecto a la ecuación (17') es que el coeficiente de  $\ln M_t$  es ahora menor que uno; sin embargo, dada la estadística  $t$  tan baja, no puede rechazarse la hipótesis nula de que el estimador es igual a uno.

El cuadro 2 presenta a las ecuaciones clásicas de ingreso.<sup>15</sup> La estimación de las ecuaciones (11) y (13) presenta ciertas similitudes, ya que los términos de tendencia  $t$  y  $t^2$  muestran signos positivo y negativo respectivamente con coeficientes estimados que no difieren drásticamente entre sí.<sup>16</sup> Las variables de inflación,  $\Delta \ln P_t$ , y de precios relativos,  $\ln(P_t/P_t^E)$ , completan la especificación de la ecuación (11). El signo obtenido en cada variable es correcto, pero sólo resultó ser significativamente diferente de cero la segunda. La elasticidad estimada para los precios relativos indica que debido a un deterioro de 10.0% en los mismos, la oferta crece en un 2.7% como consecuencia del abaratamiento de los insumos intermedios importados. La R-cuadrada ajustada de 0.998 es bastante alta, y la estadística Durbin Watson está muy cerca del límite superior que indica la ausencia de correlación seriada.

La ecuación (13) contiene a las variables inflación, precios relativos y un rezago de ambas. Debido al supuesto de que la producción no es instantánea se incluye también a la tasa de interés activa,  $\ln(1 + R^a)$ . La variable  $\Delta \ln P_t$  es significativa al nivel de confianza del 10%, mientras que los precios relativos lo son al 1%, con un coeficiente estimado para esta última variable similar al de la ecuación (11). Los rezagos de la inflación y de los precios relativos son significativos al 5.0% pero tienen signo contrario al esperado. El problema del signo también ocurre con el coeficiente de la tasa de interés activa, aunque esta variable no es significativa al nivel de confianza del 5.0%. La estadística R-cuadrada ajustada es de 0.999 y la Durbin-Watson de 2.117.

La estimación de las ecuaciones clásicas de ingreso (8) y (12) también presentan algunas particularidades en común. Los términos de tendencia,  $t$  y  $t^2$ , son significativamente diferentes de cero a un nivel de confianza del 1.0% con signos estimados positivo y negativo respectivamente. Este resultado es similar al encontrado para las ecuaciones clásicas de ingreso (11) y (13). La ecuación (8) también incluye al salario real,  $\ln(P_t/W_t)$ , y a los precios relativos,  $\ln(P_t/P_t^E)$ , en su especificación. Las dos variables tienen el signo correcto y son significativas a un nivel de confianza del 1.0%, prueba de una cola. Las elasticidades estimadas indican que una caída en el salario real de 10.0% origina un incremento de 1.2% en la oferta, y un deterioro de 10.0% en los precios relativos aumenta la oferta en 2.9%. Este último resultado es muy similar al que se obtuvo con las ecuaciones (11) y (13). La estadística R-cuadrada ajustada

<sup>15</sup> Las ecuaciones (11) y (13) suponen que los salarios son variables endógenas y sus valores son los que equilibran el mercado de trabajo. Las ecuaciones (8) y (12) consideran a los salarios variables exógenas.

<sup>16</sup> El signo negativo de la tendencia cuadrática es preocupante ya que parecería indicar que existe cierta desaceleración en el crecimiento del producto, debido a un estancamiento en los ritmos de crecimiento de la productividad o de la inversión. Este resultado merecería un análisis más detallado que permita verificarlo y explicarlo satisfactoriamente.

tada es de 0.999 y la estadística Durbin-Watson señala la ausencia de correlación seriada.

La ecuación (12) contiene por su parte al salario real, los precios relativos, un rezago de estas dos variables y la tasa de interés activa expresada en términos reales. La única variable que resultó ser no significativa es el rezago de los precios relativos; el resto de los coeficientes estimados tiene el signo apropiado y es significativo por lo menos al nivel de confianza del 5.0%. El impacto de los salarios reales sobre el producto se acentuó, ya que la suma de las elasticidades en  $\ln(P_t/W_t)$  y  $\ln(P_{t-1}/W_{t-1})$  pasa a ser de 0.303. La elasticidad con respecto a los precios relativos es similar a los valores obtenidos en las ecuaciones clásicas de ingreso (8), (11) y (12). La tasa de interés activa expresada en términos reales señala que cuando ésta aumenta en un 10.0%, el producto disminuye en un 2.1%. El error estándar estimado para la ecuación (13) es el más pequeño dentro del grupo de ecuaciones clásicas de ingreso. La estadística Durbin-Watson indica que no hay problema de correlación seriada en los errores de la ecuación.

Como puede entonces apreciarse a partir de estos resultados, las ecuaciones de ingreso con salarios exógenos son claramente superiores a las que tienen salarios endógenos. Esto tiende a indicar que los salarios en México a lo largo del período considerado, no se han ajustado libremente hacia algún nivel de equilibrio,<sup>17</sup> sino que han fluctuado por razones exógenas a este mercado. Esto probablemente puede ser el resultado de negociaciones laborales llevadas a cabo entre trabajadores, empresarios y gobierno.

##### 5. Bloque keynesiano-estructuralista

Las ecuaciones de precios del modelo estructuralista se reportan en el cuadro 3. Para facilidad de exposición se discutirán a continuación los resultados que son comunes a las ecuaciones (23), (25) y (26), a pesar de que éstas tienen especificaciones diferentes. Se observa que el término de tendencia,  $t$ , es negativo y siempre significativo por lo menos al nivel de confianza del 5.0%. El término de tendencia cuadrático,  $t^2$ , es siempre positivo y también significativo por lo menos al nivel de confianza del 5.0%, con excepción de la estimación de *MCO* de la ecuación (25) sin restricción y con PIB agrícola rezagado un período. Este resultado indica que conforme pasa el tiempo  $t^2$  llega a dominar y puede por lo tanto ejercer presiones positivas sobre la inflación. El desglose e identificación de las causas que generan este fenómeno no pueden ser determi-

<sup>17</sup> Nótese que este nivel de equilibrio puede ser un equilibrio en cantidades, es decir el nivel de pleno empleo, o un equilibrio en precios, es decir algún nivel de salario real de "subsistencia" determinado por relaciones sociales de producción.

Cuadro 3

**Estimación de las ecuaciones de precios: modelo estructural  
(1961 - 81)**

<i>Durbin Restricción</i>											
<i>Ecuación</i>	<i>C</i>	<i>t</i>	<i>t</i> <sup>2</sup>	<i>ln W<sub>t</sub></i>	<i>ln W<sub>t-1</sub></i>	<i>ln P<sub>t</sub><sup>E</sup></i>	<i>ln P<sub>t-1</sub><sup>E</sup></i>	<i>ln y<sub>t</sub></i>	<i>ln y<sub>t-1</sub><sup>AG</sup></i>	<i>In(1 + R<sub>t</sub><sup>2</sup>) In P<sub>t-1</sub></i>	<i>D<sub>80</sub></i>
(23)											
sin restricción	-2.650	-0.512	0.003	0.297	0.547	1.082	0.464		0.036		
<i>In P<sub>t</sub></i>	(0.6) <sup>a</sup>	(7.5)	(5.5)	(4.1)	(6.7)	(2.9)	(2.7)		(1.5)	0.999	0.999
									(0.6)	0.999	0.999
(23)											
sin restricción	-8.571	-0.439	0.002	0.827	0.649	1.768			0.020	0.999	0.998
<i>In P<sub>t</sub></i>	(2.0)	(5.6)	(4.0)	(3.8)	(7.3)	(5.3)			(0.6)	0.999	0.999
										0.999	0.999
(23) <sup>b</sup>											
con restricción	-9.439	-0.426	0.002	0.339	0.661	1.804			0.020		
<i>In P<sub>t</sub></i>	(4.0)	(7.5)	(7.1)	(4.8)	(9.4)	(6.2)			(0.6)		
(25)											
sin restricción	-5.557	-0.171	0.001	0.284	0.349	0.966	0.165		0.484	0.016	
<i>In P<sub>t</sub></i>	(2.1)	(2.1)	(1.2)	(6.4)	(5.4)	(4.2)	(1.0)		(4.8)	(0.9)	0.999
										0.999	0.999
(25)											
sin restricción	-4.270	-0.236	0.001	0.282	0.367	0.891			0.406	0.021	
<i>In P<sub>t</sub></i>	(1.9)	(4.7)	(3.7)	(6.4)	(5.9)	(4.1)			(6.5)	(1.5)	0.999
										0.999	0.999
										0.014	0.014
										0.990	0.990

Ecuación	$C$	$t$	$t^2$	$\ln W_t$	$\ln W_{t-1}$	$\ln P_t^E$	$\ln P_{t-1}^E$	$\ln y_t^C$	$\ln y_{t-1}^C$	$\ln(1 + R_t^a)$	$\ln P_{t-1}$	$D_{80}$	$R^2$	$R^2$	ESR	DW	Durbin Restricción
(25) <sup>c</sup>																	
con restricción	-2.562	-0.272	0.002	0.259	0.352	0.248	0.352	0.390	0.390	0.021	0.021	0.014	...	0.014	...	1.058	
$\ln P_t$	(1.6)	(7.1)	(8.1)	(6.6)	(5.8)	(4.0)	(5.8)	(6.4)	(6.4)	(1.2)	(1.2)	0.233	0.233	0.233	0.233	0.029	
(26)																	
sin restricción	-6.511	-0.239	0.001	0.356	0.171	0.278	0.268	0.965	0.965	-0.019	0.592	0.086	0.999	0.999	0.012	2.781	...
$\ln P_t$	(2.6)	(3.2)	(2.3)	(6.9)	(2.8)	(3.8)	(4.2)	(4.1)	(4.1)	(0.2)	(2.4)	(2.5)	0.999	0.999	0.011	2.730	...
(26)																	
sin restricción	-6.265	-0.246	0.001	0.353	0.169	0.281	0.261	0.949	0.949	0.588	0.588	0.086	0.999	0.999	0.011	2.730	...
$\ln P_t$	(3.3)	(4.2)	(3.5)	(7.9)	(2.9)	(4.2)	(5.9)	(4.7)	(4.7)	(2.5)	(2.5)	(2.5)	0.999	0.999	0.011	2.730	...
(25) <sup>d</sup>																	
con restricción	-3.653	-0.341	0.002	0.300	0.216	0.281	0.203	1.043	1.043	0.419	0.419	0.033	0.991	0.991	0.012	1.991	1.279
$\ln P_t$	(2.7)	(11.9)	(12.0)	(12.0)	(5.0)	(5.7)	(5.7)	(9.5)	(9.5)	(7.0)	(7.0)	(7.7)	(7.7)	(7.7)	(7.7)	(7.7)	0.114
(26) <sup>e</sup>																	
con restricción	-0.206	-0.377	0.002	0.329	0.338	0.165	0.169	0.908	0.908	0.506	0.506	0.041	0.016	0.016	2.008	...	1.279
$\ln P_t$	(0.2)	(11.3)	(12.6)	(9.6)	(9.9)	(9.6)	(9.9)	(5.4)	(5.4)	(9.9)	(9.9)	(9.9)	(9.9)	(9.9)	(9.9)	(9.9)	0.298

continúa...

Cuadro 3 (continuación)

Ecuación	$C$	$t$	$t^2$	$\ln W_t$	$\ln W_{t-1}$	$\ln P_t^E$	$\ln P_{t-1}^E$	$\ln y_t$	$\ln y_{t-1}^{AG}$	$\ln(1 + R_t^a)$	$\ln P_{t-1}$	$D_{80}$	$R^2$	$\bar{R}^2$	$ESR$	$DW$	Durbin Restricción $t_x^2$
(23) <sup>y</sup> sin restricción $\ln P_t$	-5.454 (1.4)	-0.450 (12.0)	0.003 (7.9)	0.965 (8.4)		0.567 (8.1)		1.547 (4.3)		0.037 (2.4)		0.028 (2.4)		1.416			
(23) <sup>x</sup> con restricción	-9.006 (4.5)	-0.433 (12.3)	0.002 (8.5)	0.371 (8.5)		0.629 (14.5)		1.804 (7.4)		0.035 (2.2)		0.027 (2.2)		1.692		0.971 0.005	
(25) <sup>h</sup> sin restricción $\ln P_t$	-0.971 (0.3)	-0.291 (5.9)	0.001 (5.4)	0.253 (6.0)		0.302 (4.2)		0.593 (2.0)		0.449 (6.6)		0.020 (1.6)		0.016 (1.6)		0.217	
(25) <sup>y</sup> con restricción $\ln P_t$	-0.781 (0.4)	-0.282 (6.1)	0.001 (7.8)	0.252 (6.4)		0.298 (5.3)		0.580 (2.5)		0.450 (6.7)		0.020 (1.6)		0.016 (1.6)		0.180 0.000	
(26) <sup>y</sup> sin restricción $\ln P_t$	-7.086 (3.3)	-0.243 (5.7)	0.001 (4.7)	0.348 (10.2)	0.167 (3.3)	0.318 (5.3)	0.236 (6.4)	1.013 (4.3)	0.605 (3.3)	0.039 (3.7)		0.011 (3.7)		2.403			

Ecuación	$C$	$t$	$t^+$	$\ln W_t$	$\ln W_{t-1}$	$\ln P_t^E$	$\ln y_t^{AG}$	$\ln(1+R_t^a)$	$\ln P_{t-1}$	$D_{80}$	$R^2$	$R^2$	$ESR$	$DW Durbin$	Restricción
(26) <sup>a</sup>															
con restricción	-2.813	-0.347	0.002	0.529	0.223	0.267	0.181	1.000			0.404	0.035			
$\ln P_t$	(2.0)	(13.8)	(14.2)	(13.4)	(6.1)	(6.7)	(10.0)	(6.6)			(9.4)	(3.3)			
(26) <sup>b</sup>															
con restricción	-0.169	-0.379	0.002	0.575	0.291	0.188	0.146	0.912			0.437	0.040			
$\ln P_t$	(0.3)	(15.5)	(17.7)	(15.8)	(12.3)	(15.8)	(12.3)	(5.8)			(12.3)	(3.7)			

a Estadística  $t$  en paréntesis

b La restricción es:  $\alpha_3 + \alpha_5 = 1$  (coeficientes de  $\ln W_t$  y  $\ln P_t^E$ ).

c La restricción es:  $\alpha_3 + \alpha_5 = 1$  (coeficientes de  $-\ln W_t$  y  $\ln P_t^E$ ).

d La restricción es:  $\alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6 = 1$  (coeficientes de  $\ln W_{t-1}$  y  $\ln P_t^E$ ).

e La restricción es:  $\alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6 = 1$  ( $\alpha_3 = (2/3)(1-a)$ ,  $\alpha_4 = (2/3)a$ ,  $\alpha_5 = (1/3)(1-a)$ ,  $\alpha_6 = (1/3)a$ ).

f Estimación simultánea con la ecuación (32) de ingreso.

g Estimación simultánea con la ecuación (32) de ingreso y la restricción (b).

h Estimación simultánea con la ecuación (32) de ingreso.

i Estimación simultánea con la ecuación (32) de ingreso y la restricción (c).

j Estimación simultánea con la ecuación (32) de ingreso.

k Estimación simultánea con la ecuación (32) de ingreso y la restricción (d).

l Estimación simultánea con la ecuación (32) de ingreso y la restricción (e).

nadas empíricamente en este estudio, ya que algunas variables importantes como la tasa de ganancia, el cambio tecnológico o los cambios en la productividad no han sido incluidas específicamente.

La variable PIB agrícola rezagada un período resultó ser significativa en la ecuación (23), pero con signo contrario al esperado. En las ecuaciones (25) y (26) la variable obtuvo el signo esperado pero no es significativamente diferente de cero. Debido a esto se optó por volver a estimar los tres modelos excluyendo dicha variable. En cambio, la variable "dummy" para evaluar el impacto del impuesto al valor agregado IVA introducido en el primer trimestre de 1980 resultó ser significativa por lo menos al nivel de confianza del 5.0% en todos los modelos que se estimaron en forma simultánea con la ecuación (32) de ingreso. Su valor promedio es de 0.035, lo cual indica que el IVA añadió tres y medio puntos porcentuales a la inflación en ese período.

La ecuación estructural de precios (23) contiene en su especificación a todas las variables anteriormente mencionadas incluyendo además el nivel de salarios,  $\ln W_t$ , los precios externos corregidos por tipo de cambio,  $\ln p_i^E$  y el nivel de ingreso,  $\ln y_t$ . Los coeficientes estimados de las variables  $\ln W_t$  y  $\ln P_i^E$  son significativamente diferentes de cero al nivel de confianza del 1.0% tanto en las estimaciones de  $MC0$  como en las de  $MC3$ . La hipótesis nula sobre la restricción de que los coeficientes de estas variables deben sumar a la unidad, no pudo ser rechazada en ninguna estimación de la ecuación (23) sin restricciones. Sin embargo, la relación que guardan entre ellas es aproximadamente de uno a dos en favor de los precios externos, es decir difiere mucho de la razón que se esperaría en ausencia de bienes comerciables.<sup>18</sup> Por otra parte, el valor del coeficiente del ingreso fluctúa alrededor de 1.7, lo que parece también ser demasiado alto en relación a lo que se esperaría *a priori*.

En general, la estimación de las ecuaciones sujetas a restricciones produce estimadores más eficientes. Puede notarse también que el error estándar de la regresión disminuye aproximadamente en dos terceras partes con relación al error estándar estimado para la ecuación de precios clásica. La estadística Durbin-Watson es alrededor de dos en los modelos estimados por  $MC0$ , y aproximadamente 1.6 en los modelos estimados por  $MC3$ . No hay por lo tanto indicaciones de que la correlación seriada presente un peligro grave para la consistencia de los estimadores.

La ecuación (25) difiere de la (23) en que incluye una estructura de rezagos de tipo keynesiano, es decir una inercia en el ajuste de los precios que se traduce por un rezago de tipo Koyck. La prueba de hipótesis

<sup>18</sup> La prueba estadística sobre la hipótesis nula de que la razón de las elasticidades de  $\ln W_t$  a  $\ln P_i^E$  es igual a 2, es decir lo que se esperaría aproximadamente en ausencia de bienes comerciables, es rechazada a un nivel de confianza del 1.0%.

sobre la restricción de que la sumatoria de las elasticidades de largo plazo de  $\ln W$ , y  $\ln P^E_t$  es igual a la unidad, en cualquiera de las versiones estimadas de esta ecuación, no pudo ser rechazada debido a los valores calculados tan bajos para las estadísticas  $t$  y  $X^2$ . Las elasticidades de largo plazo de los salarios y precios externos para la ecuación (25)<sup>19</sup> son 0.458 y 0.542 respectivamente. Como puede apreciarse la importancia relativa de los salarios se acentuó en esta especificación keynesiana en comparación a la especificación estática de la ecuación (23)<sup>20</sup>. Sin embargo, la prueba estadística sobre la hipótesis nula de que la razón del coeficiente estimado en  $\ln W$ , a  $\ln P^E_t$  es igual a dos sigue siendo rechazada a un nivel de confianza del 5.0%. Nótese por otra parte que la elasticidad ingreso de largo plazo disminuye a 1.055, con relación a las obtenidas en las ecuaciones (23)<sup>21</sup> y (25)<sup>22</sup>, valor que está dentro del rango esperado. Todas las estadísticas Durbin h calculadas para las diferentes estimaciones de la ecuación indican la ausencia de correlación seriada. Finalmente, los errores estándar promedio en todas estas estimaciones son sistemáticamente menores que los de la ecuación (23).

La ecuación (26) presenta por su parte una estructura de rezagos asociados con la existencia de capital de trabajo. Se estima primero esta ecuación sin restricciones para verificar la adecuación de las hipótesis señaladas en la sección anterior sobre el valor de los coeficientes. Una prueba de hipótesis indica que la razón de las sumatorias de los salarios a los precios externos sigue siendo diferente de dos, valor que se esperaría en la ausencia de bienes comerciables. Debe notarse, sin embargo, que la discrepancia se ha atenuado con respecto a la ecuación (25) y aún más con la (23).<sup>19</sup>

Por otra parte, la suma de todos los coeficientes de salarios y precios externos no es significativamente diferente de uno, que es el valor esperado teóricamente por razones de homogeneidad. El coeficiente de la tasa de interés de 0.605, tampoco es significativamente diferente de su valor esperado de 0.430 a un nivel de confianza del 5.0%. Esta última cifra está dada por la suma de los coeficientes de salarios y precios externos rezagados un período. La hipótesis nula que engloba a todas estas restricciones y que se obtiene de la comparación de las ecuaciones estimadas con y sin restricciones, es evaluada con una estadística  $\chi^2$ , e indica también un amplio margen de no rechazo de la hipótesis nula. Finalmente, la elasticidad estimada para  $\ln Y$ , en estas ecuaciones fluctúa alrededor de uno, valor que es compatible con lo que se esperaba *a priori*. El error estándar estimado para las diferentes versiones de la

<sup>19</sup> Se estimó una ecuación de precios que forzara esta relación a dos, para checar su nivel general de adecuación a las series observadas. Como puede apreciarse en el cuadro 3, no se obtiene un resultado muy satisfactorio en cuanto a autocorrelación, la DW es de 1.4. Esto parece reforzar la hipótesis relativa a la existencia de bienes comerciables.

**Cuadro 4**  
**Estimación de las ecuaciones de ingreso: modelo estructural**  
(1961 - 81)

<i>Ecuación</i>	<i>C</i>	<i>t</i>	$\Delta \ln Y_{t-1}$	$\ln g_t$	$\ln m_t$	$\Delta \ln P_t$	$R^{-2}$	$R^2$	<i>ESR</i>	<i>DW</i>	<i>Durbin h</i>
(32)	7.059	0.039	0.511	0.059	0.185	0.103					
$\ln y_t$	(29.9) <sup>a</sup>	(7.5)	(3.8)	(1.2)	(8.4)	(1.1)	0.999	0.999	0.012	2.153	
(32) <sup>b</sup>	6.988	0.037	0.707	0.058	0.205	0.184					
$\ln y_t$	(34.6)	(8.6)	(5.5)	(1.8)	(9.8)	(5.6)			0.015	1.618	
(32) <sup>c</sup>	7.038	0.038	0.758	0.052	0.197	0.164					
$\ln y_t'$	(35.6)	(9.2)	(6.6)	(1.5)	(10.2)	(5.2)			0.014	1.829	
(32) <sup>d</sup>	7.140	0.043	0.484	0.042	0.169	0.006					
$\ln y_t$	(43.9)	(10.4)	(4.3)	(1.4)	(8.1)	(0.1)			0.010	2.215	
(32) <sup>e</sup>	7.137	0.043	0.481	0.042	0.169	0.006					
$\ln y_t$	(44.6)	(10.6)	(4.8)	(1.4)	(8.2)	(0.1)			0.010	2.208	
(32) <sup>f</sup>	7.012	0.039	0.501	0.069	0.181	0.070					
$\ln y_t$	(38.1)	(9.3)	(4.4)	(1.8)	(9.6)	(0.9)			0.010	2.141	

Ecuación	<i>C</i>	<i>t</i>	$\Delta \ln Y_{t-1}$	$\ln g_t$	$\ln m_t$	$\Delta \ln P_t$	$R^2$	$\bar{R}^2$	ESR	DW	Durbin <i>h</i>
(32) <sup>e</sup> $\ln y_t$	6.864 (41.0)	0.034 (9.0)	0.446 (4.5)	0.100 (3.2)	0.190 (11.2)	0.101 (1.6)			0.011	1.862	
(32) <sup>h</sup> $\ln y_t$	6.671 (42.3)	0.028 (8.7)	0.414 (4.1)	0.142 (5.3)	0.202 (11.4)	0.149 (2.5)			0.012	1.523	

<sup>a</sup> Estadística *t* en paréntesis.

<sup>b</sup> Estimación simultánea con la ecuación (23)<sup>f</sup> de precios.

<sup>c</sup> Estimación simultánea con la ecuación (23)<sup>g</sup> de precios.

<sup>d</sup> Estimación simultánea con la ecuación (25)<sup>h</sup> de precios.

<sup>e</sup> Estimación simultánea con la ecuación (25)<sup>i</sup> de precios.

<sup>f</sup> Estimación simultánea con la ecuación (26)<sup>j</sup> de precios.

<sup>g</sup> Estimación simultánea con la ecuación (26)<sup>k</sup> de precios.

<sup>h</sup> Estimación simultánea con la ecuación (26)<sup>l</sup> de precios.

ecuación (26) es sistemáticamente menor que el de cualquiera de las ecuaciones de precios, clásicas o estructuralistas, anteriormente descritas. Nótese que la estadística Durbin-Watson procedente de la estimación de la ecuación (26) en sus versiones restringidas cae en la región de indeterminación, por lo cual es posible que exista un cierto problema de correlación seriada de los errores. Este problema no parece ser muy grave, sin embargo, ya que los valores de la estadística están más cercanos al límite superior que implica el rechazo de la autocorrelación.

Pasando ahora a la ecuación de ingreso estructuralista, esta se estimó por  $MC_0$  y  $MC_3$ , los resultados se presentan en el cuadro 4. Todos los coeficientes estimados tienen siempre el signo correcto y son significativamente diferentes de cero a un nivel de confianza del 1.0%, excepto la inflación y el gasto público cuyos coeficientes no siempre son significativos. Sin embargo, si examinamos la ecuación de ingreso (32)<sup>g</sup>, estimada simultáneamente con la ecuación de precios más satisfactoria, (26)<sup>k</sup>, se aprecia que el gasto público es significativo al 1.0% y que la inflación lo es al 10.0%. La estadística DW en esta función es cercana a dos, lo cual es indicativo de una buena especificación de la función.<sup>20</sup> Finalmente, el cuadro 5 presenta las estimaciones de las ecuaciones de precios subjetivas o autoverificables. Como puede observarse la gran mayoría presenta problemas de estimación, ya sea por autocorrelación de los residuales o porque algunas variables no resultaron ser significativas.

#### 6. Pruebas sobre la especificación de los modelos

La evidencia presentada en la estimación de los modelos clásicos y estructuralistas parece indicar que la combinación de las ecuaciones (26)<sup>k</sup> y (32)<sup>g</sup> forma el bloque precios-ingreso más sólido debido a que el resultado de esta estimación es la que más se apegó a los postulados teóricos discutidos en la segunda parte de este estudio. Es conveniente notar en particular que la ecuación (26)<sup>k</sup> pasó satisfactoriamente las pruebas de hipótesis sobre las restricciones. A continuación se presentan pruebas estadísticas más formales para comparar la especificación de los diferentes modelos con el objeto de poder tener un criterio de decisión más completo con respecto a cuál es la mejor formulación, misma que será empleada en la cuarta parte de este estudio para hacer ejercicios de simulación. Las pruebas se llevan a cabo con las ecuaciones estimadas por  $MC_0$  sin restricciones. Esto se hizo por dos motivos; en pri-

<sup>20</sup> Nótese que el coeficiente del gasto público, del orden de 0.100, quizás sea un poco bajo, tomando en cuenta la participación del mismo en el producto que ha sido de 40.0% en promedio a lo largo del período considerado. Esto se debe probablemente a fenómenos de "crowding out" mediante los cuales el gasto público tiende a desplazar al privado, o también a una correlación muy elevada entre el gasto público y los saldos monetarios reales.

Cuadro 5

Estimación de ecuaciones de precios de expectativas autoverificables (1961-81)  
 Modelo de precios *ad hoc*

Ecuación	C	t	ln $W_t$	ln $P_t^E$	ln $M_t$	ln $I + R_t^g$	ln $P_{t-1}$	ln $P_{t-2}$	$R^2$	$\bar{R}^2$	ESR	DW	Durbin h.
(33) <sup>i</sup>	0.339	-0.065	1.347							0.982	0.980	0.098	1.332
ln $P_t$	(0.5) <sup>a</sup>	(4.2)	(11.2)										
(33) <sup>ii</sup>	0.091	-0.018	0.377							0.918	0.998	0.029	0.529
ln $P_t$	(0.5)	(3.1)	(4.8)							(13.1)			
(33) <sup>iii</sup>	-7.687	0.016	0.957							0.999	0.998	0.029	
ln $P_t$	(43.3)	(2.9)	(17.5)										
(33) <sup>iv</sup>	-2.838	0.007	0.341							0.992	0.991	0.065	0.830
ln $P_t$	(4.4)	(2.6)	(4.0)							(7.7)			
(33) <sup>v</sup>	-5.265	-0.169	1.492							0.715			
ln $P_t$	(10.4)	(3.3)	(5.4)							(7.7)			
(33) <sup>vi</sup>	0.151	0.046	-0.283							0.946	0.940	0.170	0.309
ln $P_t$	(6.5)	(2.8)	(2.5)							(18.6)			
(33) <sup>vii</sup>	0.346	0.006	-0.102	1.081									
ln $P_t$	(1.0)	(1.3)	(0.2)	(15.6)									
(34)	-3.234	-0.030	0.267	0.384	0.159	0.330	0.381						
ln $P_t$	(3.3)	(1.0)	(2.9)	(3.6)	(0.9)	(0.6)	(2.1)						
(35)	0.20								1.485	-0.406			
ln $P_t$	(1.4)								(6.6)	(1.6)	0.997	0.996	0.043
													1.952
													0.793

a/ Estadística t en paréntesis

mer lugar  $MC0$  se utilizó en la estimación de ambos modelos, mientras que el modelo clásico no pudo ser estimado por  $MC3$ . En segundo lugar, los modelos sin restricciones no difieren drásticamente de los modelos con restricciones y computacionalmente es más sencillo llevar a cabo las pruebas en el primer tipo de modelos.

Para llevar a cabo pruebas estadísticas sobre la especificación de los diferentes modelos se empleó la metodología propuesta por E. Davidson y J.G. MacKinnon (1981). Estas pruebas en su forma más simple comparan dos modelos lineales constituidos por uno o más regresores no comunes entre sí, para investigar si uno de ellos tiene la capacidad de explicar al otro y por lo tanto cuenta con una mejor especificación. La hipótesis nula:

$$H_0: Y_t = f(X_t, \beta) + \varepsilon_{0_t},$$

se compara con la hipótesis alternativa:

$$H_1: Y_t = g(Z_t, \gamma) + \varepsilon_{1_t},$$

para determinar cuál de las dos especificaciones es dominante, en el caso de que alguna de ellas lo fuese. En  $H_0$  y  $H_1$ ,  $Y_t$  representa un vector de  $n$  observaciones sobre la variable endógena y  $X_t$  y  $Z_t$  son dos matrices de  $n$  observaciones sobre  $k$  y  $l$  variables exógenas respectivamente. Las matrices  $X_t$  y  $Z_t$  contienen elementos no comunes, como ya se mencionó anteriormente, de tal forma que ninguna de las dos matrices está totalmente contenida dentro de la otra. Finalmente,  $\beta$  y  $\gamma$  son dos vectores de  $k$  y  $l$  parámetros a estimar para cada una de las hipótesis y se asume que los términos de error  $\varepsilon_{0_t}$  y  $\varepsilon_{1_t}$  están distribuidos como ruido blanco.

La prueba se lleva a cabo mediante la siguiente regresión:

$$Y_t = (1-\alpha)f(X_t, \beta) + \alpha\hat{g} + \varepsilon_t.$$

Aquí  $\hat{g} = g(Z, \gamma)$  es el valor estimado de la variable dependiente de la hipótesis alternativa. Si la hipótesis nula es verdadera, entonces el valor de  $\alpha$  debería ser igual a cero, de tal forma que se obtendría el modelo original. En caso contrario, se tendría que el modelo estimado de la hipótesis alternativa tiene algún poder de explicación sobre el modelo de la hipótesis nula.

El valor  $\alpha$  puede fluctuar entre cero y uno. El hecho de que este parámetro tome un valor unitario de manera asintótica no es indicativo de la veracidad de la hipótesis alternativa, ya que la estadística  $t$  calculada está condicionada a la veracidad de la hipótesis nula. Para poder hacer una prueba de hipótesis sobre  $H_1$  se debe invertir su papel con  $H_0$  y repe-

tir la estimación, de tal forma que las pruebas para comparar la especificación de los modelos se llevan a cabo por pares. Sin embargo, es conveniente reportar la estadística  $t$  para la prueba de hipótesis  $\alpha = 1$ , con el objeto de poder tener una idea del grado de dominación que ejerce  $H_1$  sobre  $H_0$ .

En el cuadro 6 se presentan las estadísticas  $t$  para llevar a cabo comparaciones entre las especificaciones de las ecuaciones de precios e ingreso de los modelos clásicos y estructuralistas, y las ecuaciones de precios *ad hoc*. Las pruebas hechas entre las ecuaciones de ingreso señalan que la ecuación estructuralista domina en términos generales a las ecuaciones clásicas con salarios endógenos, ecuaciones (11) y (13), ya que su estimador insertado en estas últimas resulta significativo al 1.0% con valor estimado no diferente de la unidad a un nivel de confianza del 5.0%. En cambio, en las estimaciones inversas, aunque los coeficientes de los estimadores de las ecuaciones (11) y (13) insertados en (32) resultan significativos, los valores de los coeficientes correspondientes son menores a la unidad a un nivel del 1.0%.

La comparación entre la ecuación clásica con salarios exógenos y la estructuralista, ecuaciones (12) y (32), resulta sin embargo, más controvertida, ya que ambas son significativas cuando sus estimadores respectivos se insertan en la otra ecuación, mientras que en ambos casos el coeficiente de los estimadores no es significativamente diferente de uno a un nivel de confianza del 5.0%. Las pruebas entre los modelos clásicos indican por su parte que las ecuaciones con salarios exógenos (8) y (12) dominan a las ecuaciones con salarios endógenos, con la ecuación (12) resultando con la especificación más fuerte de estas cuatro ecuaciones.

Pasando ahora a las ecuaciones de precios, las pruebas sobre la ecuación clásica demuestran que está dominada por las tres ecuaciones estructuralistas (23), (25) y (26), así como por los modelos *ad hoc* (34) y (35), cuyos estimadores son variables explicativas al 1.0%, con coeficientes no significativamente diferentes de la unidad al nivel de confianza del 5.0% en los cinco casos. En cambio, el estimador de la ecuación clásica no es significativamente diferente de cero al nivel de confianza del 5.0% cuando se inserta en las demás ecuaciones. La ecuación estructuralista que incluye capital de trabajo parece en cambio dominar a todas las demás, ya que su estimador es significativo al 1.0% en el resto de las ecuaciones, con valor estimado para dicha variable no significativamente diferente de la unidad al nivel de confianza del 5.0%. Por otra parte en todos los casos en que las demás ecuaciones se emplearon como regresores de la (26), los coeficientes estimados no resultaron ser significativamente diferentes de cero a un nivel del 5.0%. Asimismo, vale la pena hacer notar que la especificación de inercia basada sobre la existencia de capital de trabajo, (26), domina a la especificación alternativa basada sobre ajustes rezagados de precios, (25).

**Cuadro 6**  
**Pruebas sobre la especificación de los modelos**

$H_1$	(8)	(11)	(12)	(13)	(32)	(17)	(23)	(25)	(26)	(34)	(35)
$H_0$											
(8) $\ln y_t$	<i>a</i> <i>b</i>	1.47 1.31	.. ..	2.26 <sup>c</sup> 0.71	3.82 <sup>d</sup> 2.01 <sup>c</sup>						
(11) $\ln y_t$	3.05 <sup>d</sup> 0.63	4.02 <sup>d</sup> 0.00	.. ..	4.72 <sup>d</sup> 0.99							
(12) $\ln y_t$	.. ..	0.60 0.55	.. ..	1.09 1.19	3.19 <sup>d</sup> 1.37						
(13) $\ln y_t$	1.89 <sup>c</sup> 0.06	.. ..	2.10 <sup>c</sup> 0.64	3.73 <sup>d</sup> 1.36							
(32) $\ln y_t$	3.56 <sup>d</sup> 1.93 <sup>c</sup>	2.12 <sup>c</sup> 2.69 <sup>c</sup>	3.27 <sup>d</sup> 1.71	3.25 <sup>d</sup> 2.46 <sup>c</sup>							
(17) $\ln p_t$					13.23 <sup>d</sup> 0.87	19.74 <sup>d</sup> 0.01	26.19 <sup>d</sup> 1.59	13.52 <sup>d</sup> 0.08	8.52 <sup>d</sup> 0.88	8.52 <sup>d</sup> 1.61	
(23) $\ln p_t$						1.65	..	..	3.97 <sup>d</sup> 1.65	5.78 <sup>d</sup> 1.19 <sup>d</sup>	

$H_0$	$H_1$	(8)	(11)	(12)	(13)	(32)	(17)	(23)	(25)	(26)	(34)	(35)
(25) $\ln p_t$				0.74	..		10.48 <sup>d</sup>	..	3.10 <sup>d</sup>	0.19	1.81 <sup>c</sup>	
				10.48 <sup>d</sup>	..				0.85	2.17 <sup>c</sup>		2.46 <sup>c</sup>
(26) $\ln p_t$				1.62	..		10.94 <sup>d</sup>	..	1.26	1.42	0.91	
				10.94 <sup>d</sup>	..				1.34	1.64	4.07 <sup>d</sup>	
(34) $\ln p_t$				0.84	..	3.80 <sup>d</sup>	8.86 <sup>d</sup>	5.65 <sup>d</sup>	7.31 <sup>d</sup>	3.81 <sup>d</sup>		
				8.86 <sup>d</sup>	..	1.95 <sup>c</sup>		0.63	0.64		2.39 <sup>c</sup>	
(35) $\ln p_t$				1.27	..	11.85 <sup>d</sup>	4.29 <sup>d</sup>	16.30 <sup>d</sup>	19.99 <sup>d</sup>	8.50 <sup>d</sup>		
				4.29 <sup>d</sup>	..	3.60 <sup>d</sup>		0.47	0.38	0.29		

<sup>a</sup> Estadística  $t$  para la prueba de hipótesis  $\alpha = 0$ .

<sup>b</sup> Estadística  $t$  para la prueba de hipótesis  $\alpha = 1$ .

<sup>c</sup> Significativo al nivel de confianza del 5% (prueba de una cola).

<sup>d</sup> Significativo al nivel de confianza del 1% (prueba de una cola).

### 7. Pronósticos

Un criterio adicional en la evaluación de un modelo macroeconómico está dado por su capacidad de pronóstico. La comparación de las proyecciones de la inflación y el producto para 1982 obtenidas con las diferentes versiones de los modelos clásicos y estructuralistas complementa las pruebas estadísticas presentadas anteriormente en la tarea de elegir la formulación teórica que mejor represente y pronostique las principales variables económicas.

Para poder llevar a cabo pronósticos de la inflación y el producto es necesario integrar un conjunto de estimadores de las variables predeterminadas para 1982. Dichos estimadores se obtuvieron con información preliminar disponible en enero de 1983 y se presentan en la parte superior del cuadro 7. Existe un problema para determinar el tipo de cambio representativo del mercado a partir del primero de septiembre de 1982, derivado de la implantación del control generalizado de cambios. Por lo tanto se optó por tomar un promedio ponderado entre la paridad ordinaria de 70.00 pesos por dólar y el tipo de cambio libre cotizado principalmente en la frontera norte del país. El tipo de cambio obtenido mediante este procedimiento fue de 58.10 pesos por dólar en promedio para el año.<sup>21</sup> Nótese finalmente, que los valores preliminares observados para el crecimiento del producto y de los precios en 1982 fueron de -0.2% y 60.0% respectivamente.

Los pronósticos del modelo clásico se obtuvieron resolviendo simultáneamente cada una de las ecuaciones de ingreso con la ecuación (17') de precios. Se escogió esta última ecuación debido a que desde un punto de vista teórico su estimación resultó ser superior a la ecuación restringida (17').<sup>b</sup> Las cuatro soluciones del modelo clásico señalan una caída del ingreso con inflación alta, con excepción de la solución dada por la ecuación (13) de ingreso y la (17') de precios, la cual arroja una inflación inferior a la observada; véase la parte inferior del cuadro 7. Esta última solución es la que da la caída más atenuada del producto en relación a las otras tres que llegan a señalar crecimientos negativos hasta del 5.1%. Finalmente, es conveniente notar que aunque la obtención de los pronósticos se hizo en forma simultánea, la estimación de cada una de las ecuaciones se llevó a cabo en forma individual por *MC0*, debido a los problemas técnicos de convergencia del algoritmo de solución de *MC3*.

Por lo que respecta a las proyecciones de los modelos estructuralistas, las más realistas corresponden a la formulación keynesiana, ecuaciones (25)<sup>i</sup> y (32)<sup>e</sup>, y al modelo estructuralista con capital de trabajo, ecuaciones (26)<sup>k</sup> y (32)<sup>g</sup>. El modelo estructuralista estático, ecuaciones

<sup>21</sup> Este tipo de cambio también es utilizado por el modelo DIEMEX-WHARTON en sus proyecciones para 1982.

Cuadro 7

**Pronósticos de inflación e ingreso para 1982  
con los modelos clásicos y estructuralistas**

Supuestos de *crecimiento* de las variables exógenas (%)

	$P_t^E$						
1982	$M_t$ 39.4	$PW_t$ 6.0		$TC_t$ 137.0	$R_t^a$ 80.0	$W_t$ 46.4	$G_t$ 52.2
Pronósticos del ingreso y los precios (tasas de crecimiento %)							
	Ecuación						
Ingreso	(11)	(13)	(8)	(12)	(32) <sup>c</sup>	(32) <sup>e</sup>	(32) <sup>g</sup>
	-4.7	-1.5	-5.1	-3.7	2.2	0.9	1.3
	Ecuación						
Precios	(17')	(17')	(17')	(17')	(23) <sup>g</sup>	(25) <sup>i</sup>	(26) <sup>k</sup>
	73.3	50.6	76.2	66.1	97.3	61.8	66.5
	(26) <sup>l</sup>						

(23)<sup>g</sup> y (32)<sup>c</sup>, genera proyecciones que están muy por arriba de los valores observados para el ingreso y la inflación. Individualmente, la solución del modelo keynesiano tiene una mejor proyección de inflación mientras que el modelo estructuralista con capital de trabajo tiene una proyección del ingreso ligeramente superior. En conjunto puede apreciarse que las proyecciones de los modelos estructuralistas son más realistas que las de los modelos clásicos, bajo los mismos supuestos de crecimiento de las variables predeterminadas.

#### IV. Causas y perspectivas inmediatas de la crisis

##### 1. Un análisis de impulsos.

El modelo estructuralista con capital de trabajo, es el que en general, se ajusta mejor a la información y posible estructura de la economía. Por lo tanto, fue seleccionado para llevar a cabo algunos ejercicios de análisis sobre la crisis actual, sus causas y perspectivas inmediatas.

El primero de estos experimentos parte de la ecuación de precios (26)<sup>k</sup> escrita en primeras diferencias.

$$[0.329(\Delta \ln W_t - \Delta \ln P_t) + 0.223(\Delta \ln W_{t-1} - \Delta \ln P_{t-1})] + [0.267(\Delta \ln P_t^E - \Delta \ln P_t) + 0.181(\Delta \ln P_{t-1}^E - \Delta \ln P_{t-1})] + 0.404[\Delta \ln(1 + R_t^a) - \Delta^2 \ln P_t] + [1.000 - \Delta \ln y_t - 0.347 + 0.002(2t-1)] + [0.035 D_{80}] + \varepsilon = 0. \quad (36)$$

Aquí  $\varepsilon$  es un término de error compuesto que recoge las discrepancias generadas en la expresión debido a que las primeras diferencias se tomaron con el valor observado de los precios y el producto y no con los valores estimados.<sup>22</sup> Si se hubiese hecho esto último, el valor de  $\varepsilon$  sería igual a cero, y el resto de los términos de la ecuación se cancelarían entre sí. Los componentes que son positivos en un período determinado pueden por lo tanto interpretarse como impulsos positivos al proceso inflacionario, y los negativos como elemento de amortiguación. De esta forma se puede obtener una imagen bastante clara de las causas de la inflación.

Es necesario, sin embargo, tener cierto cuidado con esta interpretación. Primero, cuando se presentan aumentos simultáneos en todos los costos y el dinero, que no alteran por lo tanto al ingreso, se origina una burbuja inflacionaria cuya causa real no es posible detectar. Este es el problema de contemporaneidad que aparece frecuentemente en los análisis usuales de causalidad sobre series de tiempo. Además, existe aquí un problema adicional, porque la inflación es causada por una discrepancia en una suma de términos. Es por lo tanto delicado atribuir un papel causal a un componente de esta suma en particular. Cambios al margen, como los que se están analizando en la ecuación (36), pueden dar algunas indicaciones para ubicar el origen del proceso. Sin embargo, con este enfoque se requiere tener cierta cautela, porque un cambio en uno de los términos puede no causar inflación si otro término fluctúa en sentido inverso. También, puede no ser culpable por la inflación que surgiría si el otro término que debía en principio ajustarse en sentido inverso no lo hizo, asimismo, no sería tampoco factor causal si un tercer término se eleva simultáneamente en forma sorpresiva.

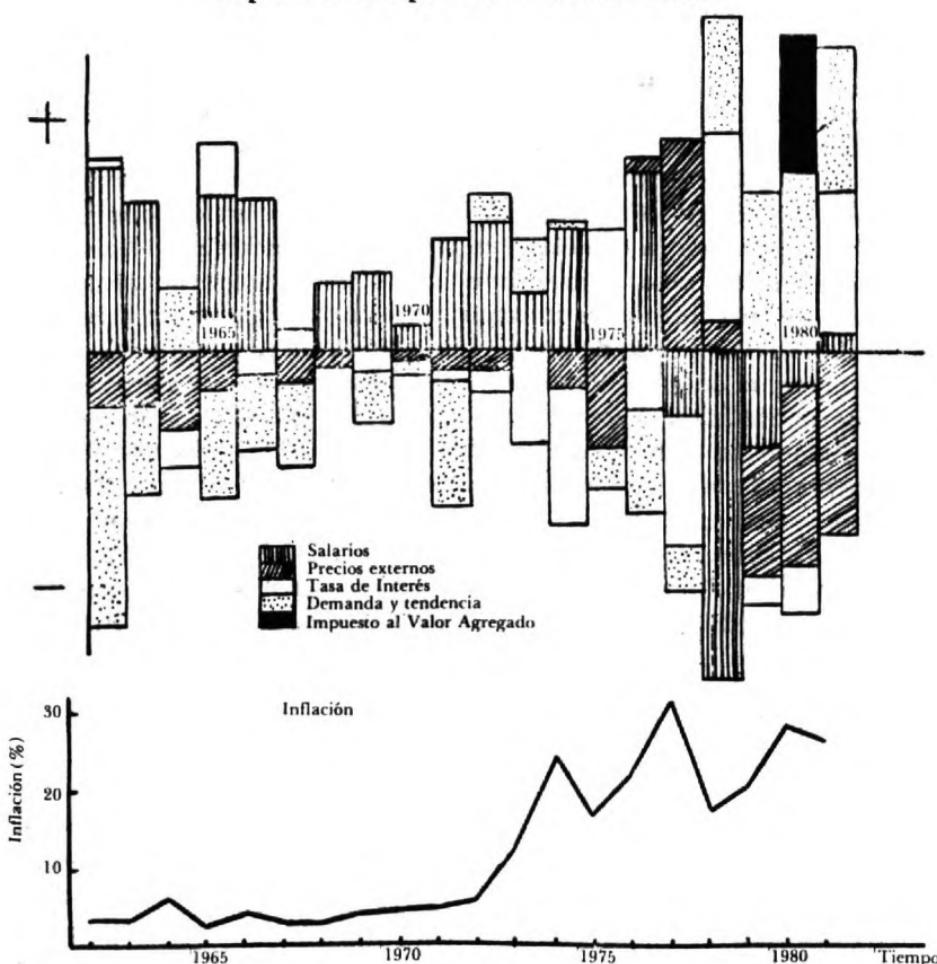
El análisis de causalidad se enfrenta aquí a un problema cuya solución requiere de algunos criterios adicionales, por ejemplo, juicios de valor o trayectorias óptimas derivadas de la maximización de una función social de bienestar. Las derivaciones a partir de estas trayectorias podrían entonces señalar a las variables culpables de la generación del proceso inflacionario en algún sentido más objetivo.

Sin perder de vista estas advertencias, se examinan ahora los resultados presentados en la gráfica 1. Los factores de demanda, aparecen como responsables principales de las burbujas inflacionarias de 1964, 1972-74 y 1978-81.<sup>23</sup> Los salarios crecieron en términos reales en la mayor parte del período en estudio; sin embargo, la inflación se mantuvo

<sup>22</sup> La estimación del modelo por MC3 utiliza variables aproximadas para  $\ln P_t$  y  $\ln y_t$ , provenientes de los valores estimados de dichas variables a partir de sus formas reducidas.

<sup>23</sup> Los términos de tendencia, así como el producto, se incluyen como factores de demanda, esto es con el propósito de relacionar los niveles actuales de actividad económica con los potenciales.

**Gráfica 1**  
**Impulsos del proceso inflacionario**



bajo control hasta 1973. Esto obedece a que el resto de los componentes del proceso inflacionario participaron, en su mayoría, como factores de amortiguación. A partir de la crisis de 1976, se siguieron políticas salariales muy estrictas que ocasionaron que esta variable funcionara como un freno a la inflación. No fue hasta 1981 que esta tendencia se invirtió. Los precios externos, a través de su componente tipo de cambio, son los causantes evidentes de la burbuja post-devaluatoria de 1976-78. Es conveniente mencionar, también, que esta variable invirtió su tendencia en 1979-81 contribuyendo a amortiguar el proceso inflacionario que estaba nuevamente en gestación. La sobrevaluación resultante del peso aunque pudo haber sido efectiva para reducir las presiones inflacionarias inme-

diatas, agravó substancialmente la situación en el más largo plazo, conduciendo a los reajustes brutales del tipo de cambio ocurridos en 1982, y a las tasas de inflación sin precedente que el país padece en la actualidad.

La tasa de interés también parece haber funcionado como elemento amortiguador de la inflación en la mayor parte del período estudiado. Sin embargo, muestra contribuciones apreciables al proceso inflacionario en 1978 y 1981. Aquí, es conveniente notar que los movimientos de la tasa de interés en los años mencionados, particularmente en 1981, fueron inducidas por la explosión en las tasas de interés mundiales y la sobrevaluación del peso. Esto último trajo como consecuencia fugas de capitales que las autoridades monetarias trataron de parar a través de la manipulación de las tasas de interés sobre depósitos denominados en pesos. También, la dolarización observada en el sistema financiero restringió la oferta crediticia en pesos, lo cual contribuyó a reforzar la tendencia al alza en la tasa de interés. De modo que las tasas de interés difícilmente pueden considerarse responsables directas de la inflación, puesto que su comportamiento fue condicionado en forma casi automática por las inconsistencias que existieron alrededor de las políticas fiscales y cambiarias. Antes de concluir este análisis, nótese finalmente que la introducción del IVA en el primer trimestre de 1980, jugó un papel importante en el proceso inflacionario, con una contribución ligeramente menor que los factores de demanda para ese mismo año.

## 2. Ejercicios de simulación para el sexenio 1977-1982

Se realizaron finalmente algunos ejercicios de simulación del proceso inflacionario dentro y fuera del período muestral. Para llevar a cabo estas simulaciones en forma sistemática, se supuso un cierto nivel de indexación de los instrumentos de política sobre la inflación contemporánea. De esta forma, puede estudiarse el comportamiento de los precios bajo diferentes escenarios de política económica.

Computacionalmente la indexación de los instrumentos puede expresarse como:

$$\ln W_t = \ln W_{t-1} + \lambda (\ln P_t - \ln P_{t-1}), \quad (37)$$

$$\ln P_t^E = \ln P_{t-1}^E + \mu (\ln P_t - \ln P_{t-1}), \quad (38)$$

y:

$$\ln(1 + R_t^a) = \nu (\ln P_t - \ln P_{t-1}). \quad (39)$$

Sustituyendo (37), (38) y (39) en la ecuación (26)<sup>24</sup> se obtiene la siguiente expresión:

$$\ln P_t = \frac{1}{A} \left[ \alpha_0 + \alpha_1 t + \alpha_2 t^2 + (\alpha_3 + \alpha_4) \ln W_{t-1} + (\alpha_5 + \alpha_6) \ln P_{t-1} + \alpha_7 \ln y_t - (\alpha_3 \lambda + \alpha_5 \mu + \alpha_8 \nu) \ln P_{t-1} \right], \quad (40)$$

$$A = \frac{1}{1 - \alpha_3 \lambda - \alpha_5 \mu - \alpha_8 \nu}.$$

Las simulaciones se llevan a cabo sobre la expresión (40) suponiendo valores en el intervalo [0, 1] para  $\lambda, \mu$  y  $\nu$ , y un cierto nivel de crecimiento económico. Un valor unitario del parámetro significa indexación perfecta de la variable a la inflación, mientras que un valor de cero indica que el valor de la variable se mantiene constante, con el valor observado al tiempo  $t-1$ , a lo largo de la simulación.

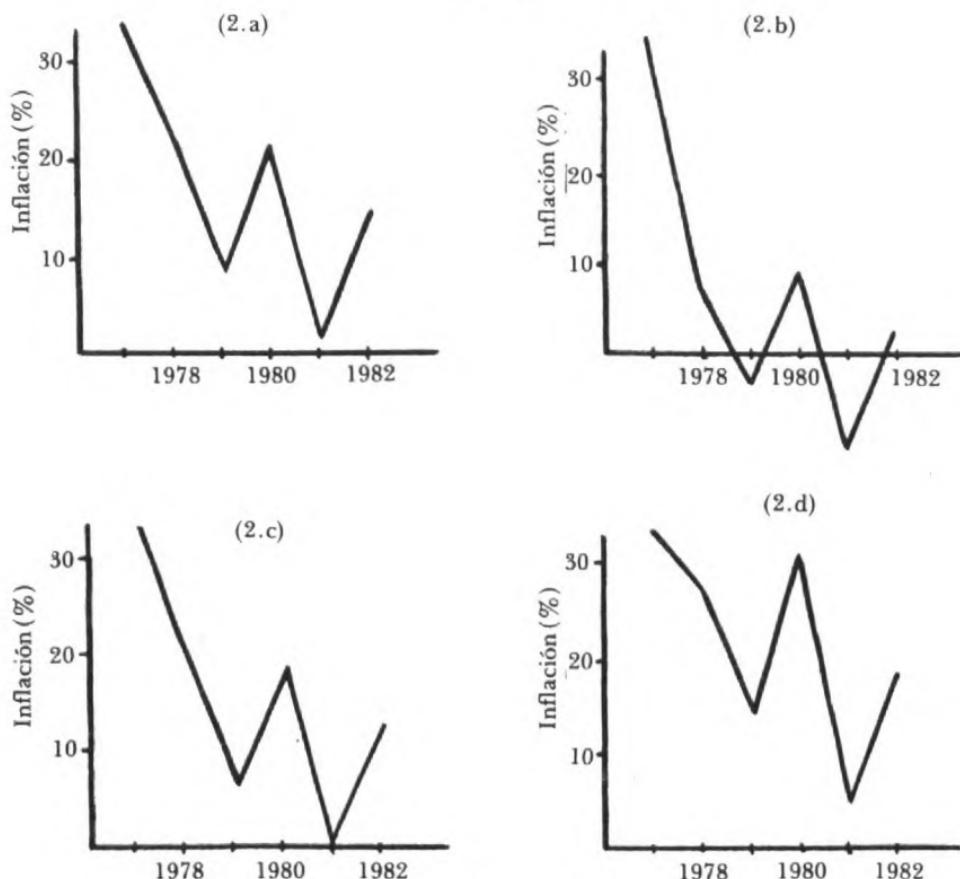
Las simulaciones para el período 1977-82 se presentan en la gráfica 2. El cuadro 8 presenta los supuestos que se emplearon en cada simulación, reportando las variaciones en términos reales del salario y el tipo de cambio. Todas las simulaciones suponen que la tasa de interés activa está indexada al 66.7% de la inflación observada en cada año. Este crecimiento corresponde a la proporción de la variación promedio de la tasa de interés activa respecto a la tasa de inflación. Sin embargo, es conveniente notar que mientras que la inflación observó un patrón de crecimiento estable, la tasa de interés creció exponencialmente.<sup>24</sup>

La simulación (2.a) supone un salario real de equilibrio con tipo de cambio constante al nivel de 1977 y crecimiento económico de 3.3% en 1977 y 8.0% para 1978-82. Este escenario es similar a las condiciones que prevalecieron en México durante el período, con excepción de las devaluaciones de 1982. La trayectoria de los precios en la simulación es bastante parecida a lo que ocurrió en la realidad, con excepción del último año, en que resulta considerablemente subestimada ya que no se considera ninguna modificación en el tipo de cambio. Esto último origina una sobrevaluación acumulada del peso de 83.7%.

La simulación (2.b) presenta el mismo escenario que la (2.a), pero con un crecimiento económico de solamente 2.6% en el período 1978-82. En este caso, la inflación baja a 6.6% en 1978, manteniéndose cer-

<sup>24</sup> Esto implica que en los primeros años de la simulación la tasa de interés tiene un sesgo negativo, invirtiéndose dicha tendencia para los últimos años.

**Gráfica 2**  
**Simulaciones del comportamiento de los precios**  
**(1977-82)**



cana a cero en promedio para el resto del período. La sobrevaluación acumulada del peso alcanza solamente 2.3% en 1982.

La simulación (2.c) considera nuevamente un crecimiento económico de 8.0% para 1978-82, pero con salario nominal constante y tipo de cambio real de equilibrio. La inflación tiende a abatirse a lo largo del tiempo con excepción de 1980 debido a la introducción de IVA. El costo, sin embargo, es una caída acumulada de 39.4% en el salario real en 1982.

Finalmente, la cuarta simulación considera que los salarios y el tipo de cambio están indexados al 66.7% de la inflación con un crecimiento económico de 8.0% en el período 1978-82. El comportamiento de los precios aquí, es similar al de la simulación (2.a), pero con valores siste-

Cuadro 8

Evolución de los instrumentos de política en las simulaciones del período 1977-82 (gráfica 2<sup>a</sup>)

Simulación		Salario <sup>b</sup> (%)	Tipo de Cambio (%)	Crecimiento del Producto (%)
2.a	1977	0.0	0.0	3.3
	1978	0.0	21.1	8.0
	1979	0.0	31.3	8.0
	1980	0.0	59.1	8.0
	1981	0.0	61.1	8.0
	1982	0.0	83.7	8.0
2.b	1977	0.0	0.0	3.3
	1978	0.0	6.6	2.6
	1979	0.0	3.2	2.6
	1980	0.0	11.5	2.6
	1981	0.0	0.6	2.6
	1982	0.0	2.3	2.6
2.c	1977	0.0	0.0	3.3
	1978	-15.3	0.0	8.0
	1979	-20.0	0.0	8.0
	1980	-32.1	0.0	8.0
	1981	-32.0	0.0	8.0
	1982	-39.4	0.0	8.0
2.d	1977	0.0	0.0	3.3
	1978	-7.4	8.0	8.0
	1979	-11.2	12.6	8.0
	1980	-18.0	22.0	8.0
	1981	-19.2	23.7	8.0
	1982	-23.4	30.5	8.0

<sup>a</sup> Todas las simulaciones suponen que la tasa de interés activa está indexada al 66.7% de la inflación observada cada año. La simulación (2.a) supone salario real de equilibrio y tipo de cambio nominal constante con crecimiento económico de 8.0% a partir de 1978. La simulación (2.b) es semejante a la (2.a), pero con crecimiento económico de 2.6% a partir de 1978. La simulación (2.c) supone salario nominal constante y tipo de cambio real de equilibrio con crecimiento económico de 8.0% a partir de 1978. Finalmente, la simulación (2.d) supone salarios y tipo de cambio indexados al 66.7% con crecimiento económico similar al de la simulación (2.C).

<sup>b</sup> Las variaciones en los salarios y tipo de cambio están expresadas en términos reales.

máticamente mayores. El costo de esta política está dado por una caída de 23.4% en el salario real y una sobrevaluación del peso de 30.5%.

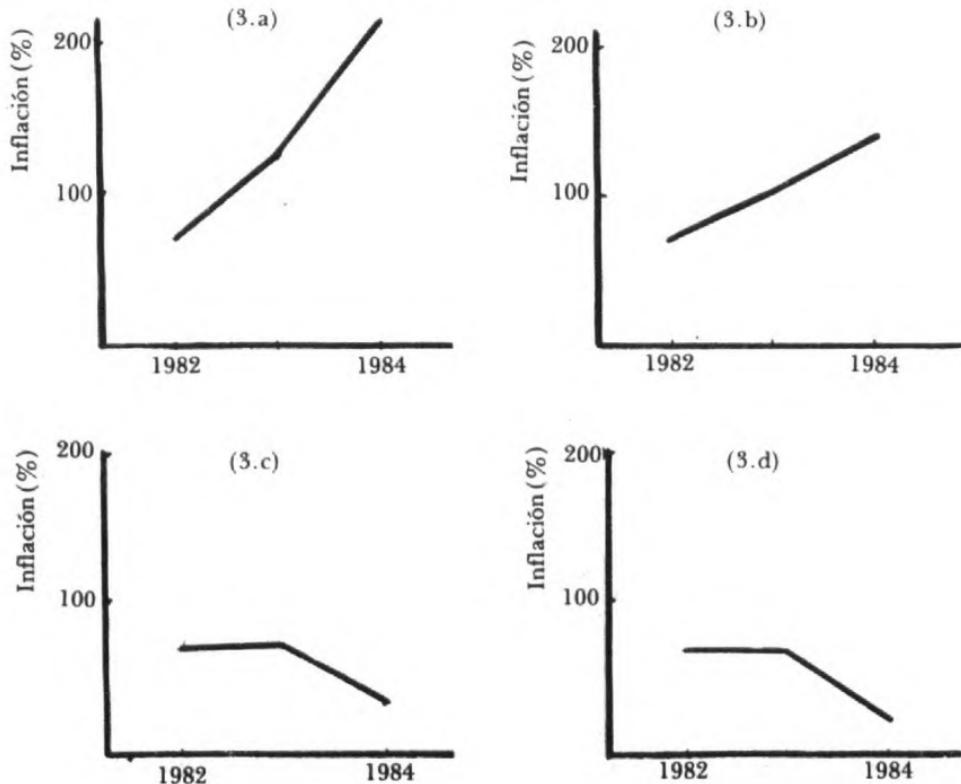
Este primer grupo de simulaciones es bastante ilustrativo de la problemática por la que atravesó la economía mexicana, ya que no era posible crecer tan rápido sin generar inflación, una sobrevaluación del

peso o drásticas reducciones en el salario real. Si se hubiesen querido evitar todos estos problemas, las tasas de crecimiento para el período deberían haber sido mucho más bajas, probablemente del orden de la mitad de sus valores observados, tal y como se vio en la simulación (2.b).

### 3. Ejercicios de simulación para el período 1982-84

Se llevaron a cabo también simulaciones para el período 1982-84 con el propósito de evaluar el impacto inflacionario de varios escenarios de política económica. En todas las simulaciones se consideró una tasa de interés activa indexada al 66.7%, un crecimiento económico de 0.7% en 1982 y un tipo de cambio de 135 pesos por dólar en 1983.<sup>25</sup> Los resultados se presentan en la gráfica 3 y el cuadro 9.

**Gráfica 3**  
**Simulaciones del comportamiento de los precios**  
**(1982-84)**



<sup>25</sup> Esto implica una devaluación promedio en el año de 132.4%.

Cuadro 9

Evolución de los instrumentos de política en las simulaciones del período 1982-84 (gráfica 3<sup>a</sup>)

Simulación	Salario <sup>b</sup> (%)	Tipo de Cambio (%)	Crecimiento del Producto (%)
3.a 1982	0.0	0.0	0.7
1983	0.0	-9.0	5.0
1984	0.0	-9.0	5.0
3.b 1982	0.0	0.0	0.7
1983	0.0	-19.0	0.0
1984	0.0	-19.0	0.0
3.c 1982	0.0	0.0	0.7
1983	-16.4	-30.5	0.0
1984	-23.0	-24.5	0.0
3.d 1982	0.0	0.0	0.7
1983	-29.4	-31.6	5.0
1984	-37.3	-23.0	5.0

<sup>a</sup> Todas las simulaciones suponen que la tasa de interés activa está indexada al 66.7% de la inflación observada cada año. Las simulaciones (3.a) y (3.d) suponen un crecimiento del producto de 0.7% en 1982 y 5.0% en los dos años siguientes. Las simulaciones (3.b) y (3.c) suponen un crecimiento nulo en 1983-84. Las simulaciones (3.a) y (3.b) suponen salarios y tipo de cambio completamente indexados a la inflación. La simulación (3.c) contempla una indexación de 66.7% de los salarios y el tipo de cambio. Finalmente, la simulación (3.d) se lleva a cabo con una indexación de 33.3% sobre los salarios y el tipo de cambio.

<sup>b</sup> Las variaciones en los salarios y el tipo de cambio están expresadas en términos reales.

La simulación (3.a) supone un crecimiento económico acelerado en 1983-84, con salarios y tipo de cambio indexados al 100.0%. En este caso, la inflación se acelera pasando de 68.4% en 1982 a 225.0% en 1984. El tipo de cambio que mostraba una subvaluación de 9.0% en 1983 se mantiene constante en 1984 debido a la indexación.

La simulación (3.b) emplea los mismos supuestos que la (3.a), pero con crecimiento nulo en 1983-84. Este escenario es más realista por la restricción de crecimiento que existe actualmente en la economía, dividiendo únicamente en la política salarial. Aquí, la inflación alcanza niveles que son ligeramente superiores a la mitad de los observados en el ejercicio anterior. Consecuentemente, la subvaluación del peso en 1983 y 1984 es mayor.

La simulación (3.c) continúa con crecimiento económico nulo e indexación de 66.7% en los salarios y el tipo de cambio. Este escenario luce compatible con las políticas gubernamentales propuestas para 1983. La

inflación pasa de 68.4% en 1982 a 71.2% en 1983, para después caer a 28.1% en 1984. La subvaluación del peso alcanza 30.5% en 1983 debido a la fuerte devaluación observada en ese mismo año, y la caída acumulada en el salario real llega a ser de 23.0% en 1984.

Finalmente, la última simulación regresa al patrón de crecimiento de 5.0% del producto, pero considera una indexación de tan sólo 33.3% en los salarios y el tipo de cambio. Bajo estas condiciones la inflación permanece prácticamente constante en 1983 pasando a 19.4% en 1984. Este patrón es muy similar al observado en el ejercicio anterior. La subvaluación del peso alcanza 31.6% en 1983, y la caída acumulada en el salario real llega a ser de 37.3% en 1984.

Este último grupo de simulaciones muestra que si los únicos instrumentos de política bajo control gubernamental son los salarios y el producto,<sup>26</sup> la inflación sólo podría controlarse rápidamente a expensas de una drástica caída en el salario real, aun en el caso de crecimiento económico nulo. También sugieren la existencia crucial de un intercambio entre crecimiento del producto, y por lo tanto generación de empleos, y los salarios reales.

## V. Especificación, estimación y pronósticos del modelo completo

### 1. Especificación completa del modelo

El cuadro 10 presenta la especificación teórica completa del modelo macroeconómico de la economía mexicana. El bloque ingreso-precios corresponde al modelo keynesiano-estructuralista, K-III. Este bloque se complementa con el de balanza de pagos y el de la restricción-presupuestal del sector público para integrar un modelo cerrado de la economía mexicana. Las variables endógenas son: el nivel de precios,  $p_t$ , el PIB real,  $y_t$ , las importaciones del sector privado,  $I_t$ , las exportaciones del sector privado,  $X_t$ ,<sup>27</sup> la demanda de billetes y monedas,  $BM_t$ , el endeudamiento neto externo del sector público,  $\Delta DPUN_t$ , y el agregado monetario M4,  $M_t$ .<sup>28</sup> El modelo consta de 5 ecuaciones de comportamiento; (41), (42), (43), (44) y (46), y dos identidades; (45) y (47).

<sup>26</sup> Esto se debe a que pueden existir otros instrumentos de política o elementos de ajuste como los márgenes de ganancia y la productividad respectivamente, pero que no están considerados explícitamente en el modelo.

<sup>27</sup> En la especificación las variables intervienen en términos reales, deflactadas por el índice de precios al productor en los Estados Unidos,  $PW_t$ .

<sup>28</sup> Las variables de las ecuaciones de comportamiento están dadas en logaritmos naturales.

Las ecuaciones (41) y (42) corresponden al bloque keynesiano-estructuralista, K-III, estudiado con anterioridad. La ecuación (43) señala que las importaciones reales del sector privado son función de dos términos de tendencia, uno lineal y otro cuadrático respectivamente, el nivel doméstico de actividad económica, aproximado por el PIB real, y los precios relativos,  $P_t/P_t^E$ . La ecuación (44) especifica que las exportaciones reales del sector privado son función de dos términos de tendencia, al igual que en el caso anterior, el nivel de actividad económica externo, aproximado por el PIB real en los Estados Unidos,  $y_t^{EU}$ , y los precios relativos. En este caso, pruebas preliminares indicaron que era conveniente separar los tres componentes de los precios relativos, es decir, los precios internos,  $P_t$ , los externos,  $PW_t$ , y el tipo de cambio,  $TC_t$ .<sup>29</sup>

El bloque de balanza de pagos se complementa con la identidad (45), la cual da el endeudamiento neto del sector público como función del déficit comercial del sector privado, y otra variable que contiene el resto de las variables exógenas de la balanza. Entre las variables exógenas se tienen el déficit comercial del sector público,  $I_t^{PU} - X_t^{PU}$ , el resto de la cuenta corriente,  $RCC_t$ , y los flujos de capital del sector privado incluyendo errores y omisiones,  $\Delta DPR_t$ . Estas variables se consideraron exógenas ya que en algunos casos representan variables de política, como el déficit comercial del sector público, y en otros no es posible encontrar relaciones estables del comportamiento de la variable debido a su patrón de comportamiento tan irregular, como los flujos de capital del sector privado.

La ecuación (46) pertenece al bloque restricción presupuestal del sector público y relaciona la demanda real por billetes y monedas con la tasa de interés activa,  $R_t^a$ , la tasa de interés pasiva sobre depósitos líquidos,  $R_t^L$ , el encaje legal,  $E_t$ , el agregado monetario M4 real,  $M_t/P_t = m_t$ , y la tasa de inflación,  $\Delta P_t$ .<sup>30</sup> Este bloque se cierra con la identidad (47) que da el acervo mensual promedio de  $M_t$  como función de un rezago de la misma variable, el acervo mensual promedio de los billetes y monedas multiplicado por un coeficiente función del encaje legal, el endeudamiento neto del sector público convertido a pesos y dividido entre el encaje legal, y otra variable,  $OTROS B_t$ , que engloba el resto de las variables exógenas del sector. Estas variables son: el déficit presupuestal del sector público,  $(G - T)_t$ , el déficit de los organismos no controlados,  $(G - T)_t^{ONC}$ , la variación en la captación de la banca nacional,  $\Delta CBN_t$ , la variación en la tenencia de valores gubernamentales, CETES y petrobones principalmente, por el público y la banca nacionalizada y mixta,

<sup>29</sup> Una justificación de este procedimiento puede encontrarse en Leamer y Stern (1970), pág. 10.

<sup>30</sup> Para la derivación teórica de la ecuación véase el Apéndice C.

**Cuadro 10**  
**Especificación completa del modelo**

Bloque precios-ingreso

$$\ln P_t = \alpha_{10} + \alpha_{11}t + \alpha_{12}t^2 + \alpha_{13}(1 - \alpha_{14})\ln W_t + \alpha_{15}\alpha_{14}\ln W_{t-1} + (1 - \alpha_{13})$$

$$(1 - \alpha_{14})\ln P_t^E$$

$$+ (1 - \alpha_{13})\alpha_{14}\ln P_{t-1}^E + \alpha_{14}\ln(1 + R_t^e) + \alpha_{15}\ln Y_t + \alpha_{16}D_{80}.$$

$$\ln y_t = \alpha_{20} + \alpha_{21}t + \alpha_{22}\triangle\ln y_{t-1} + \alpha_{23}\ln g_t + \alpha_{24}\ln m_t + \alpha_{25}\Delta\ln P_t.$$

Bloque balanza de pagos

$$\ln \frac{I_t}{PW_t} = \alpha_{30} + \alpha_{31}t + \alpha_{32}t^2 + \alpha_{33}\ln y_t + \alpha_{34}\ln(P_t/P_t^E). \quad \dots (43)$$

$$\ln \frac{X_t}{PW_t} = \alpha_{40} + \alpha_{41}t + \alpha_{42}t^2 + \alpha_{43}\ln y_t^{EU} + \alpha_{44}\ln P_t + \alpha_{45}\ln PW_t + \alpha_{46}\ln TC_t$$

$$+ \alpha_{47}D_{64-65}.$$

Identidades contables.

$$\Delta RI_t = X_t - I_t + X_t^{PU} - I_t^{PU} \pm RCC_t + \Delta DPU_t + \Delta DPR_t \quad \dots (45)$$

$$\Delta DPU_t - \Delta RI_t = \Delta DPU/N_t = I_t - X_t + OTROS\overline{A}_t$$

$$OTROS\overline{A}_t = I_t^{PU} - X_t^{PU} \pm RCC_t - \Delta DPR_t$$

Bloque restricción presupuestal del sector público

$$\ln \frac{BM_t}{P_t} = \alpha_{50} + \alpha_{51} \ln(1+R_t^e) + \alpha_{52} \ln(1+R_t^L) + \alpha_{53} \ln(1+E_t) + \alpha_{54} \ln m_t + \dots \quad (46)$$

$$\frac{BM_t}{\Delta \ln P_t}$$

$$\alpha_{65} \Delta \ln P_t$$

Identidades contables

$$\Delta M_t = \Delta BM_t + \Delta C_t + \Delta CBN_t \quad \text{donde} \quad \Delta C_t = \Delta M_t - \Delta BM_t - \Delta CBN_t$$

$$(G-T)_t = \Delta BM_t + E_t \Delta C_t + (TC_t) (\Delta DPUN_t) + \Delta VG_t + \Delta FBPR_t - (G-T)^{ONC}_t$$

Sustituyendo  $\Delta C_t$  en  $(G-T)_t$  y despejando  $M_t$ :

$$M_t = M_{t-1} - \frac{(1-E_t)}{E_t} BM_t - \frac{TC_t}{E_t} \Delta DPUN_t + \frac{(G-T)}{E_t} t + OTROS\ B_t \quad \dots \quad (47)$$

$$OTROS\ B_t = \frac{(1-E_t)}{E_t} BM_{t-1} + \frac{(G-T)^{ONC}_t}{E_t} + \Delta CBN_t - \frac{\Delta VG_t}{E_t} - \frac{\Delta FBPR_t}{E_t}$$

$\Delta VG_t$ , y el cambio en el financiamiento de la banca nacionalizada y mixta al sector público,  $\Delta FBPR_t$ .

## 2. Estimación

La metodología adecuada para la estimación de un modelo como el especificado en la sección V-a es la técnica de información completa máxima verosimilitud, ICMV. Para la aplicación de esta técnica es necesario en primera instancia linealizar logarítmicamente las identidades (45) y (47), dado que en la estimación las identidades deben cumplirse, y el modelo está dado en logarítmos. Para poder llevar a cabo esta operación se obtuvieron regresiones en forma logarítmica para cada una de las identidades del modelo. Adicionalmente se incorporaron en las regresiones dos términos de tendencia; uno lineal y otro cuadrático, para poder capturar posibles tendencias en la evolución de las variables.<sup>31</sup> La ventaja de este método es que genera una variable adicional, dada por los errores estimados en las ecuaciones, que hace que las identidades en los valores observados de las variables se cumplan exactamente. Esta nueva variable tiene la ventaja de tener un valor esperado de cero, facilitando así el llevar a cabo pronósticos con el modelo.

Después de llevar a cabo varios intentos de estimación del modelo por ICMV, se encontró que el algoritmo de solución de TSP no convergía por estar iterando sobre una porción plana de la función de verosimilitud.<sup>32</sup> Se optó entonces por estimar las cinco ecuaciones de comportamiento del modelo por MC3.

La estimación simultánea del modelo por MC3 tiene el inconveniente de no generar un modelo cerrado de la economía como producto final. En esta estimación no intervienen las identidades (45) y (47), y por lo tanto se excluye la variable  $\Delta DPUN_t$  y la variable  $M_t$  queda determinada exógenamente. El cuadro 11 presenta la estimación del modelo por MC3 con el objeto de poder llevar a cabo comparaciones con las ecuaciones de precios (26)<sup>k</sup> y de producto (32)<sup>g</sup> que también se estimaron por MC3, y poder dar una idea de las ecuaciones que determinan la balanza comercial del sector privado y la demanda por billetes y monedas.

<sup>31</sup> En la ecuación (45) se incluyó también una variable dummy para el año de 1965,  $D_{65}$ , con el objetivo de eliminar la fuerte caída en el flujo de créditos externos hacia el sector público en ese año. Dado que ésta última variable también interviene en la identidad (47), se incluyó  $D_{65}$  para captar sus efectos sobre  $M_t$ .

<sup>32</sup> Se llevaron a cabo modificaciones para tratar de solucionar el problema cambiando los valores iniciales de los coeficientes del modelo. Originalmente, las iteraciones empezaban con un vector de unos; este vector se sustituyó por otro cuyos valores provienen de la estimación por MC3 de las ecuaciones de comportamiento. Sin embargo, no se obtuvo mejora alguna en la solución, quedando este punto pendiente para investigaciones posteriores.

Cuadro 11  
Estimación del modelo completo por MC3  
(1961-81)

$$\ln P_t = -1.396 - 0.276t + 0.002t^2 + 0.272 \ln W_t + 0.216 \ln W_{t-1} + 0.285 \ln P_t^E + 0.227 \ln P_{t-1}^E + 0.818 \ln y_t \quad (4.9)$$

$$\dots \quad (48)$$

$$ESR = 0.019 \quad DW = 1.784$$

$$\ln y_t = 7.052 + 0.040t + 0.345\Delta \ln y_{t-1} + 0.064\ln g_t + 0.178\ln m_t + 0.002\Delta \ln P_t \quad \dots (49)$$

(45.5)	(12.1)	(3.4)	(2.1)	(10.0)	(0.0)
--------	--------	-------	-------	--------	-------

$$\frac{X_t}{PW_t} = -13.410 + 0.199t - 0.002t^2 + 1.896 \ln y_t^{EU} - 0.971 \ln P_t + 1.898 \ln PW_t + 0.813 \ln TC_t + 0.089 D_{64-65}.$$

$$-i/\frac{(28,2)}{(4,0)} = \dots_i = \frac{(4,0)}{(j_2)} \dots_i$$

$$\text{FSB} = 0.038 \quad \text{DW} = 1.618$$

La ecuación de precios (48) tiene todos sus signos similares a los de la (26)<sup>54</sup>. Sin embargo, los órdenes de magnitud de los coeficientes difieren ligeramente, haciendo que se acentúen algunas de las hipótesis propuestas en la sección III-5. En primer lugar se observa que la sumatoria de los coeficientes en  $\ln P_t^E$  y  $\ln P_{t-1}^E$  es mayor que la sumatoria en los coeficientes de las variables  $\ln W_t$  y  $\ln W_{t-1}$ . Sin embargo, esta diferencia no es estadísticamente significativa a niveles de confianza convencionales.

La elasticidad ingreso de los precios resultó ser de 0.818, pero no es significativamente diferente de la unidad al nivel de confianza del 5.0%. Aquí podría pensarse que los valores de  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  de la función de producción que dan lugar a la elasticidad ingreso, véase ecuación (26), son mayores que los rangos teóricos de 0.35 y 0.08-0.15 respectivamente. Esto se originaría por condiciones de competencia imperfecta con márgenes de ganancia positivos, que retienen parte de las participaciones normales del trabajo y las importaciones, en la forma de ganancias puras, dando lugar a valores reales de  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  superiores a los teóricos. La inflación parece seguir teniendo una tendencia creciente, y la dummy del IVA indica un valor ligeramente mayor al obtenido en la ecuación (26)<sup>54</sup>. El error estándar de la ecuación es de 0.019, y la estadística DW indica que la especificación de la ecuación es bastante buena.

La ecuación de ingreso (49) difiere de la (32)<sup>55</sup> en que la inflación que resultaba marginalmente significativa en la segunda, en la primera ya no lo es. Esto ocasiona que la demanda agregada se vuelva más inelástica; pendiente de -0.235 en relación a -0.189 de la ecuación (32)<sup>55</sup>. El problema de multicolinealidad entre  $g_t$  y  $m_t$  se acentúa ligeramente a juzgar por los coeficientes más bajos obtenidos en ambas variables. El coeficiente del acelerador,  $\Delta \ln y_{t-1}$ , también resultó ser menor en la ecuación (49). Finalmente, el error estándar estimado es de 0.013, y la estadística DW indica que no existe ningún problema de correlación seriada de los errores.

La ecuación de demanda de importaciones del sector privado (50), indica que el nivel real de las importaciones ha sido creciente a lo largo del período estudiado. La elasticidad ingreso resultó ser de 3.777 y la elasticidad con respecto a los precios relativos 0.749. Estos resultados difieren de otros estudios en que se encontraron elasticidades ingreso inferiores a la unidad, y elasticidades precio mayores que la unidad, véase J. Salas (1982.b). Sin embargo, en este trabajo el análisis se hizo a nivel desagregado por tipo de bien, existiendo divergencias metodológicas de especificación que pueden dar lugar a resultados aparentemente contradictorios.<sup>55</sup>

La ecuación de demanda por exportaciones del sector privado (51), indica que el nivel real de las exportaciones ha ido cayendo a lo largo

<sup>54</sup> Para un resumen completo sobre los estudios de la función de importaciones en México, véase Salas (1982.a).

del período estudiado. Este resultado, junto con la tendencia de las importaciones, señala que el desequilibrio en la balanza comercial del sector privado se ha ido agravando. La elasticidad con respecto al PIB de los Estados Unidos es de 1.896, la elasticidad con respecto a los precios internos es de -0.971, la elasticidad con respecto a los precios en los Estados Unidos es de 1.898, y con respecto al tipo de cambio de 0.813. J. Salas y J. J. Sidaoui (1982) obtienen una elasticidad similar para el PIB de los Estados Unidos en un estudio de las exportaciones de manufacturas únicamente. Las elasticidades precio de este estudio son sustancialmente mayores a las de la ecuación (51). En términos de los estímulos a las exportaciones producidos por los precios externos, las exportaciones parecen reaccionar más favorablemente cuando se presenta inflación externa,  $PW$ , a cuando se tratan de estimular internamente por medio de un cambio en la paridad de la moneda,  $TC$ . La variable dummy  $D_{64-65}$  se incluyó para captar el crecimiento desproporcionado de las exportaciones en 1964-1965 y que el modelo no estaba explicando.

Finalmente, los coeficientes de la ecuación de demanda por billetes y monedas (52) son todos significativos; sus signos son los que se esperaban en el caso del encaje legal, tasa de interés pasiva y riqueza, (véase el Apéndice C). El signo de la tasa de inflación es positivo, pero si se expresan las tasas de interés en términos reales, se vuelve muy cercano y no significativamente diferente de cero este coeficiente. Por su parte, el signo de la tasa activa es positivo, lo que parecería indicar que existen ciertos efectos de substitución entre préstamos y dinero líquido.

### 3. Pronósticos

A partir de la estimación del modelo completo presentado en el cuadro 11 pueden obtenerse pronósticos para el año de 1982. La evolución de las variables exógenas está dada en la parte superior del cuadro 1, y se complementa con los siguientes supuestos: crecimiento del PIB de los Estados Unidos -1.7%, crecimiento de la tasa pasiva sobre depósitos a corto plazo 69.2%, y nivel del encaje legal 48.0%. Los pronósticos obtenidos con esta información se presentan en el cuadro 12.

El cálculo de los pronósticos se lleva a cabo resolviendo simultáneamente el bloque precios-ingreso para después sustituir estos valores en el resto de las ecuaciones del modelo. Los pronósticos de inflación y crecimiento son similares a los reportados en el cuadro 7. Las importaciones del sector privado resultaron sobre-estimadas en un 17.9%. Esto puede ser una consecuencia de la restricción de divisas experimentada en 1982, misma que no está siendo incorporada en la especificación de la ecuación.

Las exportaciones del sector privado también resultaron sobre-estimadas en un 32.0%. Este resultado se origina por una disparidad entre la inflación observada que fue de 60.0% y la magnitud de la deva-

**Cuadro 12**  
**Pronósticos del modelo completo para 1982**

Variable	Estimado	Observado	Error (%)
Precios, $P_t^a$	66.5	60.0	10.8
Ingreso, $y_t$	0.2	-0.5	
Importaciones, $M_t^b$	10,744	9,112	17.9
Exportaciones, $X_t^c$	6,131	4,645	32.0
Billetes y Monedas, $BM_t^d$	389,131	364,000	6.9

<sup>a</sup> Los precios y el ingreso están dados en tasas de crecimiento.

<sup>b</sup> Tanto las importaciones como las exportaciones están dadas en millones de dólares.

<sup>c</sup> Las exportaciones del sector privado se definen como exportaciones totales menos petróleo crudo y gas natural, y derivados del petróleo.

<sup>d</sup> Millones de pesos.

luación que fue de 137.0%, consecuentemente con elasticidades prácticamente iguales se tiene un estímulo de tipo de cambio que domina el efecto precio. Aquí, no es posible incorporar el lapso de tiempo que existe entre una devaluación brusca y la penetración de los mercados externos para poder exportar, y que posiblemente se realiza con un cierto rezago.<sup>34</sup> Además, debido al control de cambios decretado a partir del 1º de septiembre, es posible que se hayan llevado a cabo transacciones comerciales con el exterior que no se reportaron en la contabilidad oficial, y por lo tanto, el dato de exportaciones observadas puede estar subestimado.

Finalmente, el pronóstico de la demanda por billetes y monedas arrojó un error de 6.9%. Esto es bastante bueno si se considera el período tan inestable en el cual se está llevando a cabo la proyección.

## VI. Conclusiones

En este trabajo se han discutido cuatro modelos alternativos relativos a la formación de los precios y el producto para el caso de México. La especificación más satisfactoria parece ser aquella donde los precios se determinan por el lado de la oferta y el producto por medio de la demanda. Debido a que las tasas de interés y otras variables relativas a la oferta, como los impuestos, tuvieron un impacto importante sobre los precios, y dado que los salarios parecen ser una variable exógena, se reafuerza la visión estructuralista de la economía mexicana.

<sup>34</sup> Para una descripción detallada del comportamiento de las exportaciones manufactureras del sector privado bajo diferentes esquemas de incentivos, véase J. Salas y J. J. Sidaoui (1982).

Sin embargo, es importante mencionar que no se encontró que los factores agrícolas tuviesen una incidencia relevante sobre los precios, mientras que la demanda agregada, a través de cambios en el producto, si tiene un papel significativo en la explicación de la dinámica de los precios. Estos dos factores contradicen el conjunto de preceptos que identifican la escuela keynesiano-estructuralista en México. La crisis actual se explica en gran parte por un perfil de crecimiento en el período 1978-81 que fue inconsistente con las demandas que simultáneamente mantuvieron todos los sectores de la economía.

Otro de los hallazgos importantes del estudio es una explicación de la inercia en los precios basada en la existencia de capital de trabajo, y no en una simple fricción originada por retardos de ajuste en los mismos por parte de las empresas. Esto por otra parte, tiende a confirmar el concepto estructuralista de una distribución del ingreso rígida, debido a que las fluctuaciones en la inflación no la alteran sistemáticamente. Esto no sería el caso en un modelo de tipo keynesiano basado en ajustes rezagados de los precios. Otro hallazgo relevante es el hecho de que las variaciones de los precios externos expresadas en pesos, tienen un impacto sobre los precios internos que va más allá de lo que se esperaría bajo el supuesto de incrementos puros en los costos originados por la compra de insumos intermedios importados. Este fenómeno sugiere la existencia de un sector importante de bienes comerciables, o por lo menos un sector que se comporta como tal. Las variaciones en el tipo de cambio real, por lo tanto, tienen un impacto significativo en la distribución de las utilidades sobre todos los sectores.

Se encontró una explicación referente al hecho de que el dinero pudiese tener impactos permanentes sobre el producto. Este resultado pareció preocupar bastante a R. J. Barro (1979) en su estudio de la relación dinero-producto para México. El fenómeno de la causalidad dinero-producto es debido a que los salarios, el tipo de cambio y la tasa de interés no están perfectamente indexados todo el tiempo. Aquí, en particular, la sobrevaluación del peso permitió que se mantuviera un nivel más alto en el producto siempre y cuando los desequilibrios en la balanza de pagos pudieran ser absorbidos por créditos externos o exportaciones de petróleo.

Por último, existe un factor un tanto desconcertante, y es que el proceso inflacionario parece tener una trayectoria ascendente, posiblemente ocasionada por caídas en la productividad, incrementos en los márgenes de utilidad o algunos otros factores desconocidos que no pudieron ser introducidos explícitamente en el modelo. La validación y explicación precisa de este fenómeno es un tema de prioridad urgente para futuras investigaciones. También, es conveniente señalar que al no haber sido posible el estimar el modelo por ICMV, se perdieron aspectos importantes relativos a la determinación simultánea del endeudamiento externo y el dinero con el resto de las variables del modelo.

## Apéndice A

### Estimación de la ecuación de precios con variables fiscales

En este Apéndice se presentan dos estimaciones de la ecuación de precios (26)<sup>k</sup> en la cual se han incluido las peticiones del sector público. Si  $\phi_t$  es la tasa de imposición fiscal indirecta, y si las empresas calculan su margen de ganancia por arriba de sus costos totales, una vez incluido el pago de impuestos, el valor de sus ventas estaría dado por:

$$P_t Y_t = (1 + \rho_t) (1 + \phi_t) (W_t L_t + P_t^E Z_t) \quad (A-1)$$

En la expresión (A-1) se esperaría, por lo tanto, un valor unitario para la elasticidad de la variable fiscal.

La ecuación de precios se estimó simultáneamente con la ecuación de ingreso (32) por MC3. Se tomaron dos variables aproximadas para medir a la variable fiscal; la primera es la razón del impuesto sobre ingresos mercantiles encadenado con el IVA, IMM<sub>t</sub>, al PIB nominal,  $Y_t$ , y la segunda es el ingreso total del sector público,  $T_t$ , al PIB nominal. Los resultados se presentan en el cuadro A-1. Es conveniente notar que la especificación de la ecuación de precios sería más completa si se afectasen los salarios y los precios externos por sus respectivos gravámenes, tales como el IMSS, INFONAVIT o niveles arancelarios, pero como no se contó con datos adecuados para el primer rubro, se omitió este ejercicio.

La ecuación (A-2) muestra la estimación de la relación de precios, excluyendo la variable  $D_{80}$ , e incluyendo  $\ln(1 + \frac{IIM_t}{Y_t})$ . Como puede apreciarse la variable no es significativamente diferente de cero, y la ecuación no sufre mayor cambio con respecto a la ecuación (26)<sup>k</sup> del cuadro 3. Por lo tanto no se conforma la hipótesis de que las empresas repercuten los aumentos en los impuestos en sus precios de venta. La ecuación (A-3) es similar a la (A-2), pero incluye como variable explicativa a la razón del ingreso del sector público al PIB nominal. Esta variable resultó ser significativa con elasticidad unitaria, lo cual implica que en los precios se repercuten proporcionalmente los aumentos en los niveles de impuestos. Sin embargo, este resultado es tentativo, ya que en la variable ingresos totales del sector público se incluyen otros rubros de carácter no tributario que obscurecen la interpretación de este resultado. El resto de los parámetros estimados son similares a los obtenidos en la ecuación (26)<sup>k</sup> pero la estadística DW de 2.145 indica que la especificación de la ecuación (A-3) es más sólida en relación a la (26)<sup>k</sup> y a la (A-2).

**Cuadro A-1****Estimación de la ecuación estructural de precios  
con variables fiscales  
(1961-81)**

$$\ln P_t = -4.009 - 0.352t + 0.002t^2 + 0.314 \ln W_t + 0.207 \ln W_{t-1} + 0.289 \ln P_t^E + 0.191 \ln P_{t-1}^E + 1.119 \ln y_t + 0.397 \ln (1 + R_t^a) + 1.324 \ln (1 + \frac{IIM_t}{Y_t}) \quad \dots \text{(A-2)}$$

$$(2.3) \quad (11.0) \quad (9.9) \quad (10.5) \quad (5.0) \quad (6.0) \quad (7.9)$$

$$(6.4) \quad (7.4) \quad (0.8)$$

$$\text{ESR} = 0.017 \quad \text{DW} = 1.621$$

$$\ln P_t = -5.346 - 0.360t + 0.002t^2 + 0.308 \ln W_t + 0.207 \ln W_{t-1} + 0.291 \ln P_t^E + 0.195 \ln P_{t-1}^E + 1.269 \ln y_t + 0.401 \ln (1 + R_t^a) + 1.002 \ln (1 + \frac{T_t}{Y_t}) \quad \dots \text{(A-2)}$$

$$(3.3) \quad (13.7) \quad (12.9) \quad (12.5) \quad (5.4) \quad (6.5) \quad (9.7)$$

$$(7.2) \quad (8.4) \quad (2.5)$$

$$\text{ESR} = 0.015 \quad \text{DW} = 2.145$$

## Apéndice B

### Información estadística

El modelo se estimó con información anual para el período 1961-81. Las variables se expresan como promedios diarios o mensuales para el año. Las fuentes de información son las siguientes:

- $y_t$  = Producto Interno Bruto (1960 = 100), "Producto Interno Bruto y Gasto: Cuaderno 1970-1979", Banco de México.
- $y_t^{AG}$  = PIB agrícola (1960 = 100), "Producto Interno Bruto y Gasto: Cuaderno 1970-1979", Banco de México.
- $P_t$  = Deflactor Implícito del PIB (1960 = 100), "Producto Interno Bruto y Gasto: Cuaderno 1970-1979", Banco de México.
- $y_t^{EU}$  = Producto Interno Bruto en los Estados Unidos (1972 = 100), "Survey of Current Business", Department of Commerce.
- $W_t$  = Salario Industrial por hora para la Cd. de México, "Trabajo y Salarios Industriales", Secretaría de Programación y Presupuesto.
- $PW_t$  = Índice de Precios del Productor (1967 = 100), "Survey of Current Business," United States Department of Commerce.
- $TC_t$  = Tipo de Cambio, "Indicadores Económicos," Banco de México.
- $R_t^a$  = Tasa de Interés Activa, SIE, Banco de México.
- $R_t^L$  = Tasa de Interés Pasiva; Corto Plazo, SIE, Banco de México.
- $E_t$  = Encaje Legal, SPF, Banco de México.
- $M_t$  = Agregado Monetario M4, SPF, Banco de México.
- $BM_t$  = Billetes y Monedas, SPF, Banco de México.

$G_t$  = Gasto del Sector Público, Dirección General de Planeación Hacendaria, SHCP.

$T_t$  = Ingreso del Sector Público, Dirección General de Planeación Hacendaria, SHCP.

$IIM_t$  = Impuesto sobre Ingresos Mercantiles (1961-1979) e Impuesto al Valor Agregado (1980-1981), Dirección General de Planeación Hacendaria, SHCP.

$I_t$  = Importaciones del Sector Privado, SIE, Banco de México.

$X_t$  = Exportaciones del Sector Privado, SIE, Banco de México.

$\Delta DPUN_t$  = Variación en la Deuda Pública Neta, "Balanza de Pagos: Cuadernos 1950-1969 y 1970-1978", e "Informe Anual," Banco de México.

$OTROSA_t$  = Variables Exógenas de la Balanza de Pagos, SIE, "Balanza de Pagos: Cuadernos 1950-1969 y 1970-1978," e "Informe Anual." Banco de México.

$OTROSB_t$  = Variables Exógenas de la Restricción Presupuestal del Sector Público, SPF, Banco de México.

## Apéndice C

### Derivación de la función de demanda por billetes y monedas

Si  $ML$  es el conjunto de medios de pago líquidos dados por los billetes y monedas y cuentas de cheques,  $MNL$  es el conjunto de activos no monetarios dados por los depósito a plazo, y  $CR$  es el crédito, las demandas por estos tres tipos de activos, o pasivos financieros, pueden expresarse en general como:

$$ML = f(R^L - \Pi^e, R^a - \Pi^e, \Pi^e, W), \quad (C-1)$$

$$MNL = g(R^L - \Pi^e, R^a - \Pi^e, \Pi^e, W), \quad (C-2)$$

$$CR = h(R^L - \Pi^e, R^a - \Pi^e, \Pi^e, W), \quad (C-3)$$

$$W = ML + MNL - CR, \quad (C-4)$$

$$CR = (1 - E)(M4 \cdot BM), \quad (C-5)$$

$$CC = K \cdot ML, \quad (C-6)$$

$$M1 = CC + BM. \quad (C-7)$$

Aquí  $R^L$  es la tasa de interés sobre depósitos a corto plazo, tasa pasiva,  $R^a$  es la tasa activa,  $\Pi$  la inflación,  $E$  el encaje legal,  $W$  la riqueza financiera del público, y  $CC$  las cuentas de cheques.

Las ecuaciones (C-1) a (C-3) son demandas por activos financieros del tipo usual. Se espera que sus derivadas parciales con respecto a sus rendimientos propios sean positivas en el caso de los activos, y negativas en el caso de los pasivos. Se espera también que los efectos de sustitución entre los activos sean suficientemente fuertes para justificar el signo negativo de  $\frac{\partial ML}{\partial (R^L - \Pi^e)}$ , y los signos positivos de  $\frac{\partial MNL}{\partial (R^L - \Pi^e)}$  y  $\frac{\partial MNL}{\partial \Pi^e}$ .

La expresión (C-4) es la restricción de riqueza; (C-5) es la condición de equilibrio en el mercado crediticio; (C-6) es un supuesto de constante de

proporcionalidad entre cuentas de cheques y billetes y monedas; (C-7) es una identidad contable donde BM significa billetes y monedas.

Si M4 es el conjunto de medios de pago se tiene que:

$$W = C4 - CR, \quad (C-8)$$

y con (C-5):

$$W = E \cdot M4 + (1 - E) BM. \quad (C-9)$$

Usando (C-6), (C-7) y (C-9), (C-1) puede ser reescrito en forma implícita como:

$$BM = (1 - k) f(R^L - \Pi^e, R^a - \Pi^e, \Pi^e, E \cdot M4 + (1 - E) BM), \quad (C-10)$$

lo que conduce finalmente en una expresión del tipo siguiente:

$$BM = f'(R^L - \Pi^e, R^a - \Pi^e, \Pi^e, E, M4). \quad (C-11)$$

Los signos de las derivadas parciales de esta nueva función se deducen fácilmente de los signos de las derivadas en (C-1), al diferenciar parcialmente (C-10) con respecto a cada variable. Por ejemplo, para el encage:

$$\frac{\partial BM}{\partial E} = (1 - k) \frac{\partial f}{\partial W} (M4 - BM + (1 - E) \frac{\partial BM}{\partial E}). \quad (C-12)$$

Despejando  $\frac{\partial BM}{\partial E}$  de la expresión anterior:

$$\frac{\partial BM}{\partial E} (1 - (1 - k) (1 - E) \frac{\partial f}{\partial W}) = (1 - k) (M4 - BM) \frac{\partial f}{\partial W}. \quad (C-13)$$

Puesto que  $(1 - k) (1 - E)$  está contenido en el intervalo  $[0, 1]$ , y dado que es razonable suponer que  $\frac{\partial f}{\partial W}$  no es mucho mayor que uno, se tiene que

$\frac{\partial BM}{\partial E} > 0$ . De la misma manera se deduce que  $\frac{\partial BM}{\partial (R^L - \Pi^e)} < 0$  y  $\frac{\partial BM}{\partial M4} > 0$ . El signo de  $\frac{\partial BM}{\partial \Pi^e}$  y  $\frac{\partial BM}{\partial (R^a - \Pi^e)}$  no está determinado.

## Bibliografía

- Barro, Robert J., 1979, "Money and Output in Mexico, Colombia and Brazil", en Jere Behrman y James Hanson, Eds., *Short Term Macroeconomic Policy in Latin America*, Cambridge, Mass., págs. 177-200.
- Blejer, M. I., 1977, "The Short-Run Dynamics of Prices and the Balance of Payments", *American Economic Review*, Vol. 67 págs. 419-428.
- Bruno, Michael, 1979, "Stabilization and Stagflation in a Semi Industrialized Economy" en Rudiger Dornbusch y Jacob Frenkel, Eds., *International Economic Policy: Theory and Evidence*, John Hopkins University Press.
- Cavallo, Domingo, 1977, "Stagflationary Effects of Monetarist Stabilization Policies", Tesis Doctoral, Universidad de Harvard.
- Davidson, Russell and James G. MacKinnon, 1981, "Several Tests for Model Specification in the Presence of Alternative Hypotheses", *Econometrica*, Vol. 49, págs. 781-793.
- Dávila, José y Morales, José, 1982, "La Inflación en México: Principales Fuentes Inflacionarias 1950-1980", Tesis de Licenciatura, ITAM.
- Guerrero, Víctor M., 1982 "El Proceso Inflacionario en México: Teoría y Aplicaciones del Análisis de Intervención", Serie Documentos de Investigación 49, Banco de México.
- Hanson, James A., 1980, "The Short-Run Relation between Growth and Inflation in Latin America: A Quasi-Rational or Consistent Expectations Approach", *American Economic Review*, Vol. 70 págs. 972-989.
- Jiménez, Félix O. y Roces, Carlos, 1981, "Precios y Márgenes de Ganancia en la Industria Manufacturera Mexicana", *Economía Mexicana Análisis y Perspectivas*, CIDE, No. 3, págs. 183-251.
- Leiderman, Leonardo, 1982, "On the Monetary-Macro Dynamic of Colombia and Mexico", Documento de Trabajo, Universidad de Tel-Aviv.
- Marcos, Jesús 1982, "Un Análisis de la Inflación en México". Serie Documentos de Investigación, 48, Banco de México.
- Ros, Jaime y Vázquez, Alejandro, 1980, "Industrialización y Comercio Exterior", *Economía Mexicana Análisis y Perspectivas*, CIDE, No. 2, págs. 27-56.
- Ruprah, I. J., 1981, "Notas Sobre la Relación entre Dinero e Inflación", *Economía Mexicana Análisis y Perspectivas*, CIDE, No. 3, págs. 165-182.
- Salas, Javier, 1979, "A Rational Expectations Macroeconometric Model of the Mexican Economy", Tesis Doctoral, Universidad de Duke.
- Salas, Javier, 1982. a), "Estimación de la Función de Importaciones para México", *El Trimestre Económico*, Vol. 49 págs. 295-335.
- Salas Javier, 1982. b), "Estimation of the Structure and Elasticities of Mexican Imports in the Period 1961-1979", *Journal of Development Economics*, Vol. 10 págs. 297-311.
- Salas Javier y Sidaoui, José J. 1982. "Evolución y Perspectivas de las Exportaciones de Manufacturas", Serie Documentos de Investigación, 47, Banco de México.
- Taylor, Lance, 1981, "IS-LM in the Tropics: Diagrammatics of the New Structuralist Macro Critique", en William R. Cline y Sidney Weintraub, Eds., *Economic Stabilization in Developing Countries*, The Brookings Institutions.

## **Inflación y precios relativos**



# Efectos de la variabilidad de los precios relativos y de la inflación sobre el producto, en una economía abierta \*

Mario I. Blejer  
Leonardo Leiderman

## I. Introducción

El estudio de los efectos de la inflación y de la variabilidad de los precios relativos sobre el sector real de la economía, es un claro requisito para determinar las repercusiones que, en cuanto al bienestar y la eficiencia, tiene el proceso inflacionario. El principal objetivo del presente ensayo es el de estimar económicamente los efectos de la inflación y de la variabilidad de los precios relativos, sobre el nivel de producción real de una economía abierta.

Para cumplir esta tarea, el presente análisis empírico postula varias especificaciones económicas que entrañan dos hipótesis principales:

1. La oferta agregada depende de los precios relativos percibidos por el público y no de los precios absolutos.
2. La oferta agregada es una función decreciente de la magnitud de la variabilidad de los precios relativos.

La primera hipótesis se ajusta al enunciado que hace R.E. Lucas (1973) de la "hipótesis de la tasa natural de desempleo". Sin embargo, en el marco de una economía abierta, es necesario modificar la especificación de Lucas, ya que el precio relativo pertinente para la toma de decisiones por parte de los agentes económicos acerca de la oferta de productos en una economía abierta, difiere teóricamente en las especificaciones económicas del precio relativo relevante en un análisis de economía cerrada. Por ejemplo, como se demostrará más adelante, la oferta de producción de un agente que suministra un bien no comercializable internacionalmente depende del componente inesperado en el cambio de su precio propio, así como del cambio en la relación de intercambio. La segunda hipótesis ha sido conjeturada, entre otros, por J.M. Keynes (1924) y M. Friedman (1977), señalando la importancia de los efectos de una inflación desigual sobre la determinación de la producción real.

\* Publicado originalmente en inglés en *Weltwirtschaftliches Archiv*, 1983.

Los tres canales principales a través de los cuales la dispersión de los precios relativos afecta negativamente a la producción, conforme se identifican en la literatura mencionada, son:

- i) El deterioro de la función que cumplen los precios del mercado como indicadores para la distribución del producto.
- ii) El papel desempeñado por la estructura de contratación.
- iii) Los efectos de la incertidumbre.

La forma en que estos tres canales afectan la actividad real es desarrollada en el presente ensayo.

En un estudio empírico anterior (Blejer y Leiderman, 1980), se investigaron algunas de estas materias, considerando la experiencia de los Estados Unidos. De modo específico, se estimaron los efectos de la inflación y de la variabilidad de los precios relativos sobre la producción real, el desempleo y el nivel de empleo. Los principales resultados confirmaron tanto la "hipótesis de la tasa natural de desempleo", como la hipótesis de que los aumentos de la variabilidad de los precios relativos conducen a la declinación de la producción y del empleo y acrecientan la tasa de desempleo. Asimismo, el presente ensayo amplía el análisis previo (1980), al caso de una economía abierta, a fin de poder examinarlo con referencia a México durante el período 1953-76. Como se demostrará en el caso analizado, las consideraciones de economía abierta resultan tener consecuencias esenciales para las especificaciones econométricas y los resultados empíricos.

En la siguiente sección (II), se discuten los efectos de la inflación y de la variabilidad de los precios relativos sobre la producción real agregada de México. La sección III trata de la formulación y la verificación empírica de estos efectos, separándolos por sectores: aquellos que producen bienes comerciables internacionalmente, y aquellos cuyos productos no son comerciables. Las conclusiones se resumen en la sección última (IV).

## II. Efectos de la inflación y de la variabilidad de los precios relativos sobre la producción real agregada

Las ecuaciones analíticas fundamentales que se consideran en esta sección son:

$$Y_t = a_0 + a_1 Y_{t-1} + a_2 (DP_t - EDP_t) + e_t \quad (1)$$

$$Y_t = b_0 + b_1 Y_{t-1} + b_2 (DP_t - EDP_t) + b_3 V_t + u_t \quad (2)$$

donde  $Y_t$  es el logaritmo de la producción real agregada;  $DP_t$ , la tasa de inflación corriente;  $EDP_t$ , la tasa de inflación esperada por el período subsiguiente;  $V_t$ , una medida de la variabilidad de los precios relativos; y  $e_t$  y  $u_t$ , los términos residuales.

La ecuación (1) es una versión, usando expectativas racionales, de la relación entre producto real e inflación (inversa de la curva de Phillips).<sup>1</sup>

Con ella, queda afirmado que la inflación solamente influye en la producción real cuando no es esperada. En tal virtud, la ecuación (1) entraña una variante común de la "hipótesis de la tasa natural de desempleo". Además, se postula en ella que la producción real en el período corriente depende también de la producción del período anterior, con lo que capta los efectos de persistencia que posiblemente surjan en presencia de costos de ajuste.

La ecuación (2) extiende la relación postulada en (1) y permite que la variabilidad de los precios relativos tenga efectos independientes sobre el nivel de producción. Se ha establecido en la literatura —véase p. ej., R. W. Parks (1978)— que la aceleración de la inflación está acompañada, por lo general, de un aumento en la variabilidad de los precios relativos. Esto, a su vez, puede tener efectos marcados sobre el sector real de la economía. Al igual que J. M. Keynes (1924), M. Friedman (1977) argumenta que un aumento en la variabilidad de los precios relativos posiblemente causará un decremento de la producción real medida.

Esta conjetura ha aparecido también en otros estudios. En términos generales, diríase que en la literatura se han identificado tres grandes canales principales que explican los efectos de la variabilidad de los precios relativos sobre la producción. Primero, un aumento de la variabili-

<sup>1</sup> Esta forma funcional de la relación entre producción e inflación es similar a la utilizada por R. E. Lucas (1973) y T. J. Sargent (1973), salvo que ellos relacionan la producción con el error en las percepciones en términos de niveles ( $P_t - EP_t$ ). La ecuación (1) se deriva suponiendo que  $P_{t-1}$  es una variable conocida cuando los agentes forman sus expectativas de precios ( $EP_t$ ), de suerte que  $P_{t-1}$  puede ser sustraído y restado dentro del paréntesis anterior (véase Sargent, 1973, nota 34). Hay por lo menos dos disposiciones teóricas que rendirían una ecuación como la (1): primeramente, puede suponerse que, si bien la demanda de mano de obra, en el sector  $i$  de la economía, es una función del salario real sectorial (p. ej., el salario nominal dividido por  $P_i$ ), la oferta de mano de obra depende del salario real percibido en el ámbito total de la economía, o sea, el salario nominal deflactado por  $EP$ , conforme al supuesto de M. Friedman (1968). Tomando el conjunto de los sectores, resulta una ecuación como la (1) para la producción agregada. Lucas (1973) presenta un cuadro análogo, excepto que él enfoca su análisis directamente sobre el comportamiento de los oferentes de productos. En segundo lugar, puede darse por supuesto que la función de producción del bien  $i$  usa todos los bienes de la economía como insumo; de nuevo, abarcando todos los sectores, se obtiene una ecuación de producción igual a la (1).

dad de los precios relativos puede reducir el valor intrínseco de los precios de mercado como señales distributivas y, por ende, puede provocar un aumento en la cantidad de tiempo y de otros recursos dedicados a obtener más información acerca del mercado (F.A. Hayek, 1945; A.A. Alchian, 1970). Segundo, una mayor variabilidad conducirá, posiblemente a un acortamiento en la duración contractual óptima, implicando con ello mayores costos de contratación por unidad de tiempo y una posible distorsión en la distribución de recursos entre industrias (J.A. Gray, 1978). Tercero, si aumenta la volatilidad de los precios relativos, este hecho puede representar una incertidumbre adicional a nivel de la empresa acerca de los precios de sus productos. Según algunos supuestos, tal aumento marginal de la incertidumbre lleva a una reducción de la demanda por factores y a una contracción en la producción de cada empresa (A. Sandmo, 1971; R.N. Batra y A. Ullah, 1974). Cada uno de estos canales sugiere que los incrementos operados en la variabilidad de los precios relativos pueden disminuir la producción real medida.

La estimación de (1) y (2) requiere una medida de la inflación esperada y de la variabilidad de los precios relativos. Para un cálculo aproximado de la inflación esperada, se estimó un proceso autorregresivo de tercer orden, de la forma:

$$DP_t = \alpha_0 + \alpha_1 DP_{t-1} + \alpha_2 DP_{t-2} + \alpha_3 DP_{t-3} + \text{residuo}$$

Con esta especificación, la variable predictiva mínima cuadrática de  $DP_t$  es  $\alpha_0 + \alpha_1 DP_{t-1} + \alpha_2 DP_{t-2} + \alpha_3 DP_{t-3}$  y se utilizó esta variable predictiva como una medida aproximada de la variable de  $EDP_t$ .<sup>2</sup>

Respecto a la medida de variabilidad de los precios relativos, en el presente estudio se adopta el índice propuesto por H. Theil (1967, cap. 5), que es el usado, entre otros, por Parks (1978):

$$VP = \sum_i w_i (DP_i - DP)^2 \quad (3)$$

donde  $w_i$  es la parte del gasto en el bien  $i$  promediada para los períodos  $t-1$  y  $t$ ;  $DP_i$  la tasa de variación del precio del bien  $i$  entre  $t-1$  y  $t$ ; y  $DP$  la tasa promedio de inflación. Como  $(DP_i - DP)$  es la tasa de variación del precio relativo  $i$ , el índice  $VP$  mide la ausencia de proporcionalidad

<sup>2</sup> Inicialmente, se consideraron otros procesos autorregresivos, pero fue el proceso ARS el que rindió los residuos de error aleatorio ("ruido blanco") más satisfactorios. Los principales resultados que se consignan aquí muestran bastante poca sensibilidad al proceso predictivo que se adopte para la inflación.

en los movimientos de precios. Si todos los precios varían a la misma tasa,  $VP_t$  será igual a cero, e irá aumentando en la medida en que difieran las tasas de inflación de los distintos productos (para mayor detalle de las propiedades de  $VP$ , véase Theil, 1967).

El índice de  $VP$  para México (cuadro 1) está basado en las series cronológicas anuales de precios y productos de 47 sectores, entre 1951 y 1976.<sup>3</sup> El índice  $VP$  exhibe fluctuaciones considerables en el tiempo y varía desde un mínimo de 0.56 (en 1968) hasta un máximo de 8.33 (en 1953). Aunque en la formulación empírica de (3) es posible valerse de  $VP_t$  como sucedánea de  $V$ , aquí se interpreta  $V$  como una combinación de los valores corrientes y pasados de  $VP_t$ ; de modo específico, se define  $V_t = VP_t + VP_{t-1} + VP_{t-2}$ . La razón para incluir valores pasados de  $VP$  en  $V$ , es que los efectos reales de la volatilidad de los precios relativos sean tal vez diferidos y no necesariamente inmediatos, sobre todo si la realización de los cambios deseados, en cuanto a escala y composición de la producción, exige un lapso considerable. Además, la eficiencia de pro-

Cuadro 1

**México: índice de la variabilidad de los precios relativos  
(1951-76)**

Año	$VP_t$	Año	$VP_t$
1951	3.89	1964	1.11
1952	3.09	1965	0.74
1953	8.33	1966	0.88
1954	3.17	1967	0.75
1955	2.11	1968	0.56
1956	1.89	1969	0.57
1957	3.98	1970	0.73
1958	3.12	1971	2.12
1959	1.22	1972	0.86
1960	1.68	1973	3.21
1961	0.93	1974	6.10
1962	0.93	1975	1.67
1963	0.93	1976	2.42

*Nota:*  $VP$  se calcula de acuerdo con la ecuación (3), con base en los datos de precios y producción (cuentas nacionales) que, para 47 sectores, publicó el Banco de México (1969-1977). El índice computado se multiplica aquí por 1,000.

<sup>3</sup> Para un estudio de cómo se relaciona  $VP$  y la inflación, y de la forma en que el índice de  $VP$  en México, se descompone en subíndices de bienes exportables y no exportables, véase Blejer y Leiderman (1982).

ducción y la utilidad informativa de las señales que proporcionan los precios de mercado pueden ser afectadas no sólo por los cambios corrientes en la dispersión de los precios, sino por la acumulación de volatilidad en los precios relativos, la cual es mejor captada por una variable tal como  $V_t$ , la que toma en cuenta valores de  $VP$  tanto en el período actual como en los pasados.<sup>4</sup>

Los resultados de estimar las ecuaciones (1) y (2), así como las variantes de éstas, se consignan en el cuadro 2. Para la ecuación (1), que es una versión con expectativas racionales de la relación entre inflación y producción agregada, los resultados indican que una inflación inesperada ejerce efectos positivos sobre la producción real agregada aunque tales efectos no son estadísticamente significativos. Asimismo, existe un importante y significativo efecto de persistencia en los movimientos de la producción, como se refleja en los parámetros estimados para la variable  $Y_{t-1}$ . La ecuación (1a) es una versión de la relación entre producción e inflación que incorpora la tasa actual de inflación en lugar de su componente inesperado.

En tal virtud, esta ecuación representa una formulación de la curva de Phillips (inversa) más convencional que la especificación de la "tasa natural" contenida en la ecuación (1). Como puede verse, la inflación actual ejerce efectos negativos, pero no significantes, sobre la producción agregada.

A continuación se presentan los resultados de las ecuaciones (2) y (2a), que extienden las ecuaciones anteriores tomando en cuenta los efectos independientes que sobre la producción real ejerce la variabilidad de los precios relativos. Se observa que un incremento de la variabilidad de los precios relativos lleva a una considerable declinación de la producción agregada. Como antes, los coeficientes de las diversas variables de inflación consideradas son estadísticamente insignificantes, aun cuando el coeficiente de la inflación inesperada muestra un evidente aumento en su magnitud y significatividad. En suma, estos resultados apoyan la noción de que la variabilidad de los precios relativos tiene efectos negativos sobre la producción real. Por lo tanto, ello es consistente con los resultados correspondientes al caso de los Estados Unidos. Debe notarse, sin embargo, que a diferencia de los resultados para los Estados Unidos, no parece encontrarse ninguna relación entre producción e inflación cuando las ecuaciones son estimadas a nivel de producción agregada.

<sup>4</sup> Esto equivale a una especificación de rezagos distribuidos, restringida de forma tal que se asignan iguales coeficientes de ponderación a todos los rezagos. Los resultados obtenidos usando restricciones restringidas suplementarias fueron similares a los presentes, aunque menos satisfactorios. Rezagos distribuidos irrestrictamente no fueron usados, en virtud de que generaban abultada multicolinealidad.

## Cuadro 2

México: ecuaciones de producción agregada  
(1953-76)Variable dependiente:  $Y_t$ 

Ecuación	Constante	$Y_{t-1}$	$(DP_t - EDP_t)$	$DP_t$	$V_t$	$R^2 / SEE$	$h$
(1)	0.163 (1.28)	0.991 (94.6)	0.082 (0.81)			0.998 0.019	1.26
(1a)	0.052 (0.44)	1.000 (101.4)		-0.0903 (1.13)		0.998 0.019	0.65
(2)	0.334 (2.63)	0.978 (95.72)	0.152 (1.67)		-0.251 (2.76)	0.998 0.017	0.01
(2a)	0.282 (1.77)	0.982 (75.95)		0.065 (0.60)	-0.268 (2.00)	0.998 0.018	0.29

Notas:

- Para notación y explicación véase texto.  $SEE$  es el error standar de estimación y  $h$  es el estadístico de Durbin, para comprobar la correlación serial en los modelos autorregresivos (ver J. Johnston, p. 313). Entre paréntesis figuran los valores absolutos de los estadísticos  $t$ .
- La variable de inflación inesperada ( $DP_t - EDP_t$ ) corresponde a los residuos de la ecuación autorregresiva de inflación:

$$DP_t = 0.0129 + 0.495 DP_{t-1} - 0.091 DP_{t-2} + 0.467 DP_{t-3}$$

(0.637) (2.44) (0.41) (1.87)

$$R^2 = 0.325; DW = 1.87$$

Fuente: Datos de precios y producción publicados por el Banco de México (1969 - 1977). El cálculo de  $V_t$  es explicado en el texto.

## III. Estimación en el marco de una economía abierta

Si bien los resultados previamente obtenidos, para el caso de la producción real agregada, son útiles e indicativos, debe señalarse que se derivan de especificaciones sobre una típica economía cerrada. En el caso de una economía abierta, como la de México, que mantiene estrechos nexos económicos con el resto del mundo, puede ser más apropiado enfocar el análisis de las relaciones entre producción e inflación considerando separadamente los sectores de bienes comerciables y no comerciables.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> El grado de apertura de México puede medirse por el cociente entre el comercio exterior (exportaciones más importaciones) y el PIB, que registró un promedio medio de 21.8% en el período 1953-76. Esto puede compararse con el promedio de 10.7% para los Estados Unidos. Se ha establecido también el efecto resultante en la economía mexicana por las fluctuaciones de los precios externos, particularmente tratándose de los Estados Unidos. Véase, por ejemplo, M.I. Blejer (1981).

Varias consideraciones indican la pertinencia de una desagregación entre bienes comerciables y no comerciables internacionalmente. Particularmente, en la medida en que la economía analizada es pequeña y por lo tanto sin capacidad para influir en los precios de los mercados internacionales de bienes, la variación de los precios de sus productos comerciables se determinará exógenamente, es decir, con independencia de los agregados monetarios y fiscales internos (presumiéndose un régimen de tipo de cambio fijo y fluctuaciones sin importancia en los aranceles o en los costos de transporte), y sólo los precios de los bienes no comerciables serán afectados por tales variables internas. De manera que hay una poderosa presunción de que los impactos que causan la mayoría de las fluctuaciones en la producción de los bienes comerciables y no comerciables, diferirán tanto en su naturaleza como en su origen. Además, los cambios operados en el monto de la variabilidad de los precios relativos —que son el tema esencial del presente ensayo pueden tomar efectos de producción diferenciales entre estos dos sectores. La desagregación sectorial es también importante si se propone estimar los efectos de los diferentes tipos de impacto y alteraciones que sufre la economía sobre la balanza de pagos. Toda vez que el déficit de la balanza comercial es igual al exceso de la demanda interna de bienes comerciables sobre la oferta de los mismos dentro del país, los cambios experimentados por las variables que influyen primordialmente sobre la oferta de bienes comerciables, a través de la relación entre producción e inflación (cambios, p. ej. en la variabilidad de los precios relativos), tendrán repercusiones distintas sobre la balanza de pagos de las queemanan de los efectos ejercidos por esas mismas variables, sobre la oferta de producción interna en el sector de bienes no destinados al comercio internacional.

Las ecuaciones fundamentales de producción aquí analizadas son las contrapartidas directas, en una economía abierta, de las precedentes ecuaciones (1) y (2):

$$Y_t^i = \beta_0^i + \beta_1^i Y_{t-1}^i + \beta_2^i (DP_t^i \cdot EDP_t) + e_t^i \quad (4)$$

$$Y_t^i = \alpha_0^i + \alpha_1^i Y_{t-1}^i - \alpha_2^i (DP_t^i \cdot EDP_t) + \alpha_3^i V_t + u_t^i \quad (5)$$

donde  $T$  denota el sector de bienes comerciables y  $NT$  el de no comerciables.

En principio, los términos de precios relativos (o inflación inesperada) que figuran en (4) y (5) son muy similares a los de (1) y (2). Ahora bien, su interpretación en el contexto de una economía abierta difiere de la asociada con las especificaciones de una economía cerrada. Para apreciar esta diferencia, nótese que la tasa de inflación agregada se define como un promedio ponderado de las tasas de inflación en ambos sectores:

$$DP_t = \lambda DP_t^T + (1 - \lambda) DP_t^{NT}$$

donde  $\lambda$  es la parte correspondiente a los bienes exportables en el total de gastos. Bajo el supuesto de expectativas racionales, la tasa esperada de inflación viene dada por:

$$EDP_t = EDP_t^T + (1 - \lambda) EDP_t^{NT} \quad (6)$$

y las tasas esperadas de inflación sectorial obedecen a:

$$DP_t^i = EDP_t^i + z_t^i, i = T, NT \quad (7)$$

donde  $z_t^i$  es el error en las expectativas. Con estas especificaciones, los términos de inflación relativa presentes en las ecuaciones de producción (4) y (5) pueden expresarse, según (6) y (7), como sigue:

$$DP_t^T \cdot EDP_t = z_t^T + (1 - \lambda) (EDP_t^T - EDP_t^{NT}) \quad (\text{bienes comerciables}) \quad (8)$$

$$DP_t^{NT} \cdot EDP_t = z_t^{NT} + \lambda (EDP_t^{NT} - EDP_t^T) \quad (\text{bienes no comerciables})$$

Según (4) y (8), el término de inflación relativa pertinente para la determinación de la producción en cada sector tiene dos componentes: la inflación sectorial inesperada [ $z_t^i$ , que es definida en (7)] y la modificación esperada en los términos de intercambio.<sup>6</sup> De tal forma, las especificaciones entrañan la noción de que, cuando un sector dado experimenta una tasa inesperada de inflación (sectorial) o un mejoramiento esperado de su relación de intercambio, habrá un aumento del monto de recursos empleados en ese sector, lo que, a su vez, dará por resultado un aumento de la producción.<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Hay que entender aquí, por este concepto, los precios relativos de los bienes comerciables en relación con los bienes no comerciables y no debe ser confundido con el concepto clásico de relación de precios de intercambio, que hace referencia a los precios relativos de las exportaciones con respecto a las importaciones.

<sup>7</sup> Aquí, la presunción esencial es que la inflación sectorial inesperada y los mejoramientos esperados en los términos de intercambio causan un desplazamiento hacia afuera en la demanda sectorial de mano de obra y de otros factores variables, acrecentando, con ello, el empleo y la producción. Acerca de los efectos de los términos de intercambio y de los movimientos inesperados de precios sobre el producto agregado de una economía abierta, véase L. Leiderman (1979). En cuanto a la derivación y estimación de formas reducidas de producción, conforme a consideraciones del mercado de mano de obra, ver M.I. Blejer y R.B. Fernández (1980).

A fin de clarificar más las consideraciones de economía abierta (comerciables/no comerciables) subyacentes en las ecuaciones (4) y (5), se debe tomar en cuenta lo que implican estas especificaciones desde el punto de vista de la "hipótesis de la tasa natural de desempleo".

De acuerdo con esta hipótesis, es únicamente la porción inesperada de la tasa de inflación la que influye en variables económicas reales tales como la producción real agregada. Las ecuaciones de producción de bienes comerciables y de no comerciables antes postuladas, incorporan esta versión de la "hipótesis de la tasa natural de desempleo" cuando se trata de "sorpresa inflacionarias", ya que tales sorpresas ejercen en todos los sectores unos efectos iguales y uniformes sobre la producción.<sup>8</sup>

Ciertamente, puede verse que un aumento esperado uniforme (en todos los sectores) de la tasa de inflación no tendrá influencia sobre la producción real; los movimientos uniformes de la inflación sólo pueden afectar la producción real si son inesperados (esto es, mediante las  $z_i^i$ ). Ahora bien, en la medida en que las fluctuaciones de la tasa de inflación agregada vayan acompañadas de variaciones en la relación de intercambio entre bienes comerciables y no comerciables, la producción se acrecentará en unos sectores y declinará en otros —lo que dependerá de los coeficientes de ponderación de los sectores—. En este caso, también las variaciones esperadas de la tasa global de inflación pueden alterar la producción real agregada. Aunque esta característica de las ecuaciones (4) y (5) no resulta directamente de la versión de la "hipótesis de la tasa natural" antes indicada, sí guarda congruencia con el comportamiento optimizante de los agentes en la economía abierta (relación entre bienes comerciables y no comerciables) aquí examinada.<sup>9</sup>

Los cuadros 3 y 4 muestran los resultados de las estimaciones de diversas variantes de las ecuaciones (4) y (5). Considerérense, en primer lugar, los resultados para la producción en el sector de bienes no comerciables (cuadro 3). Los parámetros estimados de las ecuaciones (4) y (4a), ecuaciones que no incluyen la variabilidad de los precios relativos, muestran que la variable de inflación relativa ( $DP_i^i - EDP_i$ ) tiene un efecto significativo y positivo sobre la producción, en tanto que la inflación real (o realizada) tiene efectos negativos sobre la producción, aunque los coeficientes no son estadísticamente significativos. En las ecuaciones (5) y (5a), se incluye la medida de variabilidad de los precios relativos en las ecuaciones de producción. En el caso de (5), la variable de inflación inesperada sigue siendo positiva y significativa, y la variabilidad de los precios relativos tiene efectos negativos significativos sobre la producción de bienes no exportables.

<sup>8</sup> El término "sorpresa inflacionaria" se refiere aquí a un cambio inesperado en la tasa de inflación.

<sup>9</sup> Véase Leiderman (1979), para mayor discusión de este tema a un nivel diferente de agregación de economía abierta.

Cuadro 3

México: ecuaciones de bienes no comerciables  
(1953-75)Variable dependiente:  $Y_t^{NT}$ 

Ecuación	Constante	$Y_{t-1}^{NT}$	$(DP_t^{NT} \cdot EDP_t)$	$DP_t$	$V_t$	$R^2/SEE$	$h$
(4)	0.026 (0.46)	1.006 (94.22)	0.174 (1.86)			0.998 0.020	0.155
(4a)	-0.040 (0.71)	1.020 (95.00)		-0.119 (1.40)		0.998 0.020	0.005
(5)	0.108 (1.90)	0.994 (97.83)	0.184 (2.29)		-0.265 (2.83)	0.998 0.017	-0.813
(5a)	0.707 (0.90)	1.00 (71.01)		0.025 (0.23)	-0.279 (1.92)	0.998 0.019	-0.284

Notas:

- Ver nota fuente del cuadro 2.
- Entre los bienes no comerciables figuran: construcción y vivienda, transporte y comunicaciones, comercio, servicios públicos y otros servicios, y se dividen en diez sectores.
- Como anteriormente,  $EDP$ , se formuló como los valores ajustados de la ecuación que se indica en la nota del cuadro 2.

Este último resultado es válido también para (5a), ecuación en la que la tasa inflacionaria real no es significativamente diferente de cero. En todos los casos, los resultados indican que existen intensos efectos de persistencia en la producción y los estadísticos  $h$  son congruentes con la ausencia de correlación serial. La importancia que tiene la variabilidad de precios relativos en la especificación de la ecuación de producción, queda indicada por la reducción en el error estándar de la estimación al incluirse esta variable en la ecuación.

Resultados análogos se obtienen para las ecuaciones de producción de bienes comerciables, consignadas en el cuadro 4. En particular, (5) y (5a) ratifican la hipótesis de que tanto  $DP_t \cdot EDP_t$ , como  $V_t$ , tienen importantes efectos sobre la producción. Al mismo tiempo, la tasa real de inflación revela un coeficiente estadísticamente no significativo.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Nótese que la variable incluida en las ecuaciones de producción sectorial es  $V_t$ , la cual es una medida de la variabilidad de precios relativos en ambos sectores de la economía. Si bien, en principio, las estimaciones de la variabilidad de los precios relativos de los sectores ( $V_t^S$  y  $V_t^T$ ) podrían remplazar a  $V_t$  en las ecuaciones (5), la hipótesis es que las señales de precios, y las otras funciones distributivas de los precios, son alteradas por la variabilidad en la economía entera y no por variaciones en cada uno de los sectores. Por eso, se considera a  $V_t$  como la variable más apropiada para captar semejante efecto. En estimaciones suplementarias, que no se presentan en este ensayo, se sustituyó en los dos sectores  $V_t$  por  $V_t^{NT}$  y  $V_t^T$  con resultados en gran parte insensibles a este cambio, habida cuenta de que las tres variables están sumamente correlacionadas.

Comparando en los dos sectores las ecuaciones estimadas (5), (versión ampliada para la economía abierta de la relación entre producción e inflación), se observa que los efectos negativos sobre la producción de la variabilidad de los precios relativos son cuantitativamente similares entre sí. Las reacciones de la producción frente a las variaciones inesperadas de inflación son positivas, para los dos sectores, siendo relativamente mayor la forma de reaccionar de la producción de bienes comerciables que la que muestra la producción de no comerciables.

Cuadro 4

**Méjico: ecuación de producción para bienes comerciables (1953-75)**

Variable dependiente:  $Y_t^T$

Ecuación	Constante	$Y_{t-1}^T$	$(DP_t^T - EDP_t)$	$DP_t$	$V_t$	$R^2/SEE$	$h$
(4)	0.167 (3.24)	0.981 (104.41)	0.265 (2.69)			0.998 0.017	1.771
(4a)	0.094 (1.53)	0.994 (84.49)		-0.089 (0.96)		0.998 0.019	0.600
(5)	0.240 (4.96)	0.967 (114.30)	0.240 (2.95)		-0.257 (3.10)	0.999 0.014	0.801
(5a)	0.274 (3.39)	0.963 (65.88)		0.128 (1.19)	-0.392 (2.90)	0.998 0.016	0.825

*Notas:*

- i) Véanse notas a cuadros 2 y 3.
- ii) Para tomar en cuenta los efectos de la devaluación del peso, en octubre de 1954, sobre la producción de bienes exportables adicionales, las ecuaciones del presente cuadro se estimaron con la inclusión de variables simuladas para 1955 y 1956. Ambas variables resultaron ser aproximadamente de la misma magnitud y de signos opuestos.

#### IV. Conclusiones

La investigación empírica de la relación entre la variabilidad de los precios relativos y la correspondencia entre producción e inflación, en el caso de México (1953 - 76), ha indicado que cambios en el monto de la variabilidad de los precios relativos tiene efectos negativos sobre el nivel de la producción global. Sin embargo, de estas ecuaciones agregadas no han surgido relaciones significativas entre producción e inflación. Con este último resultado en mente, y en vista del relativamente alto grado de

apertura de la economía mexicana, se incorporaron consideraciones de economía abierta en las especificaciones estimadas. Al ampliarse el análisis empírico, desagregando la producción entre bienes comerciables y no comerciables, lo que se advierte es que ambas son funciones decrecientes de la variabilidad de los precios relativos. Más aún, en el caso desagregado se obtienen respuestas positivas y significativas de las producciones sectoriales a las variables de inflación inesperada que se consideran ( $DP_t^i - EDP_{t-1}$ ,  $i = T, NT$ ). Así pues, en su conjunto, los resultados encontrados para México corroboran la especificación de una versión ampliada de la "tasa natural", acerca de la correspondencia entre producción e inflación, versión que no sólo toma explícitamente en cuenta los efectos reales negativos que traen aparejados los aumentos en la variabilidad de los precios relativos, sino también aquellas consideraciones de economía abierta pertinentes.

## Bibliografía

- Alchian, A. A., (1970). "Information Costs, Pricing, and Resource Unemployment", in Edmund S. Phelps et. al., *Microeconomic Foundations of Employment and Inflation Theory*. New York: Norton.
- Banco de México, (1969). *Cuentas Nacionales y Acervos de Capital Consolidados y por Tipo de Actividad Económica, 1950-67*, México.
- Banco de México, (1976). *Estadísticas de la Oficina de Cuentas de Producción, 1960-76*, México.
- Batra, R.N., y Aman, U. (1974). "Competitive Firm and the Theory of Input Demand under Price Uncertainty", *Journal of Political Economy*, Vol. 82, Mayo/Junio, pp. 537-548.
- Blejer, M.I., (1981). "A Note on the International Transmission of Inflation: The Impact of U.S Inflation on Mexico," *Economic Letters*, Vol. 8, pp. 379-384.
- Blejer, M.I., y Fernández, R.B. (1980). "The Effects of Unanticipated Money Growth on Prices and on Output and its Composition in a Fixed Exchange Rate Open Economy", *Canadian Journal of Economics*, Vol 13, Febrero, pp. 92-95.
- Blejer, M.I., y Leiderman, L. (1980). "On the Real Effects of Inflation and Relative Price Variability: Some Empirical Evidence", *Review of Economics and Statistics*, Noviembre.
- Blejer, M.I., y Leiderman, L. (1982). "Inflation and Relative Price Variability in the Open Economy", *European Economic Review*.
- Friedman, M., (1969). "The Role of Monetary Policy", *American Economic Review*, Vol. 58, Marzo, pp. 1-17.
- Friedman, M., (1977). "Nobel Lecture: Inflation and Unemployment", *Journal of Political Economy*, Vol. 58. Junio, pp. 451-72.
- Gray, J.A., (1978). "On Indexation and Contract Length", *Journal of Political Economy*, Vol. 86, Febrero, pp. 1-18.
- Hayek, F.A., (1945). "The use of Knowledge in Society", *American Economic Review*, Vol. 35, Septiembre, pp. 519-30.
- Johnston, J., (1972). *Econometric Methods*, New York: McGraw-Hill 1972, 2nd edition.
- Keynes, J.M., (1924). *Tract on Monetary Reform*, New York: Harcourt, Brace & Co.
- Leiderman, L., (1979). "Expectations and Output-Inflation Tradeoffs in a Fixed Exchange Rate Economy", *Journal of Political Economy*, Vol. 87. Diciembre, pp. 1285-1306.
- Lucas, R.E. Jr., (1973). "Some International Evidence on Output-Inflation Tradeoffs", *American Economic Review*, Vol. 63, Junio, pp. 326-34.
- Parks, R.W., (1978). "Inflation and Relative Price Variability", *Journal of Political Economy*, Vol. 86, Febrero, pp. 79-96.

- Sandmo, A., (1971). "Competitive Firm under Price Uncertainty", *American Economic Review*, Vol. 61, Marzo, pp. 65-73.
- Sargent, T.J., (1973). "Rational Expectations, the Real Rate of Interest and the Natural Rate of Unemployment", *Brookings Papers on Economic Activity*, pp. 429-79.
- Theil, H., (1967). *Economics and Information Theory*, Chicago: Rand McNally.

# Un modelo de simulación de precios para la economía mexicana\*

Santiago Levy

## I. Introducción

En una economía multisectorial, un cambio exógeno en el precio de algún bien y/o factor tendrá repercusiones a través de todo el sistema económico. Este cambio alterará la estructura de precios relativos y, asimismo, tendrá un impacto sobre el nivel general de precios.

En este ensayo se presenta un modelo de formación de precios que captura las características esenciales de la economía mexicana y, al mismo tiempo, se puede usar para simular empíricamente los cambios exógenos antes mencionados. El objetivo es contar con un instrumento que ayude a analizar el impacto de diferentes cambios exógenos y permita evaluar políticas económicas alternativas.

El trabajo está organizado de la siguiente forma:

En la sección II se discuten las bases teóricas del modelo que determina la estructura de precios relativos, así como la construcción de los índices generales del nivel de precios.

La sección III contiene una extensión del modelo que permite simular el efecto de cambios en el precio de uno o varios bienes y/o factores, bajo el supuesto de que el resto de los precios se ajustan pasivamente ante este cambio.

En la sección IV se consideran una vez más los efectos de cambios exógenos en alguna variable, pero bajo el supuesto de que el gobierno impone "topes" de precios en algunos sectores. El supuesto que se hace en esta sección es que aquellos sectores en que el precio está controlado, experimentan una disminución en sus márgenes de ganancia cuando aumenta el precio de algún factor y/o bien que es usado como insumo.

\* Esta investigación fue financiada por el Departamento de Estudios Económicos del Banco Nacional de México. Quisiera expresar mi agradecimiento a mis colegas Enrique Dávila y Saúl Lizondo, por sus valiosos comentarios, así como a Nisso Bucay por su trabajo como asistente de investigación. Todos los errores restantes son mi responsabilidad.

Para estos sectores el modelo calcula también la reducción inducida en los márgenes de ganancia.

Los datos utilizados en la parte empírica del trabajo se describen en la sección V, mientras que los resultados de varias simulaciones del modelo se presentan en la sección VI. Las simulaciones que se llevaron a cabo intentan medir los efectos de cambios recientes que han sido observados en la economía mexicana, sobre todo en cuanto a movimientos de la tasa de cambio, la tasa de salarios, las tasas impositivas y los precios de algunos productos controlados por el sector público.

Los resultados principales del documento se resumen en la sección VII, donde también se indica cómo este modelo de precios se podría modificar, sobre todo en cuanto a la introducción de elementos dinámicos de ajuste y/o cambios en la tecnología de la economía.

## II. Un modelo de precios

La dificultad principal para construir un modelo de precios relativos para la economía mexicana reside en el tratamiento que se le da a las importaciones. Si la mayor parte de las importaciones fueran competitivas con la producción nacional y, adicionalmente, si el comercio exterior se manejara exclusivamente vía el uso de tarifas, entonces los precios internos estarían determinados fundamentalmente por los precios mundiales. Bajo estas circunstancias, se podrá escribir el vector de precios internos,  $\bar{p}$ , como:

$$p = eP_i^*(1 + t_i) \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

donde  $e$  es la tasa de cambio (pesos/moneda extranjera),  $P_i^*$  es el precio mundial del bien  $i$  y  $t_i$  la tarifa *ad valorem* para el caso en que el bien  $i$  sea un importable, o bien el impuesto (o subsidio) en el caso en que se trate de un exportable. La ecuación (1) describe una situación en donde las variables de la economía (al menos en el caso de los bienes comerciables) se ajustan a los precios mundiales.

Por el otro lado, si la mayor parte de las importaciones son de bienes que no compiten con la producción interna y, al mismo tiempo, el control del comercio exterior se lleva a cabo fundamentalmente vía el uso de cuotas, permisos previos de importación y otros mecanismos diferentes de las tarifas, entonces (1) no será una descripción exacta del mecanismo de formación de precios.

En el caso de la economía mexicana, se propone la segunda alternativa como una aproximación más cercana al mecanismo de formación de

precios.<sup>1</sup> De esta forma, el modelo de precios será construido bajo el supuesto de que la formación de precios es, esencialmente, un fenómeno "interno", donde los precios mundiales juegan un papel secundario.

Más concretamente, se hace el supuesto de que todas las importaciones son de bienes no-competitivos y, por lo tanto, la única influencia que los precios mundiales tienen sobre los precios internos es a través de cambios en los precios de las importaciones no-competitivas.

Bajo los supuestos anteriores, se puede ahora escribir la ecuación fundamental de formación de precios como:

$$p = pA + ep^*V + i + s + b, \quad \text{donde:}^2 \quad (2)$$

$p(1, n)$  = vector de precios unitarios internos.

$A(n, n)$  = matriz de coeficientes de insumo/ producto.

$e(1, 1)$  = tasa de cambio (pesos/moneda extranjera).

$V(m, n)$  = matriz de coeficientes de importaciones no-competitivas, donde  $v_{ij}$  mide el requerimiento del bien no-competitivo  $i$  por unidad del bien doméstico  $j$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ;  $j = 1, 2, \dots, n$ ).

$p^*(1, m)$  = vector de precios mundiales para las importaciones no-competitivas medido en moneda extranjera.

$i(1, n)$  = vector de impuestos indirectos por unidad de producción.

$s(1, n)$  = vector de pagos salariales por unidad de producción.

$b(1, n)$  = vector de ganancias por unidad de producción, incluyendo depreciación.

La ecuación (2) es una definición del vector de precios para los bienes producidos en el país.

Los determinantes de los vectores  $i$ ,  $s$  y  $b$ , serían:

$$i = (s + b)\hat{\alpha} \quad (3)$$

$$s = wl \quad (4)$$

$$b = c\hat{m} \quad (5)$$

$$c = pA + ep^*V + wl, \quad \text{donde:} \quad (6)$$

<sup>1</sup> Véase M. Cavazos (1977), para una descripción detallada de los mecanismos de control del comercio exterior de México.

<sup>2</sup> Las dimensiones de cada variable están dadas en los paréntesis adyacentes.

$\alpha(1, n)$  = vector de tasas impositivas del impuesto al valor agregado (IVA).

$w(1, 1)$  = tasa nominal de salarios.

$l(1, n)$  = vector de coeficientes trabajo/producto.

$m(1, n)$  = vector de márgenes de ganancia por unidad de producción.

$\hat{\cdot}$  = un operador que convierte un vector en una matriz diagonal.

La ecuación (3) modela a los impuestos indirectos bajo el supuesto de que los mismos se cargan en México como un porcentaje del valor agregado sectorial.<sup>3</sup> La ecuación (4) describe al vector de pagos salariales bajo el supuesto de que sólo hay un tipo de trabajo.<sup>4</sup>

Finalmente, en la ecuación (5) se modela al vector de ganancias por unidad de producción como un margen que se carga sobre los costos unitarios, donde los costos unitarios fueron definidos (en la ecuación 6) como la suma de los costos de los insumos intermedios (internos e importados), más los costos salariales. Alternativamente, se puede decir que el vector  $c$  es el vector de capital circulante (o capital de trabajo), y que las ganancias unitarias son una tasa (o margen) cargada sobre el monto de ese capital.

Al sustituir las ecuaciones (3), (4) y (5) dentro de la ecuación (2) se obtiene el vector de precios como:

$$p = pA + ep^*V + wl\hat{\alpha} + pA\hat{m}\hat{\alpha} + ep^*V\hat{m}\hat{\alpha} + wl\hat{m}\hat{\alpha} + wl + pA\hat{m} + ep^*V\hat{m} + wl\hat{m} \quad (7)$$

o despejando:

$$p = ep^*V[I + \hat{m}\hat{\alpha} + \hat{m}] \{I - A^+\}^{-1} + wl[I + \hat{m}\hat{\alpha} + \hat{m} + \hat{\alpha}] \{I - A^+\}^{-1} \quad (8)$$

donde:  $A^+ = A + A\hat{m} + A\hat{m}\hat{\alpha}$   
 $I$  = matriz de identidad.

<sup>3</sup> Por supuesto, se puede reformular la ecuación (3) como  $s = (s + b)\hat{\alpha} + \beta$ , donde  $\beta$  es un vector de impuestos indirectos adicionales al IVA. Si bien esta formulación es más completa, es difícil obtener datos para el vector  $\beta$ , aparte de que su importancia cuantitativa es secundaria.

<sup>4</sup> Una vez más, esto puede ser modificado fácilmente, reescribiendo la ecuación (4) como  $s = wG$ , donde  $G(h, n)$  es una matriz de coeficientes de trabajo/producto por categoría de trabajo,  $g_{hj}$  es el requerimiento de trabajo de categoría  $h$  por unidad de producción del bien  $j$ , ( $h = 1, 2, \dots, k$ ;  $j = 1, 2, \dots, n$ ) y  $w(1, h)$  es un vector de tasas nominales de salario por categoría de trabajo. Todo el modelo que se desarrolla a continuación se puede reescribir utilizando esta ecuación sin ninguna alteración. La dificultad es de tipo empírico, ya que no se encuentran datos para la matriz  $G$ . Desde el punto de vista teórico, la utilización del vector  $l$  en vez de la matriz  $G$  se puede justificar si se supone que la estructura salarial es constante, de tal manera que se puedan tomar a todas las categorías de trabajo como una sola mercancía compuesta.

Por lo tanto, una vez que los vectores de tasas impositivas, márgenes de ganancia y precios mundiales, junto con los valores de la tasa salarial y la tasa de cambio son conocidos, es posible obtener, vía (8), el vector de precios relativos para todas las mercancías que se producen en el país.

El sistema (8) constituye el modelo de formación de precios para la economía mexicana. Es importante notar lo siguiente:

i) Dado que  $e > 0$ ,  $\omega > 0$ ,  $l \geq 0$ ,  $V \geq 0$  y  $p^* > 0$ , la semipositividad del vector de precios depende exclusivamente de las propiedades de la matriz  $A^+$ . Dado que  $A^+ \geq 0$  se sabe, por el teorema de Frobenius, que  $(I - A^+)^{-1}$  será semi-positiva siempre y cuando la raíz dominante de  $A^+$  sea menor a uno. Este requerimiento se cumple para toda economía productiva y sólo implica que, dada la tecnología representada por la matriz  $A$ , las  $n$  tasas impositivas y márgenes de ganancia tienen cotas superiores menores al infinito. Mas aún, si la matriz  $A$  es irreducible y/o el vector  $l$  es estrictamente positivo, entonces  $p$  será también estrictamente positivo.

ii) El vector de precios  $p$  es homogéneo de grado uno en  $w$  y  $e$ . Esto es, un aumento (disminución) de la tasa de cambio y la tasa de salarios en la misma proporción no alterará la estructura de precios relativos.

La presentación del modelo de precios, empero, todavía es incompleta ya que aún no se han analizado los determinantes del vector  $m$  de márgenes de ganancia.

La endogenización del vector de márgenes de ganancia presenta dificultades analíticas especiales, ya que sus determinantes dependen crucialmente del tipo de condiciones competitivas que operen en la economía. Supóngase momentáneamente que la economía opera bajo una situación de competencia perfecta, definida por la existencia de una tasa de ganancia uniforme cargada sobre el valor de todo el capital invertido. Bajo estas condiciones el vector de ganancias se escribiría como:

$$b = g(pA + ep^*V + wl + pB) = g(c + k) \quad (9)$$

$$k = pB, \text{ donde:} \quad (10)$$

$g(1,1)$  = tasa de ganancia uniforme en todas las industrias.

$b(1,n)$  = vector de ganancias por unidad de producción bajo condiciones de competencia perfecta.

$B(n,n)$  = matriz de coeficientes de capital/ producto.

Como puede notarse de (10),  $k$  es un vector de tasas sectoriales capital/producto. Estas tasas están definidas a nivel bruto, esto es, incluyen-

do a los cargos por despreciación dentro de la matriz  $B$ , tal que  $\underline{b}$  es un vector de ganancias brutas.<sup>5</sup>

Si se utilizara a la ecuación (9) como sustituto de la ecuación (5), se obtendría un vector de precios bajo competencia perfecta, el cual generaría una tasa de ganancia uniforme para todos los sectores.

Ahora bien, es evidente que el vector de precios competitivos con una tasa de ganancia uniforme implica un cierto valor para los márgenes de ganancia cargados sobre el valor de los costos unitarios, tal y como está expresado en (5). Dicho de otra forma, existe un cierto vector de márgenes de ganancia sectoriales tal, que el volumen de ganancias generado en cada sector sea compatible con una tasa de ganancia uniforme. Se puede llamar a éste el "vector de márgenes de ganancia de equilibrio competitivo." Estos márgenes de ganancia tienen que generar, por construcción, un vector de ganancias por unidad de producto que coincida con el vector  $\underline{b}$ .

Si se igualan el vector (9) con el (5) se obtendría:

$$\hat{cm} = g(c + k) \quad (11)$$

Se puede reformular a (11) como:

$$\hat{cm} = g(\hat{c} + \hat{k}) \text{ y dado que } c > 0^6$$

$$\hat{m} = g[\hat{c}^{-1}\hat{c} + \hat{c}^{-1}\hat{k}] = g[I + \hat{c}^{-1}\hat{k}] \quad (12)$$

En la ecuación (12) se ha obtenido una expresión analítica definida, que relaciona al vector de márgenes de ganancia con la tasa de ganancia uniforme. Por lo tanto, el vector  $\underline{m}$  es el vector de "márgenes de ganancia de equilibrio competitivo" buscado.

La ecuación (12) tiene una interpretación económica interesante, que puede ser vista más claramente escribiendo el elemento típico de esta expresión, el cual sería:

$$m_j = g(1 + k_j/c_j) \quad (j=1, 2, \dots, n) \quad (13)$$

De esta expresión se puede deducir que:

i) El margen de ganancia será positivo si, y sólo si, la tasa de ganancia es positiva.

<sup>5</sup> Formalmente, se tiene que  $B = (I + \alpha)\underline{B}$  donde  $\underline{B}$  es la matriz de coeficientes netos de capital/producto y  $\alpha$  es un vector de tasas de depreciación para cada uno de los  $n$  bienes de capital (con  $0 \leq \alpha_i \leq 1$ ,  $\forall i$ ).

<sup>6</sup> Esto será cierto siempre y cuando cada industria requiera directamente de algún producto intermedio o de trabajo como insumo. Es muy poco probable observar  $c_i = 0$ .

ii) El término  $k/c_i$  es la razón del valor del capital fijo al circulante en cada industria. Si no hubiera insumos intermedios ( $A = 0, V = 0$ ) entonces  $c_i$  comprendería únicamente a los salarios y  $k/c_i$  sería equivalente a la tasa capital/trabajo de esa industria. Dicho de otra forma, puede pensarse que  $k/c_i$  es un índice de la intensidad de capital (directa) en cada sector.

De la expresión (13) puede deducirse que los márgenes de ganancia de equilibrio son una función creciente del grado de intensidad de capital de cada industria.

iii) Más aún, dado que el grado de intensidad de capital varía de sector a sector como resultado de diferencias en la tecnología, se deduce que un equilibrio competitivo ( $g_i = g, \mathbf{V}_i$ ) requiere que los márgenes de ganancia varíen de una industria a otra.<sup>7</sup>

De esta forma, mediante el uso de la expresión (12) es posible endogenizar al vector  $m$  de márgenes de ganancia. Esta expresión, empero, fue obtenida bajo el supuesto de que regían condiciones competitivas reflejadas en la existencia de una tasa de ganancia uniforme.

Existen varias razones, empero, por las cuales este último supuesto puede ser violado dadas las condiciones institucionales de la economía mexicana. En especial, el hecho de que ciertos sectores económicos sean explotados exclusivamente por el gobierno (como sería el caso de la electricidad o el petróleo) implica frenos a la libre movilidad de capital, lo cual, a su vez, se reflejará en la existencia de tasas de ganancia que pueden ser diferentes de un sector a otro.

En este caso, es necesario modificar el análisis anterior. Supóngase ahora que las condiciones competitivas que operan en la economía mexicana son tales que se reflejan en la existencia de tasas de ganancia diferentes para cada sector.<sup>8</sup> Afortunadamente, el marco analítico expuesto puede fácilmente acomodar esta nueva situación.

Se define ahora a  $g$  como un vector  $n$ -dimensional de tasas de ganancia específicas de cada sector. El vector de ganancias por unidad de producción en ausencia de competencia perfecta está dado por:

$$\underline{b} = \{c + k\} \hat{g} \quad (9')$$

Partiendo de (9') y siguiendo el desarrollo presentado anteriormente, se puede ahora encontrar el vector de márgenes de ganancia sectoriales, que estaría dado por:

$$\underline{m} = \hat{g}(I + \hat{c}^{-1}\hat{k}) \quad (12')$$

<sup>7</sup> Por lo tanto, sólo en los modelos que no incluyen capital fijo ( $k = 0$ ), se observará una equivalencia entre el margen de ganancia y la tasa de ganancia.

<sup>8</sup> Esto se puede deber no sólo a la existencia de sectores controlados por el gobierno, sino también a sectores privados caracterizados por estructuras de mercado oligopólicas que limitan la libre movilidad del capital.

o bien,

$$\underline{m}_j = g_j (1 + k_j/c_j) \quad (j=1,2, \dots, n) \quad (13')$$

Una vez más en (12') y (13') se tiene el vector de márgenes de ganancia endogenizado en función, en este caso, de las diferentes tasas de ganancia sectoriales que reflejan las condiciones competitivas de la economía. Comparando (13') con (13) se aprecia que en ausencia de competencia perfecta, ( $g_i = g$ ,  $\forall i$ ) las diferencias en los márgenes de ganancia sectoriales van a reflejar no sólo las diferencias en la intensidad de capital de cada sector ( $k_i/c_i \neq k_j/c_j$ ), sino también las diferencias en las tasas de ganancia sectoriales ( $g_i \neq g_j$ ).<sup>9</sup>

Por supuesto, las ecuaciones (12) o (12') no constituyen una teoría completa para la determinación de los márgenes de ganancia sectoriales, ya que se ha tomado a la tasa (o las tasas) de ganancia como dada(s). Empero, una investigación de cuáles son los determinantes de la (o las) tasa de ganancia en la economía mexicana pasa de los límites de este ensayo, el cual se limita exclusivamente a medir los márgenes de ganancia empíricamente observados en la economía mexicana y tomar a éstos como el vector  $\underline{m}$  de (12').

Mientras que la ecuación (8) da el vector de precios relativos para la economía, se requiere de una medida del índice general del nivel de precios. Se construirán dos de estos índices: un índice de precios del consumidor y un índice para el valor del total de la demanda final. Definiendo ahora a:

$$\phi^{(1)} = p \cdot r_1^1 \text{ con } i = 1, 2 \text{ y } ^1 \text{ indicando traspuesta,} \\ \text{donde } r_i (i = 1, 2) \quad (14)$$

es un vector de cantidades para los bienes producidos en la economía. Los elementos del vector  $r_1$  son la canasta de bienes comprada por el consumidor promedio en un año dado, mientras que los elementos de vector  $r_2$  son las cantidades de todos los bienes destinados a la demanda final (consumo, inversión y exportaciones) en el mismo año. La composición de los vectores  $r_1$  y  $r_2$  se tomará como fija, tal que  $\phi^{(1)}$  y  $\phi^{(2)}$  representan índices de precios de tipo Laspeyres.<sup>10</sup>

<sup>9</sup> Evidentemente, en el caso en que  $g_i = g_j \forall i, j$  se tendrá que (12) y (12') coincidirán.

<sup>10</sup> Estos índices de precios no son comparables a los publicados por el Banco de México ya que tanto el número de artículos incluido en cada índice como el año base tomado para las ponderaciones, es diferente. Aún así, ambos índices deben de reflejar las mismas tendencias.

### III. Simulaciones bajo "ajustes pasivos"

Las ecuaciones (8) y (14) son una descripción completa del vector de precios relativos y los dos índices generales del nivel de precios. En la ecuación (8) se pueden variar exógenamente el valor de la tasa de cambio ( $e$ ), de la tasa nominal de salarios ( $w$ ), de los precios mundiales ( $p^*$ ) o, finalmente, de las tasas impositivas ( $\alpha$ ).

Al introducir diferentes valores para estas variables es posible generar varios vectores de precios relativos y evaluar cómo responden éstos ante los cambios exógenos señalados.

Digamos ahora que  $p^0$  es el vector de precios "original" o antes del cambio exógeno en el valor de alguna variable, y  $p^1$  es el vector de precios "nuevo" o después del cambio de alguna variable. Por supuesto, es perfectamente factible simular cambios en dos o más variables simultáneamente. Utilizando esta notación, se define ahora a:

$$\pi^{(i)} = \{p^1 \cdot r_i^1 - p^0 \cdot r_i^0\} / p^0 \cdot r_i^0 \quad (i = 1, 2) \quad (15)$$

donde  $\pi^{(1)}$  es una medida del impacto "inflacionario" del cambio exógeno simulado sobre el índice de precios del consumidor y  $\pi^{(2)}$  mide lo mismo en relación al índice de precios de la demanda final.<sup>11</sup>

Utilizando, por tanto, a (8) y a (15) es factible evaluar el impacto de los cambios exógenos mencionados sobre la estructura de precios relativos así como sobre los índices generales del nivel de precios.

En ciertas situaciones, empero, es necesario considerar no sólo los cambios mencionados anteriormente, sino también modificaciones exógenas en los precios de una o varias de las mercancías producidas por la economía.<sup>12</sup>

Sea  $p^0$  la solución "original" de (8), y supóngase que partiendo de esta situación se desea analizar el impacto de un cambio simultáneo exógeno en el precio de  $m$  ( $1 \leq m \leq n$ ) productos.

Digamos que las  $m$  mercancías cuyo precio va a variar exógenamente pertenecen al conjunto  $C$ , y que cada una de ellas está indizada por  $c$ .

Sea  $\delta$  un vector  $n$ -dimensional que contiene los cambios porcentuales

<sup>11</sup> Siempre que se habla de impacto "inflacionario" se hace el supuesto implícito de que la oferta monetaria se ajusta pasivamente para acomodar el nuevo nivel general de precios.  $\pi^{(2)}$  es lo que comúnmente se conoce como "deflactor del PIB".

<sup>12</sup> Un ejemplo de esto serían los cambios recientemente experimentados en los precios de los productos del petróleo, electricidad y algunos alimentos.

deseados para los  $m$  productos, cuyo precio va a variar exógenamente.<sup>13</sup> Esto es, el vector  $\delta$  tiene las propiedades:

$$\begin{aligned}\delta_c &\geq 0, \forall c \in C \\ \delta_i &= 0, \forall i \neq c, \\ i &= 1, 2, \dots, n\end{aligned}\tag{16}$$

donde un subíndice se refiere al  $i$ -ésimo componente del vector respectivo.

Se busca ahora a un nuevo vector de precios,  $p^1$  que satisfaga a:

$$p_c^1 = p_c^0 (1 + \delta_c), \forall c \in C\tag{17}$$

Una forma natural de obtener (17) es pensar en la imposición de impuestos "como si" en cada uno de los  $m$  productos, cuyo precio va a variar exógenamente. Dicho de otra forma, se buscará una cierta tasa impositiva para cada uno de los productos del conjunto  $C$  cuyo efecto sea aumentar el precio respectivo en  $\delta_c\%$ . Considérese, por lo tanto, la siguiente versión de (7):

$$\begin{aligned}p &= pA + ep^*V + wl\hat{\alpha} + pA\hat{m}\hat{\alpha} + ep^*V\hat{m}\hat{\alpha} + wl\hat{m}\hat{\alpha} \\ &\quad + wl + pA\hat{m} + ep^*V\hat{m} + wl\hat{m} + pt\end{aligned}\tag{18}$$

donde  $t(1, n) =$  vector de tasas impositivas con las siguientes propiedades:

$$t_c \geq 0, \quad \forall c \in C\tag{19}$$

$$t_i = 0, \quad \forall i \neq c$$

Al resolver (18) se obtiene un nuevo vector de precios,  $p^1$ , que será diferente de  $p^0$  siempre y cuando se observe que, para al menos uno de los productos del conjunto  $C$ ,  $\delta_c > 0$ .<sup>14</sup>

Del sistema (18) puede observarse que si  $t_c > 0$ , algún  $c$ , entonces  $p^1 \geq p^0$ . Más aún, si la matriz  $A$  es irreducible y/o cualquiera de los productos que pertenece al conjunto  $C$  es un producto básico, se observará que  $p^1 > p^0$ .

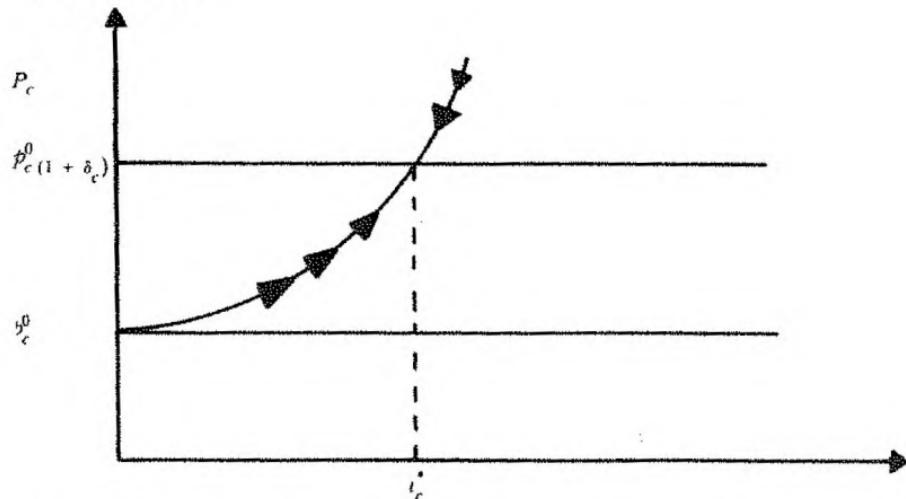
El problema ahora se reduce a encontrar al vector de tasas impositivas "como si", esto es, a los valores específicos para cada  $t_c$ , tal que (17) sea observado. Para esto es conveniente notar que para cada  $c \in C$ , el

<sup>13</sup> Estos cambios porcentuales, evidentemente, pueden ser diferentes para cada producto.

<sup>14</sup> Si  $\delta_c = 0 \forall c \in C$ , entonces no habría ninguna modificación exógena para simular, y tendríamos que  $p^0 = p^1$ .

mapeo de  $t_c$  a  $p_c$  es continuo y monotónicamente creciente.<sup>15</sup> Esto es, conforme aumenta el impuesto a alguno de los productos del conjunto  $C$ , lo mismo sucederá con su precio respectivo. Por lo tanto, para cada  $c \in C$ ,  $\exists$  un cierto  $t_c^*$ , llamémosle  $t_c^*$ , tal que se observe que  $p_c^1 = p_c^0(1 + \delta_c)$ . Se puede interpretar al vector  $t^*$  como las tasas impositivas "como si" a los productos del conjunto  $C$  que generan los aumentos señalados en (17).

Gráficamente:



Es importante notar, por otro lado, que si  $m > 1$ , cada  $t_c$  será una función de los  $(m-1)$   $t_c$  restantes. Esto es así ya que (18) es un sistema de ecuaciones simultáneas y, por lo tanto, al afectar un precio se afecta también la estructura de costos —y por ende el precio— de los  $(n-1)$  productos resultantes. Esto último implica, entonces, que es necesario determinar a todos los  $t_c^*$  en forma simultánea.

A continuación se presenta un algoritmo para resolver este problema. *Algoritmo 1:* Sea  $j$  un contador de iteraciones. Postúlese como valor inicial para el vector  $t$ :  $t^0 = (1/2) \delta$ . Dado  $t^j$ , calcúlese el vector  $p^j$  vía la regla 1.1.

*Regla 1.1.:* 
$$p^j = e p^* V (I + \hat{m} \hat{\alpha} + \hat{m}) (I - (A^+ + \hat{t}^j)^{-1}) + w l (I + \hat{m} \hat{\alpha} + \hat{m} + \hat{\alpha}) (I - (A^+ + \hat{t}^j))^{-1}$$

Para cada  $c \in C$  calcúlese el valor  $w_c^j$  como:

$$w_c^j = \{(1 + \delta_c) P_c^0 - p_c^j\} / p_c^j$$

<sup>15</sup> Estrictamente, el mapeo no es continuo en todo el dominio de  $t_c$  ( $-\infty < t_c < \infty$ ), sino en aquel intervalo donde la raíz dominante de  $(A^+ + \hat{t})$  esté acotada entre  $(0, 1)$ . Este es el intervalo, empero, donde el problema tiene interés económico.

Dados los  $m$  valores de  $u_c^i$ , ajústese el vector  $t^{i+1}$  de acuerdo a la Regla 1.2.

*Regla 1.2:* Si, para  $\forall c \in C$   $u_c^i \leq x$ , entonces  $t_c^i = t_c^*$  y  $p_c^i = p_c^1$  en caso contrario.

$$t_c^{i+1} = t_c^i + (1/2)u_c^i \text{ y regresese a la Regla 1.1. para obtener a } p_c^{i+1}.$$

Intuitivamente, el algoritmo postula un impuesto inicial para cada una de las mercancías del conjunto  $C$  y obtiene el precio correspondiente. Si el precio de cada uno de estos productos está por arriba (abajo) del valor deseado, entonces el algoritmo reduce (aumenta) el impuesto respectivo. Este procedimiento se repite hasta llegar a los valores deseados para los precios de todos los productos del conjunto  $C$ .<sup>16</sup>

La convergencia del proceso iterativo postulado se prueba fácilmente ya que las Reglas 1.1. y 1.2. generan una secuencia monótonicamente creciente (decreciente) para los  $m$  precios del conjunto  $C$  con una cota superior (inferior).

Es importante hacer notar que aún si  $\delta_c > 0$ ,  $\forall c \in C$ , no necesariamente se observará que  $t_c^* > 0$ ,  $\forall c \in C$ . La razón de esto es la siguiente: al aumentar el precio de cualquiera de las mercancías del conjunto  $C$ , posiblemente aumentarán todos los precios restantes,<sup>17</sup> *a priori*, sin embargo, no es posible determinar si el aumento endógenamente determinado para los  $(m-1)$  productos restantes del conjunto  $C$  coincidirá exactamente con los postulados en (17).

Más aún, es posible que dado un aumento exógeno en el precio de uno de los  $m$  productos de  $C$ , los aumentos endógenamente determinados para los  $(m-1)$  productos restantes excedan a los postulados en (17).<sup>18</sup> Este sería el caso, por ejemplo, si el aumento exógeno en uno de los precios es "muy alto" y se da en el caso de un producto básico utilizado intensivamente en la producción del resto de los productos de la economía. En consecuencia, todos los precios tendrían que aumentar dado el incremento en costos. Empero —y éste, es el punto importante—, los aumentos para los productos del conjunto  $C$  no se determinan libremente, sino

<sup>16</sup> Estrictamente, el algoritmo no alcanza los valores exactos para  $p_c^1 \forall c \in C$ , tal y como está especificado en (17). Como se puede ver de la Regla 1.2., la solución se define cuando la diferencia entre  $p_c^1$  y  $p_c^0(1 + \delta_c)$  es, para cada  $c \in C$ , menor que el valor de  $x$ . Esto se hace exclusivamente con el objeto de alcanzar convergencia finita del algoritmo, y el escalar  $x$  se puede hacer tan pequeño como se desee, dependiendo de la exactitud requerida. ( Nótese que  $x$  es un margen de error porcentual.)

<sup>17</sup> Esto dependerá de si la matriz  $A$  es irreducible, o bien si alguno de los productos del conjunto  $C$  es un bien básico.

<sup>18</sup> Lo mismo es cierto, por supuesto, si lo que varía es algún otro parámetro como la tasa de salarios, el tipo de cambio, etc.

que tienen que satisfacer a (17). Estos aumentos, a su vez, pueden ser insuficientes para acomodar los aumentos en costos.

Bajo estas condiciones, se observará que  $t_c^*$  será negativo para aquellos productos cuyo aumento en precio, en caso de ser determinado libremente, hubiese excedido a  $\delta_c\%$ . La interpretación económica es clara:  $t_c^* < 0$  implica que estos productos tienen que recibir un subsidio (y/o tienen que disminuir sus márgenes de ganancia) para poder cumplir con (17).

De la discusión anterior se puede concluir, por lo tanto, que el vector  $t$  introducido en (18), además de ser un instrumento útil para modelar los cambios exógenos de precios deseados, contiene información económica importante.

Concretamente, sólo en el caso en que  $t_c^*$  sea positivo se podrá afirmar que el aumento de  $\delta_c\%$  en el precio de esa mercancía realmente se tradujo en un incremento relativo de ese precio. Por el contrario,  $t_c^* < 0$  señala que el aumento de precio de  $\delta_c\%$  fue insuficiente para acomodar los incrementos en costos, generando así la necesidad de un subsidio (y/o una reducción en el margen de ganancia respectivo).

#### IV. Simulaciones con "topes de precio"

En el análisis presentado en la sección III se supuso que, dados los aumentos decretados en los precios de los  $m$  productos del conjunto  $C$ , los precios de los  $(n-m)$  productos restantes se ajustaban libremente.<sup>19</sup> Esto, sin embargo, puede no ser el caso si algunos de los  $(n-m)$  productos restantes tienen un "tope" de precio impuesto por el gobierno. El propósito de esta sección es modificar los resultados anteriores para considerar esta posibilidad.

Dividiendo el conjunto de los  $n$  productos en tres subconjuntos mutuamente excluyentes, se obtienen: el conjunto  $C$ , que contiene a  $m$  productos ( $n > m \geq 1$ ) indizados por  $c$ , y son aquellos cuyo precio va a variar exógenamente de acuerdo con (17); el conjunto  $Q$ , que contiene a 1 producto [ $(n-m) \geq 1 \geq 1$ ] indizado por  $q$ , y son aquellos cuyo precio tiene un tope impuesto por el gobierno; por último, el conjunto  $R$ , que contiene a  $k$  productos [ $0 \leq k = n - (m + 1)$ ], indizados por  $r$ , y son aquellos cuyo precio se puede ajustar libremente ante cualquier cambio exógeno. Estos tres conjuntos engloban al total de productos elaborados por la economía.<sup>20</sup>

Se requiere ahora a un vector de precios  $p^1$  con las siguientes propiedades:

$$p_c^1 = p_c^0 (1 + \delta_c), \quad \forall c \in C \quad (20)$$

<sup>19</sup> Esta sección supone que  $m < n$ . De otra forma el análisis carecería de sentido.

<sup>20</sup> Esto es,  $m + 1 + k = n$ .

$$p_q^1 = p_q^0 \quad \forall q \in Q \quad (21)$$

El supuesto que se hace para modelar la existencia de topes de precios es el siguiente: para aquellos productos que pertenecen al conjunto  $Q$ , los márgenes de ganancia respectivos se reducen en la proporción necesaria para acomodar los aumentos en costos, al mismo tiempo que su precio permanece constante. Con este propósito, se reformula el vector de márgenes de ganancia como:

$$m = m + d \quad \text{con las propiedades} \quad (22)$$

$$d = \{ d \mid d_q \leq 0, \forall q \in Q; d_{c,r} = 0 \quad \forall c \in C \text{ y } \forall r \in R \} \quad (23)$$

donde  $d$  es un vector  $n$ -dimensional de ajustes para los márgenes de ganancia.

Se sustituye a la matriz  $\hat{m}$  por  $\hat{m}$  en (8) y utiliza al vector  $d$  para calcular las reducciones requeridas en los márgenes de ganancia para todos los productos del conjunto  $Q$ , dados los aumentos exógenos en los precios de los productos del conjunto  $C$ .<sup>21</sup>

El único problema restante es obtener al vector de precios  $p^1$  con las propiedades (20) y (21). Este problema se resuelve mediante el siguiente algoritmo:

*Algoritmo 2:* Sea  $j$  un contador de iteraciones. Postúlese como valores iniciales para los vectores  $t^j$  y  $d^j$ :  $t^j = (1/2\delta, d^j = 0)$ . Esto, vía (22), determina el valor de  $\{m\}^j$ . Con estos valores, obténgase al vector  $p^j$  vía la Regla 2.1.

*Regla 2.1.:* Use el Algoritmo 1 para generar un vector de precios que satisfaga a (20). Llámesele a este vector  $p^j$ . Dado  $p^j$ , calcúlese  $d^{j+1}$  como:

$$d_q^{j+1} = (p_q^j - p_q^0) / p_q^0, \quad \forall q \in Q$$

$$d_{c,r}^{j+1} = 0, \quad \forall r \in R \quad \forall c \in C$$

Una vez obtenido  $d^{j+1}$ , ajústese la matriz  $\{\hat{m}\}$  de acuerdo con la Regla 2.2.:

*Regla 2.2.:* Si, para  $\forall q \in Q$ ,  $d_q^{j+1} \leq X \rightarrow p^j = p^1$ . En caso contrario  $\{\hat{m}\}^{j+1} = \{\hat{m}\}^j + (1/2) \{d\}^{j+1}$ ;  $t^{j+1} = (1/2)\delta$  y regrese a la Regla 2.1. para obtener  $p^{j+1}$ .

La convergencia del Algoritmo 2 se deduce fácilmente, ya que la Regla 2.2. genera una secuencia monotónicamente decreciente (creciente) para los elementos del vector  $d$  con una cota inferior (superior).

<sup>21</sup> Formalmente, siempre se pudo haber utilizado al vector  $m$ . En este caso los resultados de la sección III se pueden duplicar, ya que es un caso especial de (23), cuando  $Q$  está vacío.

Intuitivamente, el Algoritmo 2 calcula un vector inicial de precios que satisface a (20). Luego mide el aumento en precio en todos los productos del conjunto  $Q$ . Más adelante reduce los márgenes de ganancia en los productos de ese mismo conjunto, con el objeto de cumplir con (21). La convergencia se define cuando (20) y (21) se satisfacen simultáneamente.<sup>22</sup>

Al igual que en el caso del vector  $t$  (supra, sección III) el vector  $d$  —aparte de ser un instrumento para modelar la existencia de topes de precios— contiene información económica adicional. Concretamente, los valores de  $d_q$  calculados, indican cómo los productos con topes de precio fueron afectados por los cambios exógenos.

Sabemos que  $d_q$  mide la reducción en los márgenes de ganancia en los productos con topes de precio. Por la misma razón,  $d_q$  es una medida del costo —en términos de reducción del margen de ganancias por unidad de producción— de los topes de precio y/o una medida del subsidio que es necesario dar a cada uno de los productos del conjunto  $Q$  para que éstos no fuesen afectados por la política de topes de precio.

Más aún, en el caso en que se observe que  $|d_q| > m_q$  se puede concluir que la elaboración del producto en cuestión genera pérdidas netas para los productores respectivos.

## V. Descripción de los datos

La base de datos para la simulación del modelo fue obtenida del "Sistema de Cuentas Nacionales de México", elaborado por la Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP, 1981). Las siguientes observaciones son pertinentes:

i) El "Sistema de Cuentas Nacionales" contiene la matriz de insumo/ producto de México para el año 1975, la cual fue elaborada al nivel de desagregación de 72 sectores. Esta matriz está expresada en precios de productor de ese año y fue elaborada con datos censales originales.

ii) Dado que no existía la matriz  $V$  de coeficientes de importaciones no-competitivas, se utilizó el vector de importaciones del bloque de valor agregado de la matriz que contiene las importaciones por unidad de producto. Dicho de otra forma, los datos observados son para  $p^*V$ . Esto imposibilita, en la práctica, simular cambios en los precios mundiales. Por construcción, la tasa de cambio se iguala a la unidad para 1975.

iii) Se utilizaron dos vectores diferentes para las tasas impositivas. El primero fue obtenido de las tasas sectoriales del impuesto al valor agre-

<sup>22</sup> Se ha analizado el caso en que, para todo  $q \in Q$ ,  $p_q^1 = p_q^0$ . Empero, esta formulación puede ser alterada para permitir ajustes "parciales" en los precios de los productos del conjunto  $Q$ . Esto se puede hacer reescribiendo la Regla 2.2. como  $d_q^{1*} \leq x_q$ , donde  $x_q$  es el aumento % permitido para  $p_q$ .

gado de datos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Empero el sistema de impuesto al valor agregado no estaba operando en México en 1975. Por tanto, se calculó otro vector de tasas impositivas del valor agregado "implícitas" en la matriz de 1975. Estas son las tasas que producirían un vector de impuestos indirectos equivalente al observado en 1975.

iv) El vector de márgenes de ganancia fue también obtenido de la tabla de insumo/ producto, como aquel vector de márgenes de ganancia que produciría un vector de "excedente bruto de explotación" equivalente al observado en 1975. Nótese que: a) este vector ya incluye a los cargos por depreciación y b) *a priori* no se puede decir si estos márgenes de ganancia corresponden con un equilibrio en el sentido de (12).

v) En ausencia de información sobre el vector de coeficientes trabajo/ producto, se tomó al vector  $s$  de sueldos y salarios como una aproximación a  $wl$  (véase ecuación 4). Por construcción, la tasa nominal de salarios se hizo idéntica a la unidad para el año 1975.

vi) La agregación contenida en la matriz de insumo/ producto implica que en la práctica se trabaja con sectores y no con mercancías individuales. Para propósitos de simular cambios en precios de mercancías individuales, es necesario primero identificar al sector al cual pertenece esa mercancía. Dado esto, si el precio de la mercancía individual va a cambiar en  $\delta_i \%$ , entonces se simula un cambio en el precio del sector respectivo de  $v_i \delta_i \%$ , donde  $v_i$  es la participación de esa mercancía dentro del total del sector respectivo (medido en términos de valor). El supuesto implícito en este procedimiento es que el resto de los sectores de la economía usan a las mercancías del sector  $i$ -ésimo en la misma proporción.<sup>23</sup>

vii) Los vectores  $r_i$  ( $i = 1, 2$ ) usados en la construcción de los índices del nivel de precios fueron elaborados con datos de la misma matriz de insumo/ producto y, por lo tanto, representan ponderaciones de 1975.

## VI. Resultados de las simulaciones

El número de diferentes simulaciones que se pueden hacer con el modelo es muy grande y depende del objetivo específico del análisis. En esta sección se reportan los resultados de algunas simulaciones que parecen ser relevantes dados los cambios experimentados por la economía mexicana durante 1982.<sup>24</sup>

<sup>23</sup> Evidentemente, el supuesto es restrictivo, pero la falta de datos impide una desagregación más detallada de la tabla de insumo/ producto.

<sup>24</sup> Se incluyen los eventos más importantes hasta el mes de noviembre, fecha en la cual se terminó de elaborar este trabajo.

*Simulación 1: Cambio en el Precio de los Energéticos (diciembre 1981).*

En diciembre de 1981 PEMEX llevó a cabo una reforma de precios de algunos productos refinados destinados al mercado interno, con aumentos significativos en el precio del diesel y las gasolinas. Dado que el impacto de este cambio exógeno se refleja en el nivel de precios de 1982, se decidió incluir a este cambio como el primer elemento explicativo de la tasa de inflación en ese año.

En el cuadro 1 se presentan los productos que fueron afectados por esta reforma, así como su ponderación en el valor de producción del sector correspondiente.<sup>25</sup>

**Cuadro 1**  
**Modificaciones de precio de productos**  
**energéticos**

Producto	Cambio % en precio ( $\delta_i$ )	Ponderación dentro del total ( $v_i$ )
Gasolina Extra	42.86	0.042
Gasolina Nova	114.29	0.467
Diesel	150.0	0.143

Con ésto se obtiene de un cambio de precio promedio para el sector de 76.6% ( $= \sum \delta_i v_i$ ).

Los efectos de este cambio exógeno sobre los dos índices de precios se calculan en la simulación 1.

*Simulación 2: Ajuste Salarial (enero 1982).*

En enero de 1982 se registró un aumento generalizado de salarios del 30%. En la simulación 2 se trató de medir el impacto de ese cambio sobre los niveles agregados de precios.

Esta simulación, al igual que las siguientes, se llevó a cabo permitiendo un ajuste pasivo con todos los precios y, posteriormente, suponiendo la existencia de topes de precios en ciertos sectores.

Es importante señalar, empero, que la determinación de qué sectores tienen un tope de precio es, hasta cierto punto, arbitraria. La Secretaría de Comercio publica una lista de los productos sujetos a control de precio. Un control de precios, sin embargo, es diferente de un "tope" de precio. Asimismo, es difícil determinar en qué sectores los topes de precio fueron realmente efectivos. Aún así, se estimó que los topes de precio sí juegan un papel importante en la economía mexicana y que, por tanto, deben ser incluidos en el análisis.

<sup>25</sup> Sector 33. Refinación de Petróleo. Las ponderaciones se obtuvieron del "Sistema de Cuentas Nacionales de México" (SPP, 1981, Tomo III, vol. 1).

El cuadro 2 lista los sectores en que se modela la existencia de topes de precio. El supuesto hecho es que los topes de precio en estos sectores sí fueron efectivos y que éstos se implementaron después del cambio en el precio de los energéticos señalado en la simulación 1.<sup>26</sup>

**Cuadro 2**  
**Sectores con tope de precio**

<u>Sector</u>	<u>Descripción</u>
05	Carbón y Derivados
11	Productos Cárnicos y Lácteos
13	Molienda de Trigo y sus Productos
14	Molienda de Nixtamal y Productos de Maíz
16	Azúcar y sus Productos
17	Aceites y Grasas Vegetales Comestibles
22	Refrescos Embotellados
33	Refinación de Petróleo
34	Petroquímica Básica
36	Abonos y Fertilizantes
38	Productos Medicinales
61	Electricidad

*Simulación 3: Primera Devaluación (febrero 1982).*

En febrero de 1982 hubo una modificación importante del tipo de cambio, que resultó en una devaluación del 70%. La simulación 3 mide el impacto de esto sobre los índices de precios bajo ajustes pasivos y bajo topes de precios en los sectores señalados.

*Simulación 4: Ajuste Salarial de Emergencia (marzo 1982).*

Como resultado de la devaluación, el gobierno decretó, en marzo del mismo año, un aumento salarial de emergencia que en promedio fue de 20%. El impacto de esto se mide en la simulación 4 una vez más, bajo los dos supuestos de ajuste.

*Simulación 5: Reforma de Precios (agosto 1982).*

En agosto de 1982 el gobierno decretó un aumento de precios importante en varios productos. Estos aumentos se encuentran especificados en el cuadro 3.

<sup>26</sup> Si se considera que estos supuestos no son los adecuados, sólo se requiere repetir las simulaciones con la información que el lector considere correcta, para obtener los resultados numéricos deseados.

## Cuadro 3

## Aumentos exógenos de agosto, 1982

Sectores y Productos.	Ponderación del Producto en el Total del Sector. ( $v_i$ )	Cambio de Precio del Producto. ( $\delta_i$ )
<b>Sector 13: Molienda de Trigo y sus Productos</b>		
Elaboración de Pan	0.715	100 %
$\Delta p_{13} = \sum \delta_i v_i = 71.50\%$		
<b>Sector 14: Molienda de Nixtamal y Productos del Maíz</b>		
Elaboración de Tortillas	0.920	100 %
$\Delta p_{14} = \sum \delta_i v_i = 92\%$		
<b>Sector 33: Refinación de Petróleo</b>		
Gasolina Nova	0.467	66 %
Gasolina Extra	0.0422	50 %
Diesel	0.1436	60 %
Gas licuado	0.0954	18.6%
$\Delta p_{33} = \sum \delta_i v_i = 43.31\%$		
<b>Sector 61: Electricidad</b>		
Electricidad uso industrial	0.625	50 %
Electricidad uso doméstico	0.290	30 %
$\Delta p_{61} = \sum \delta_i v_i = 39.94\%$		

Como se puede apreciar, los sectores afectados fueron los números 13, 14, 33 y 61, que anteriormente se había supuesto eran parte de los sectores con topes de precio.

Para mantener la congruencia, el resto del análisis se llevará a cabo suponiendo que estos sectores tuvieron un tope de precio que fue modificado en agosto de 1982. Sin embargo, se supondrá que partiendo de los niveles alcanzados en agosto de 1982, los topes de precio volverán a ser implementados.<sup>27</sup>

<sup>27</sup> Véase, asimismo, lo señalado en la simulación 7.

*Simulación 6: Segunda Devaluación (agosto/septiembre 1982).*

Como resultado de los cambios exógenos experimentados después de la primera devaluación, fue necesario volver a modificar el tipo de cambio. Después de fluctuaciones erráticas, se implantó un control cambiario y se fijó el tipo de cambio (ordinario) a 70.00 pesos/dólar. Este valor implicó una devaluación de alrededor de 52% con respecto al nivel alcanzado en febrero. La simulación 6 intenta capturar el efecto de esta modificación.

*Simulación 7: Efectos Adicionales de la Reforma de Precios.*

La reforma de precios de agosto no sólo significó los aumentos de precios ya señalados. Asimismo, se anunciaron aumentos mensuales adicionales para la electricidad y el gas licuado.<sup>28</sup> En esta simulación se midió el impacto sobre los índices de precio generados por estos aumentos.

*Simulación 8: Nuevo Ajuste Salarial.*

Por último, esta simulación trata de capturar el impacto de aumentos adicionales de la tasa de salarios. Dado que al momento de realizarse esta investigación las negociaciones al respecto aún no habían concluido, se decidió simplemente suponer un aumento general de salarios del 10%.

El efecto de cada uno de los cambios exógenos mencionados sobre los índices de precios, se presenta en el cuadro 4. Asimismo, estos efectos se presentan en las gráficas 1 y 2 que, por motivos de espacio, sólo se refieren al índice de precios del producto (o "deflactor del PIB").

En base a los resultados obtenidos en el cuadro 4, cabe hacer las siguientes observaciones:

- i)* El efecto total de los cambios exógenos experimentados por la economía mexicana en 1982 produce una tasa de inflación medida por el índice de precios del producto, de 90.05%. Si, adicionalmente, se otorga un aumento salarial adicional del 10% antes de finalizar el año, entonces esa cifra pasa a ser 102.6%.
- ii)* En el caso en que los topes de precio fuesen realmente efectivos, estas cifras se reducirían en forma significativa, a 64 y 75%, respectivamente. Estas cifras serían observadas, por supuesto, si los controles se imponen antes del primer aumento salarial.

Los costos de la política de topes de precio, por el otro lado, son muy altos y señalan a la imposibilidad práctica de imponerlos en forma

<sup>28</sup> Concretamente, la electricidad aumentará su precio 2.5% cada mes, tanto para uso doméstico como para uso industrial. El gas licuado, a su vez, aumentará de precio en un 2% mensual. Los aumentos simulados consideran el impacto de estos cambios de septiembre a diciembre.

Cuadro 4

## Impacto de los diversos cambios exógenos en 1982

<i>Simulación</i>	<i>Cambio % en el índice de precios del consumidor</i>	<i>Cambio % en el índice de precios del producto</i>
1	A 4.72	4.53
	B 4.72	4.53
2	A 32.87	32.59
	B 24.70	25.60
3	A 40.59	40.55
	B 28.36	30.06
4	A 68.39	68.15
	B 48.02	50.79
5	A 84.55	81.83
	B 57.10	58.49
6	A 91.64	89.55
	B 61.37	63.70
7	A 92.21	90.05
	B 61.63	63.97
8	A 104.60	102.60
	B 72.17	75.08

A = Ajuste Pasivo

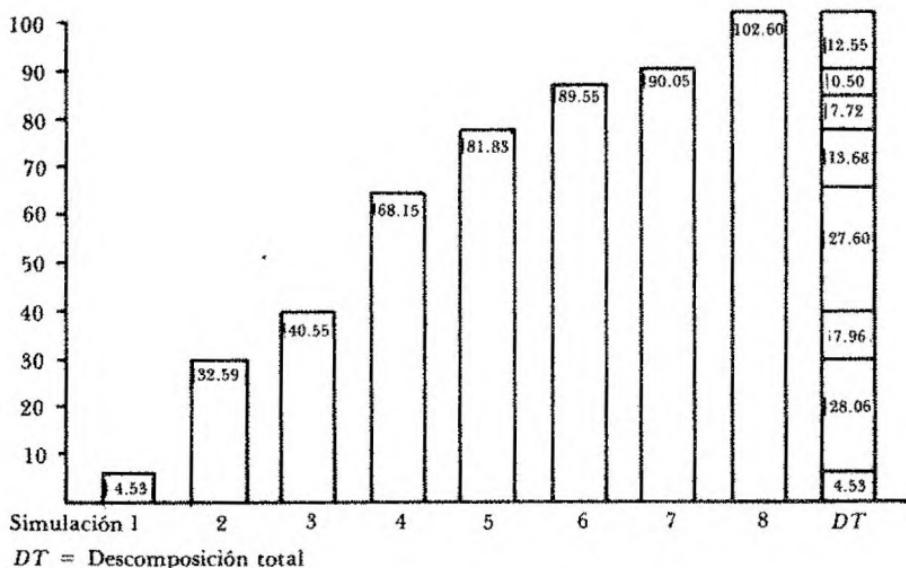
B = Topes de Precio

completa.<sup>29</sup> Como se refirió anteriormente, el efecto de los topes de precio sobre los sectores afectados se traduce en una reducción en sus márgenes

<sup>29</sup> De acuerdo con cifras del Banco de México, la tasa de inflación entre enero y octubre de 1982 fue de 70.1%. Esto indica, claramente, que los topes de precios anunciados por la Secretaría de Comercio, no fueron implementados íntegramente. Es posible, por supuesto, hacer las simulaciones reduciendo el número de sectores con topes de precio y/o eliminando los topes de precio después de una cierta fecha. La dificultad reside, entonces, en saber cuándo y en qué productos se eliminan los topes de precio.

Gráfica 1

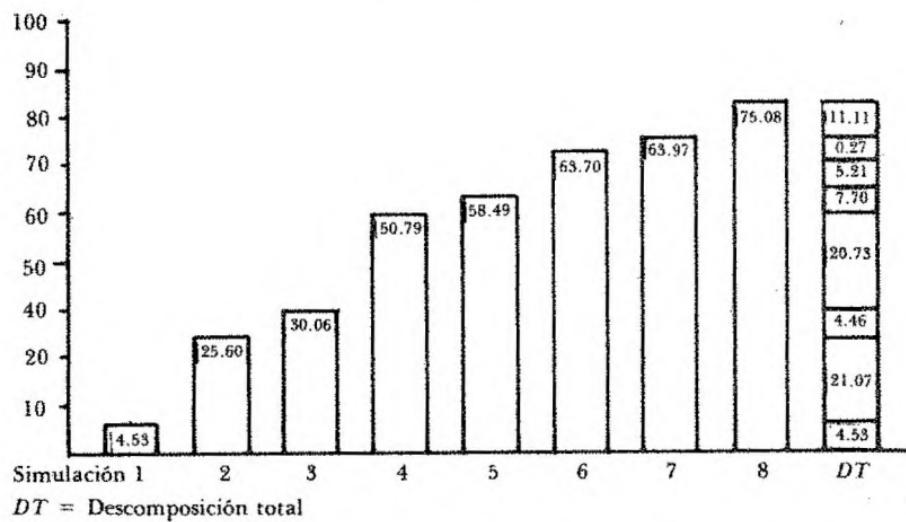
**Evolución del índice de precios del producto bajo  
ajustes pasivos**



DT = Descomposición total

Gráfica 2

**Evolución del índice de precios del producto con  
topes de precio**



DT = Descomposición total

de ganancia. El cuadro 5 muestra cómo se ven reducidos los márgenes de ganancia de los sectores afectados después de cada cambio exógeno.

Como se observa claramente, los topes de precio disminuyen sustancialmente los márgenes de ganancia de las industrias afectadas. Más aún, a partir del aumento salarial de emergencia de 20% decretado en marzo de 1982 (c.f. simulación 4), los márgenes de ganancia se vuelven negativos en la mayoría de los sectores analizados. Esto último indica que, si los sectores afectados pertenecen al sector privado, se observarán fuertes pérdidas; o bien, si los sectores afectados pertenecen al sector público, se observará la necesidad de subsidios adicionales para poder cubrir sus déficit de operación.<sup>30</sup>

Es importante apuntar, asimismo, que los resultados del cuadro 5 muestran que una política de topes de precio para controlar la inflación sólo tendrá resultados en el muy corto plazo. Los subsidios asociados a los márgenes de ganancia negativos implican, necesariamente, una mayor presión sobre el gasto público. Dados los ingresos del sector públ-

Cuadro 5

Reducción en márgenes de ganancia de sectores con  
topes de precio  
Márgen de ganancia:

Sector Original	Después de los cambios señalados en la simulación:								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
05 0.4667	0.4667	0.2995	0.2706	0.1445	0.1049	0.0820	0.0805	0.0284	
11 0.1193	0.1193	-0.0484	-0.0929	-0.2047	-0.2292	-0.2635	-0.2644	-0.3068	
16 0.1417	0.1417	-0.0624	-0.0838	-0.2205	-0.2440	-0.2585	-0.2593	-0.3123	
17 0.3122	0.3122	0.1076	0.0572	-0.0812	-0.1088	-0.1435	-0.1452	-0.1986	
22 0.2077	0.2077	0.0161	-0.0107	-0.1399	-0.1601	-0.1813	-0.1824	-0.2327	
34 0.1373	0.1373	0.0429	-0.0313	-0.0979	-0.1310	-0.1895	-0.1911	-0.2163	
36 0.2225	0.2225	0.0733	-0.0329	-0.1264	-0.1464	-0.3319	-0.2232	-0.2565	
38 0.3038	0.3038	0.1330	0.0314	-0.0761	-0.0885	-0.1630	-0.1638	-0.2034	

<sup>30</sup> Se refiere a subsidios adicionales, ya que aun con los márgenes de ganancia originales ciertos productos del sector público podrían ya haber estado recibiendo subsidios.

co, el mayor gasto genera la necesidad de financiamiento deficitario, con su consecuente impacto sobre la inflación.

Es conveniente, por último, analizar el impacto de la reforma de precios anunciada en agosto de 1982 (c.f. simulación 5). Como se señaló en la sección III de este ensayo, los cambios exógenos en precios de los productos son simulados vía la imposición de impuestos "como si". Las tasas impositivas asociadas a la solución de equilibrio, asimismo, indicaban el efecto final de ese cambio exógeno sobre los sectores afectados.

Con el objeto de analizar el impacto de la reforma de precios, se hicieron dos simulaciones diferentes. La primera consistió en suponer que el precio del pan, tortillas, electricidad y productos refinados del petróleo se fue ajustando libremente a todos los cambios exógenos experimentados antes de agosto (c.f. simulaciones 1-4) y que, partiendo de esta base, los precios fueron aumentados de acuerdo a lo señalado en el cuadro 3.<sup>31</sup> La segunda simulación consistió en suponer que los precios de los productos señalados permanecieron constantes desde enero hasta agosto y que, partiendo de esa base, experimentaron los aumentos ya señalados.

Los resultados de estas simulaciones se presentan en el cuadro 6. Es conveniente, empero, explicar detenidamente el significado de cada columna.

La columna (1) da el índice de precios para los cuatro sectores analizados, prevaleciente en enero de 1982. La columna (2) repite los cálculos del cuadro 3, esto es, contiene los aumentos de precio exógenamente decretados por el gobierno en agosto de 1982. La columna (3) contiene los índices de precio para los mismos cuatro sectores, si estos precios se hubiesen ajustado a los cambios en salarios y tipo de cambio experimentados entre enero y agosto. La columna (4), por otro lado, contiene los índices de precios de estos cuatro sectores, suponiendo —como fue el caso— que dichos sectores mantuvieron sus precios constantes, esto es, no se ajustaron a los cambios experimentados entre enero y agosto. Como es de esperarse, esta columna coincide con la columna (1).

Los índices de precio para cada sector asociados a los aumentos decretados en agosto, se presentan en las columnas (5) y (6): la columna (5) calcula los nuevos índices partiendo de la base descrita en la columna (3), mientras que la (6) hace lo mismo partiendo de la columna (4). Por último, las columnas (7) y (8) contienen el valor de las tasas impositivas resultantes en cada caso.

Lo interesante en notar, por supuesto, es que los valores de las tasas impositivas para los sectores 33 y 61 (Refinación de Petróleo y Electrici-

<sup>31</sup> Para facilitar la lectura, estos aumentos están repetidos en la columna (2) del cuadro 6, *infra*.

dad, respectivamente) resultan ser negativas, en oposición a lo que sucede con los sectores 13 y 14 (Molienda de Trigo y Molienda de Nixtamal, respectivamente.)

Las implicaciones de estos resultados son importantes. Las tasas impositivas negativas para los sectores 33 y 61, indican que los aumentos decretados en los precios de estos sectores en agosto de 1982, fueron insuficientes para cubrir los aumentos en costos de estos sectores provocados por los cambios previos en tasas de salario y tipo de cambio.

Como se puede ver directamente de la columna (10), los precios de estos sectores se hubieran incrementado 62 y 60%, respectivamente, si los topes de precio no se hubieran implementado. Por el otro lado, los aumentos decretados por el gobierno (véase columna 2) para estos sectores fueron solamente de 43 y 40%. Esto explica, claramente, las tasas impositivas negativas (ver columna 8): en vez de generar un incremento en el precio relativo de estos sectores, los aumentos decretados en agosto sólo sirvieron para compensar, parcialmente, los incrementos en costos. Por lo tanto, aún a pesar de estos aumentos, el precio relativo de estos sectores cayó entre enero y agosto implicando, asimismo, la necesidad de subsidios adicionales.

La situación de los sectores 13 y 14 es muy diferente. En este caso sí se puede afirmar que el precio relativo de estos sectores aumentó a raíz de la reforma de precios decretada en agosto. Si los precios de estos dos sectores se hubieran ajustado libremente entre enero y agosto, el incremento de precio hubiera sido de 60 y 63%, respectivamente (ver columna 10). Dado que los aumentos de precios decretados fueron de 71.5 y 92%, respectivamente, —ver columna (2)— es claro que el precio relativo de estos sectores aumentó. Este resultado se puede corroborar fácilmente, ya que las tasas impositivas para estos dos sectores resultaron ser positivas (ver columna 8).

Es importante añadir, asimismo, que los resultados del cuadro 6 sólo indican si el precio relativo de los sectores afectados por la reforma de precios aumentó o cayó entre enero y agosto. Estos mismos resultados, por el otro lado, son insuficientes para determinar si en el punto base (en este caso enero de 1982) la estructura de precios relativos se encontraba en un "punto de equilibrio". Pero —y éste es el punto clave— aún suponiendo que el precio relativo del petróleo y la electricidad se encontraba en un nivel de equilibrio en enero de 1982, se puede afirmar que después de la "reforma de precios" su precio relativo cayó. Dicho de forma más directa, la reforma de precios decretada en agosto de 1982 no cumplió con el objetivo de aumentar el precio relativo de los bienes producidos por las empresas públicas para incrementar así, en términos reales, los ingresos del sector público.

La implicación evidente del análisis es que si en el futuro se desea aumentar los precios relativos de los bienes producidos por el sector

Cuadro 6

Índices de los precios y valores de los impuestos "como si" para sectores afectados por la reforma de precios

Sector	Índice de precios en enero 1982	Cambios de precios decretados en agosto 1982	Índice de precios antes del cambio.	Índice de precios después del cambio.	Índice de precios "como si" del cambio.	Valores de impuestos "como si".		(6)-(1)* (1)	(3)-(1) (1)		
						Caso A.					
						Caso A.	Caso B.				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)		
13	1.16	71.50	1.86	1.16	3.19	1.98	0.3028	0.0620	70.68		
14	1.49	92.00	2.43	1.49	4.62	2.87	0.2584	0.1026	92.61		
33	1.84	43.31	2.98	1.84	4.26	2.64	0.1396	-0.0597	43.47		
61	1.32	39.94	2.12	1.32	2.97	1.86	0.2282	-0.1186	40.90		
									60.60		

\* Esta columna no coincide exactamente con la columna (2) ya que el margen de error permitido fue de  $\pm 2\%$ .

Caso A: con Ajuste Previo  
Caso B: sin Ajuste Previo

público, los precios de estos bienes tendrán que aumentar en porcentajes significativamente mayores a la tasa de inflación promedio.

## VII. Resumen y extensión de los resultados

En este ensayo se expuso un modelo de precios para la economía mexicana estructurado bajo el supuesto de que todas las importaciones eran no-competitivas y la formación de precios era un fenómeno esencialmente "interno". El modelo fue construido utilizando márgenes de ganancia sectoriales en función de la tasa de ganancia y la intensidad de capital de cada sector.

El modelo fue generalizado para simular los efectos de cambios exógenos en cualquier variable sobre la estructura de precios relativos y los índices del nivel general de precios. Estas simulaciones se llevaron a cabo bajo el supuesto de ajustes "pasivos" en todos los sectores, así como ajustes con "topes" de precio en algunos de ellos. En este último caso, el modelo calcula las reducciones inducidas en los márgenes de ganancia para aquellos sectores que tienen su precio controlado.

Utilizando como base de datos a la matriz de insumo/producto de 1975 se llevaron a cabo varias simulaciones. Los resultados numéricos permitieron obtener magnitudes del impacto sobre los precios relativos así como sobre los índices de inflación, de los cambios que recientemente ha experimentado la economía mexicana. Con esto se elaboró una descomposición de la tasa de inflación en México para 1982, permitiendo identificar la contribución de cada uno de los cambios exógenos observados.

Existen al menos dos extensiones del modelo que permitirían capturar ciertos aspectos dinámicos de la formación de precios y que se encuentran ausentes en el modelo aquí desarrollado. La primera se refiere a cambios en la productividad del trabajo, mientras que la segunda a modificaciones endógenas de la tasa nominal de salarios provocadas por cambios en el nivel de precios.

Los cambios en la productividad del trabajo se pueden modelar si se reformula el vector  $l$  de coeficientes trabajo/ producto como:

$$l_j(t) = l_j(0) (\exp (-\lambda_j t)) \quad (\lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n) \quad (27)$$

donde  $\lambda_j$  es la tasa de crecimiento de la productividad del trabajo en el sector  $j$  de la economía resultante del cambio tecnológico. Utilizando a (27), y suponiendo que las tasas de crecimiento de la productividad del trabajo difieren entre sectores (esto es,  $\lambda_i \neq \lambda_j$  para algún  $i \neq j$ ), se obtendrá un vector de precios cuya estructura estaría continuamente cambiando a través del tiempo.

Asimismo, si algún  $\lambda$ , es estrictamente positivo, el nivel de precios caería a través del tiempo, lo cual —dada una tasa nominal del salario— implicaría que el salario real estaría aumentando por efectos del cambio en productividad. Alternativa —y tal vez más realistamente— podría permitirse que la tasa nominal de salarios aumentara a través del tiempo, mientras que el nivel de precios se mantiene constante, generando el mismo aumento de los salarios reales. Más aún, mediante este procedimiento sería posible calcular endógenamente cuál es la tasa de crecimiento del salario nominal que —dado el cambio en la productividad sectorial del trabajo— es compatible con un nivel de precios constante. Por supuesto, cualquier aumento en la tasa nominal de salario que excede a la cifra mencionada tendría un impacto inflacionario.

La segunda extensión del modelo se refiere a cambios en la tasa nominal de salarios que, empero, se deben a causas diferentes del progreso tecnológico. El modelo desarrollado en la sección II toma a la tasa nominal del salarios como exógena e implícitamente supone que ésta permanece constante ante cualquier cambio exógeno. Es posible, sin embargo, modelar un mecanismo sencillo para ajustes endógenos de la tasa de salarios como:

$$w_t = (1 + \beta \pi^{(1)}_{t-1}) w_{t-1} \quad ; \quad (0 \leq \beta \leq 1) \quad (28)$$

donde  $\pi^{(1)}$  es la tasa de inflación medida por el índice de precios al consumidor, definida en (15), y  $w_t$  es la tasa nominal de salarios del período  $t$ . Llamando a  $\beta$  el "factor de ajuste del salario real", si  $\beta = 0$  entonces el salario real cae (en  $\pi^{(1)}\%$ ) como consecuencia de cualquier cambio exógeno, mientras que  $\beta = 1$  implica que el salario real, con un retraso de un período, regresa al nivel en el que se encontraba antes del cambio exógeno.

Utilizando a la expresión (28), y siempre y cuando  $\beta$  sea positiva, se tiene una situación en donde cualquier cambio exógeno causaría repercusiones sobre el nivel de precios en varios períodos, dada la reacción endógena de los salarios nominales ante el cambio en el nivel de precios.<sup>32</sup> De esta forma se podría calcular qué porcentaje del índice de inflación de un período determinado es inmediatamente transmitido a los períodos siguientes, dados los ajustes salariales.

Las extensiones mencionadas, si bien no son las únicas posibles, permitirían dinamizar el modelo, logrando una mejor aproximación al verdadero mecanismo de formación de precios. Esto, a su vez, aumentaría la utilidad del modelo como un instrumento adicional para analizar ciertos aspectos de la economía mexicana.

<sup>32</sup> El mecanismo sería similar al del multiplicador Keynesiano dinámico del gasto.

## Bibliografía

- Cavazos, M. (1977). "Evolución del Proteccionismo en México", *Revista de Comercio y Desarrollo*, noviembre/diciembre 1977.
- Secretaría de Programación y Presupuesto (1981). "Sistema de Cuentas Nacionales de México", México.

# Centro de Estudios Económicos

*A partir de los setenta, se comienza a registrar un paulatino deterioro en los indicadores del desarrollo económico de México, acompañado por una creciente agudización del fenómeno inflacionario.*

*Motivados por el ciclo de conferencias titulado “Inflación en México”, organizado por Leopoldo Solís en mayo de 1981, los editores del presente volumen se propusieron continuar y enriquecer las investigaciones acerca de las controvertidas causas del proceso inflacionario reciente en nuestro país y de las estrategias para su control, las cuales han cobrado la máxima prioridad dentro de la política económica gubernamental. De esta manera se ha logrado conjuntar aquí una serie de ensayos realizados por distinguidos analistas, que ofrecen una amplia gama de enfoques alternativos para esclarecer el fenómeno, desde las perspectivas de los modelos teóricos, de la evidencia empírica y de la lógica de las escuelas monetarista y estructuralista del pensamiento económico.*

*Este compendio pretende habilitar al lector en la formación de conclusiones propias, a la vez que estimular la elaboración de subsecuentes estudios que precisen cada vez mejor la problemática inflacionaria y postulen políticas eficaces para su erradicación, en busca de un desarrollo nacional real y sostenido.*

