



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ECONOMÍA

## LOS EFECTOS DEL TIPO DE CAMBIO REAL SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO DE MÉXICO, 1980-2002

### TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADO EN ECONOMÍA

PRESENTA:

ALDO ROSAS LANDA FLORES



DIRECTOR DE TESIS:  
DR. EDUARDO LORIA DÍAZ DE GUZMÁN

CD. UNIVERSITARIA, D. F.

2004



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**ING. LEOPOLDO SILVA GUTIÉRREZ.  
DIRECTOR GENERAL DE LA  
ADMINISTRACIÓN ESCOLAR.  
P R E S E N T E.-**

Me permito informar a Usted, que de acuerdo a los Artículos 19 y 20, Capítulo IV del Reglamento General de Exámenes, he leído en calidad de Sinodal, el trabajo de tesis que como prueba escrita presenta el (la) sustentante **C. ALDO ROSAS LANDA FLORES**, bajo el siguiente título: **“LOS EFECTOS DEL TIPO DE CAMBIO REAL SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO DE MÉXICO: 1980-2002”** en tal virtud, considero que dicho trabajo reúne los requisitos para su réplica en examen profesional.

**Atentamente**

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'G. Mendoza Pichardo'.

**DR. GABRIEL MENDOZA PICHARDO.**



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**ING. LEOPOLDO SILVA GUTIÉRREZ,  
DIRECTOR GENERAL DE LA  
ADMINISTRACIÓN ESCOLAR.  
P R E S E N T E.-**

Me permito informar a Usted, que de acuerdo a los Artículos 19 y 20, Capítulo IV del Reglamento General de Exámenes, he leído en calidad de Sinodal, el trabajo de tesis que como prueba escrita presenta el (la) sustentante **C. ALDO ROSAS LANDA FLORES**, bajo el siguiente título: **“LOS EFECTOS DEL TIPO DE CAMBIO REAL SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO DE MÉXICO: 1980-2002”** en tal virtud, considero que dicho trabajo reúne los requisitos para su réplica en examen profesional.

**Atentamente**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'AM', with a long horizontal flourish extending to the right.

**DR. ALEJANDRO MONTOYA MENDOZA.**



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**ING. LEOPOLDO SILVA GUTIÉRREZ.  
DIRECTOR GENERAL DE LA  
ADMINISTRACIÓN ESCOLAR.  
P R E S E N T E.-**

Me permito informar a Usted, que de acuerdo a los Artículos 19 y 20, Capítulo IV del Reglamento General de Exámenes, he leído en calidad de Sinodal, el trabajo de tesis que como prueba escrita presenta el (la) sustentante **C. ALDO ROSAS LANDA FLORES**, bajo el siguiente título: **“LOS EFECTOS DEL TIPO DE CAMBIO REAL SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO DE MÉXICO: 1980-2002”** en tal virtud, considero que dicho trabajo reúne los requisitos para su réplica en examen profesional.

**A t e n t a m e n t e**

**HUGO JAVIER CONTRERAS SOSA**  
**MTRO. HUGO JAVIER CONTRERAS SOSA.**



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**ING. LEOPOLDO SILVA GUTIÉRREZ.  
DIRECTOR GENERAL DE LA  
ADMINISTRACIÓN ESCOLAR.  
P R E S E N T E.-**

Me permito informar a Usted, que de acuerdo a los Artículos 19 y 20, Capítulo IV del Reglamento General de Exámenes, he leído en calidad de Sinodal, el trabajo de tesis que como prueba escrita presenta el (la) sustentante **C. ALDO ROSAS LANDA FLORES**, bajo el siguiente título: **"LOS EFECTOS DEL TIPO DE CAMBIO REAL SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO DE MÉXICO: 1980-2002"** en tal virtud, considero que dicho trabajo reúne los requisitos para su réplica en examen profesional.

**Atentamente**

Una firma manuscrita en tinta negra que parece leer "Miguel Ángel Mendoza González".

**MTRO. MIGUEL ANGEL MENDOZA GONZÁLEZ.**



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**ING. LEOPOLDO SILVA GUTIÉRREZ.  
DIRECTOR GENERAL DE LA  
ADMINISTRACIÓN ESCOLAR.  
P R E S E N T E.-**

Me permito informar a Usted, que de acuerdo a los Artículos 19 y 20, Capítulo IV del Reglamento General de Exámenes, he leído en calidad de Sinodal, el trabajo de tesis que como prueba escrita presenta el (la) sustentante **C. ALDO ROSAS LANDA FLORES**, bajo el siguiente título: **"LOS EFECTOS DEL TIPO DE CAMBIO REAL SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO DE MÉXICO: 1980-2002"** en tal virtud, considero que dicho trabajo reúne los requisitos para su réplica en examen profesional.

**Atentamente**

Una firma manuscrita en tinta negra, que parece ser la de Pablo López Sarabia, con un trazo largo y fluido que se extiende a la izquierda.

**MTRO. PABLO LÓPEZ SARABIA.**

## AGRADECIMIENTOS

*A la Universidad Nacional Autónoma de México y a todo lo que ella implica  
por permitirme formar parte de esta noble institución.*

*Al Dr. Eduardo Loría por la guía en este trabajo y por enseñarme que...*

*"Un discípulo de quien jamás se pide nada que no pueda hacer,  
nunca hace todo lo que puede."*

*John Stuart Mill*

*A mis sinodales: Dr. Alejandro Montoya, Dr. Gabriel Mendoza,  
Mtro. Pablo Sarabia, Mtro. Miguel Ángel Mendoza y Mtro. Hugo Contreras.*



*A quienes más quiero y todo debo: mi familia*

*A mamá*

*Ejemplo de superación, rectitud y fortaleza;  
Compañera de todas mis batallas y sin duda mi héroe.*

*A papá*

*Seguramente la persona de quien más he aprendido.*

*¿recuerdas?*

*"Despacito y buena letra, que el hacer las cosas bien, importa más que el hacerlas"*

*Antonio Machado*

*A Miri,*

*mi hermana, por el apoyo en aquellas difíciles noches.*

*A ellos en especial...*

*GRACIAS.*

# ÍNDICE

<i>Contenido</i>	<i>Pág.</i>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>CAPÍTULO I. El Tipo de Cambio Real en el Crecimiento Económico.</b>	
1.1 Introducción.	5
1.2 Paridad del Poder Adquisitivo (PPP).	6
1.2.1 La paridad del poder adquisitivo absoluta.	6
1.2.2 La paridad del poder adquisitivo relativa.	7
1.2.3 El tipo de cambio real en términos de la PPP.	8
1.3 El tipo de cambio real de equilibrio de largo plazo.	10
1.4 La relación Crecimiento Económico-Tipo de Cambio Real.	11
1.4.1 La visión convencional.	11
1.4.1.1 Producto de equilibrio, balanza comercial y tipo de cambio real.	11
1.4.1.2 El efecto volumen y el efecto costo.	20
1.4.1.3 La condición Marshall-Lerner en la relación TCR-PIB.	22
1.4.1.4 Los efectos ingreso y sustitución.	26
1.4.2 La hipótesis de la devaluación contraccionista.	28
1.4.2.1 Déficit comercial y capacidad ociosa.	29
1.4.2.2 Los efectos producidos por la rigidez nominal.	30
1.4.2.3 Los efectos del aumento en las tasas de interés e inflación.	31
1.4.2.4 El efecto balance contable.	32
1.4.2.5 El efecto disponibilidad de crédito externo.	33
1.4.2.6 El efecto oferta.	33
1.4.2.7 Políticas Económicas Asociadas.	34
1.4.3 La dualidad en los efectos de largo plazo de una devaluación.	34
<b>CAPÍTULO II. Los Efectos del Tipo de Cambio Real sobre el Crecimiento Económico de México.</b>	
2.1 Introducción.	36
2.2 El tipo de cambio real y los equilibrios interno y externo de la economía mexicana.	37
2.3 La relación PIB – TCR en México.	41
2.3.1 Los efectos de la devaluación contraccionista.	43
2.4 Tipo de cambio real y crecimiento: la evidencia empírica.	50
2.4.1 Los resultados a favor de la visión convencional.	50
2.4.2 Los resultados a favor de la hipótesis de la devaluación contraccionista.	53

**CAPÍTULO III. Un Modelo de Cointegración con un Mecanismo Corrector de Error: En busca de la Relación TCR – PIB.**

3.1	Introducción.	57
3.2	Especificación del Modelo	59
3.3	Descripción de las series.	60
3.4	Orden de Integración.	67
3.5	El Método de Engle-Granger.	69
3.5.1	La prueba de Engle-Granger.	70
3.5.2	Modelo de Corrección de Error (MCE).	76

**CAPÍTULO IV. El Modelo de Vectores Autorregresivos con Cointegración del Producto.**

4.1	Introducción.	80
4.2	Metodología del modelo VAR	81
4.3	Especificación del modelo VAR.	86
4.3.1	La estructura de rezagos.	87
4.3.2	Pruebas de Diagnóstico.	89
4.3.3	Condición de Estacionariedad.	91
4.3.4	La simulación del modelo.	93
4.4	La Causalidad en las variables.	97
4.5	La Descomposición de Varianza.	101
4.6	La función Impulso – Respuesta.	104
4.7	El método de Johansen.	107
4.7.1	La metodología de cointegración por Johansen.	107
4.7.2	La prueba de cointegración de Johansen.	109

**DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES** 112

**ANEXO ECONOMETRICO** 117

**BIBLIOGRAFÍA** 121

## INTRODUCCIÓN

Uno de los fenómenos que caracterizó a la economía mexicana en la segunda mitad del siglo XX fue sin duda las recurrentes crisis cambiarias, las cuales se tradujeron en crisis financieras y macroeconómicas de gran magnitud. Tales crisis cambiarias se han debido, por lo menos desde 1976, a la constante apreciación del tipo de cambio real muchas veces estimulado por una estrategia de tipo de cambio fijo encaminado a objetivos de inflación.

La sobrevaluación ha ocasionado especulación y fuga cuantiosa de capitales que a la postre se ha traducido en crisis económicas y menor crecimiento. Por ello, combatir la sobrevaluación evitará las crisis recurrentes.

En este sentido, “dos hechos estilizados” han caracterizado a la economía mexicana desde 1950. Uno en el cual se observan fases de crecimiento y desinflación que se han asociado a apreciaciones cambiarias reales y que han llevado a la postre a desequilibrios externos; y otro sobre el cual se registran fases de estancamiento e inflación que han sido provocadas por las abruptas depreciaciones que se suscitaron como respuesta a los desequilibrios externos generados por las fases de crecimiento y apreciación antes mencionadas (Loría, 2003; Kamin y Rogers, 1997).

Las distintas fases de crecimiento y estancamiento experimentadas por la economía mexicana han estado asociadas con los desalineamientos del tipo de cambio real con respecto de su valor de equilibrio de largo plazo, por sus efectos en la cuenta corriente y en el mercado interno.

Las fases de crecimiento en términos generales se han acompañado de apreciaciones del tipo de cambio real generando así elevados déficits en la cuenta corriente. De acuerdo a lo planteado en este trabajo se deberían realizar ajustes suaves y correctivos del tipo de cambio a fin de evitar los desequilibrios externos, no obstante, las autoridades económicas han tratado de mantener el valor nominal del tipo de cambio fijo destinado a disminuir la inflación y no a la competitividad y al crecimiento. Entonces, la alta apreciación del tipo de cambio real y un elevado déficit en cuenta corriente han generado expectativas devaluatorias y fuga cuantiosa de capitales que a la postre se han traducido en crisis de balanza de pagos y finalmente en el cumplimiento de dichas expectativas.

Ante este marco se ha tenido que devaluar pero ahora las correcciones nominales han sido mayores y sus costos, trasladados a procesos inflacionarios altos y estancamiento, no se han hecho esperar.

Aun cuando las devaluaciones han mejorado eficazmente el equilibrio externo, en el sentido de haber disminuido los déficits en la cuenta corriente, en el corto plazo han producido efectos contractivos sobre el crecimiento económico y han incrementado el nivel de precios, por sus efectos en algunas variables de demanda interna, conduciendo al desequilibrio interno de la economía mexicana.

Así pues, los movimientos en el tipo de cambio real han producido efectos distintos en el equilibrio interno y externo, de tal suerte que preservar uno implica el deterioro del otro. Por ello es necesario “evitar los desalineamientos del tipo de cambio real en magnitudes relevantes y por amplios períodos de tiempo”<sup>1</sup>.

Los diseñadores de política económica, entonces, deberían instrumentar una política de tipo de cambio real menos costosa que implicara un crecimiento económico con un ligero nivel de inflación a cambio de ciclos económicos más estables. Esto implica optar por una política que privilegie el objetivo de tipo de cambio real y por tanto el del crecimiento por encima del de inflación.

Todo parece indicar que el tipo de cambio real tiene una importancia determinante en el crecimiento económico de nuestro país.

*De ahí que en la presente investigación se pretenda demostrar la hipótesis de que el tipo de cambio real en México es una variable cuya influencia es significativa en la determinación del crecimiento económico por sus efectos sobre la demanda interna y externa; de tal suerte que implementar una política cambiaria de objetivos de equilibrio externo y crecimiento, que evite el desalineamiento (sobreevaluación) del tipo de cambio real de su nivel de equilibrio de largo plazo, ayudará a recuperar una senda estable de crecimiento*<sup>2</sup>.

Este planteamiento implica dos hechos:

- Por una parte, la validación de la hipótesis de la paridad del poder adquisitivo (PPP), lo que supone que es posible calcular el valor de equilibrio del tipo de cambio de largo plazo. En este trabajo no demostramos que la PPP se cumple en México, aquí solo nos apoyamos en los resultados del enfoque contemporáneo de la PPP que confirma la existencia de un tipo de cambio real de equilibrio de largo plazo<sup>3</sup>.
- Por la otra, el cumplimiento de la *condición Marshall-Lerner* y por tanto de la visión convencional de que el tipo de cambio real mantienen una relación positiva con el nivel de producto, de lo contrario, los diseñadores de la política económica se encontrarán ante el dilema de conseguir los objetivos de equilibrio externo a costa del crecimiento económico interno. Este hecho a diferencia del anterior sí deberá ser

---

<sup>1</sup> Véase Loria (2003).

<sup>2</sup> En el contexto de un régimen de flotación libre, el desalineamiento del tipo de cambio real de su equilibrio de largo plazo puede evitarse si el tipo de cambio nominal funge como un mecanismo de ajuste que tenga como propósito preservar su valor real de largo plazo.

<sup>3</sup> Véase Officer (1976), Mc Donald (1993) y Galindo (1995).

comprobado, ya que a pesar de que el tipo de cambio real es uno de los principales canales de transmisión de la política monetaria a los precios y al ingreso, su impacto total no está definido. De esta forma sus efectos sobre las variables de demanda interna y externa son múltiples, es decir, cada una de las variables macroeconómicas reaccionan en forma distinta e incluso asimétrica a los movimientos del tipo de cambio real.

La presencia de efectos positivos y negativos del tipo de cambio real sobre las diversas variables macroeconómicas han conducido a una intensa polémica sobre el efecto final. Por una parte, se ha planteado la hipótesis del efecto contractivo de la devaluación, por la otra, la asociación positiva ha sostenido que la devaluación tiene un efecto expansivo en el producto.

Con el fin de demostrar empíricamente lo anterior, la hipótesis de trabajo se evaluará con base en un modelo de Vectores Autorregresivos (VAR) con cointegración del producto para el periodo 1980-2002; que incluye al producto, el tipo de cambio real, la oferta monetaria, la inversión doméstica y la producción industrial de Estados Unidos. Asimismo, se construye un modelo de corrección de errores (MCE) con el objeto de conocer la dinámica de corto plazo de las variables de estudio, en particular la del tipo de cambio real.

De nuestra investigación se desprenden, además, dos objetivos secundarios. El primero consiste en determinar cómo y en qué sentido el tipo de cambio real influye en el corto y largo plazo sobre el crecimiento económico de México a partir de su impacto en la demanda interna y externa. El segundo, establecer los factores que han conducido a la asociación negativa entre la depreciación del tipo de cambio real y el producto mexicano.

Para cumplir con nuestros objetivos, el presente trabajo se divide en cuatro capítulos. En el primero de ellos se presenta el marco teórico conceptual del tipo de cambio real bajo el enfoque de la paridad del poder adquisitivo, así como la relación que guarda con el crecimiento económico en términos de la visión convencional y de su antagonista la hipótesis de la devaluación contraccionista.

En el capítulo dos se exponen los rasgos generales de la problemática que encierra la relación tipo de cambio-crecimiento económico en México y de la disyuntiva que se deriva entre el equilibrio interno y externo que ha permitido regenerar el ciclo crecimiento-apreciación-estancamiento. Se establecen los factores que han conducido a la asociación negativa entre el tipo de cambio real y el producto con fundamento en la literatura de la devaluación contraccionista y al final se hace una revisión de la evidencia empírica que intenta explicar dicha relación.

Con el propósito de verificar empíricamente nuestra hipótesis, en el tercer capítulo se estima un modelo de cointegración del producto mexicano para el periodo 1984-2002 bajo el procedimiento metodológico de Engle-Granger, no sin antes realizar un análisis detallado de las propiedades estadísticas de las variables a emplear así como el de comprobar su orden de integración. Por último, se construye un modelo con base en una especificación en primeras diferencias con un mecanismo de corrección de errores que nos permita conocer los efectos de las variables en el corto plazo.

En el último capítulo se estima un modelo de Vectores Autorregresivos a fin de determinar la consistencia analítica de los resultados previos, mediante el análisis de la descomposición de varianza y de las funciones de impulso – respuesta. Además, valiéndose de la correcta especificación del modelo VAR se estimó la relación de cointegración del producto bajo el procedimiento de Johansen, esto nos permitió contrastar y verificar los resultados con los obtenidos bajo el método bietápico de Engle-Granger.

En el apartado final se recogen algunos elementos que permiten hacer comentarios analíticos generales en torno a la importancia del tipo de cambio real en la determinación del crecimiento económico de nuestro país, así como de sus efectos de corto y largo plazo. Además, se definen algunas líneas de política que probablemente puedan seguir las autoridades económicas. Finalmente exponemos nuestras conclusiones, discutimos nuestros resultados y apuntamos algunas líneas de investigación a desarrollar posteriormente.

## CAPÍTULO I

### EL TIPO DE CAMBIO REAL EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO

#### 1.1 Introducción

En el presente capítulo se presenta una revisión de las teorías más importantes que se han elaborado para explicar y determinar la relación que guarda el tipo de cambio real con el crecimiento económico.

Dichas teorías se encuentran divididas en dos vertientes. En primer lugar se encuentra la *visión convencional*, según la cual los impactos macroeconómicos del tipo de cambio real han descansado sobre los efectos costo y volumen y sobre los efectos ingreso y sustitución. Así, siempre que el *efecto volumen* sea mayor que el *efecto costo* y que el *efecto sustitución* sea mayor al *efecto ingreso*, el resultado neto sobre el producto y el empleo será expansivo<sup>1</sup>.

En segundo lugar está la *hipótesis de la devaluación contraccionista* la cual muestra que, por medio de una multitud de canales diferentes, una devaluación del tipo de cambio reduce el gasto interno más que aumentarlo, pudiendo ser, por tanto, contraccionista. Lo que se plantea es que en el largo plazo es posible que los efectos expansivos directos de la devaluación sobre el producto y/o el crecimiento del producto puedan ser compensados por los efectos contractivos en el corto plazo. Así, la divergencia en los efectos que proponen ambas teorías ha dado pie a una intensa discusión sobre cuál es el efecto que predomina en el largo plazo.

Por otra parte, en virtud de que nuestra hipótesis central se fundamenta de manera indirecta en el cumplimiento de la paridad del poder adquisitivo (PPP), consideramos necesario realizar una revisión previa de la teoría de la PPP en su forma absoluta y relativa. Esto, además, nos brindará una definición del tipo de cambio real de equilibrio de largo plazo.

Si bien es cierto que la PPP es una teoría incompleta a la que se le presentan desviaciones sistemáticas por dejar de lado varios factores considerados en otras teorías sobre la determinación del tipo de cambio; también lo es el hecho de que en el largo plazo los movimientos del tipo de cambio real se explican mejor con base en la PPP.

De ahí que la PPP constituya el marco teórico adecuado para los fines de nuestra investigación, ya que entonces es posible calcular de una manera apropiada al tipo de cambio real de equilibrio de largo plazo.

<sup>1</sup> Esta conjetura sienta sus bases en el enfoque estático y de equilibrio parcial de la balanza de pagos que se conoce como *el enfoque de elasticidad* desarrollado en los trabajos de Bickerdike, (1920); Robinson, (1947); Metzler, (1948); en los trabajos de Marshall, (1923) y Lerner, (1944) que dieron origen a la denominada *condición de Marshall-Lerner* y en *el enfoque absorción de la balanza de pagos* impulsado por Harberger, (1950); Meade, (1951) y Alexander, (1959). Véase Rincón (2001).



## 1.2 PARIDAD DEL PODER ADQUISITIVO (PPP)<sup>2</sup>

El punto de partida natural para estimar el tipo de cambio nominal de equilibrio ha sido la teoría de la paridad del poder adquisitivo (*Purchasing Power Parity*), la cual supone que el tipo de cambio es una razón de precios entre dos países.

El creador de la teoría moderna de la PPP fue Gustav Cassel durante la Primera Guerra Mundial (1918)<sup>3</sup>. La idea que estaba detrás de la formulación de Cassel era que el valor de una moneda está determinado por la cantidad de bienes y servicios que ésta puede comprar internamente. En este sentido, el valor de una moneda depende del nivel de precios, y así un poder de compra general estaría dado por un nivel de precios general.

Esta teoría parte de los siguientes supuestos: a) no hay barreras naturales al libre intercambio de mercancías, tales como costos de transporte y seguros; b) no hay barreras artificiales, como aranceles o cuotas; c) todos los productos se comercian a nivel internacional; d) los índices de precios locales y externos contienen los mismos productos, con las mismas ponderaciones; e) los costos de transacción son nulos; y f) a nivel microeconómico se afirma que existe competencia perfecta.

### 1.2.1 La paridad del poder adquisitivo absoluta.

La concepción de la PPP se basa en la *ley de un solo precio*, significando que en un mercado unificado todo producto tiene el mismo precio. Es decir, si suponemos que, para un conjunto de productos, el mercado local y el mercado externo están estrechamente integrados (donde los productos se pueden intercambiar fácilmente entre ambos mercados), entonces la *ley de un solo precio* afirma que los precios de dichos productos deben ser los mismos en los países implicados. Como cada país tiene su propia moneda, entonces la ley del precio único requiere que los precios se igualen para expresarse en una sola moneda. Por tal motivo, al aplicar la ley del precio único se necesita de un tipo de cambio para convertir los precios externos a internos y viceversa.

Si suponemos que el precio del producto en moneda local es ( $P$ ) y el precio externo es ( $P^*$ ) multiplicado por el tipo de cambio ( $e$ ), entonces la *ley del precio único* se cumple cuando:

$$P = e \times P^* \quad (1.1)$$

La PPP extiende la *ley de un solo precio* para productos individuales a una canasta de productos que determina el nivel general de precios de una economía. De esta manera, se aplica al índice general de precios local ( $P$ ) que debe ser igual al índice de precios mundiales ( $P^*$ ) multiplicado por el tipo de cambio ( $e$ ). Obteniendo, por tanto, la ecuación

<sup>2</sup> PPP, por sus siglas en inglés.

<sup>3</sup> Cassel explica los movimientos del tipo de cambio como consecuencia de la alta inflación generalizada durante la guerra, llegando a la conclusión de que la inflación conduce a devaluaciones y la estabilización conlleva después a sobrevaluaciones. Véase Officer (1976) y Krugman (1978).

(1.1). Esta es la versión *absoluta* de la PPP. Para conocer cómo se determina el tipo de cambio, la ecuación (1.1) puede ser transformada a una expresión de tipo de cambio:

$$e = \frac{P}{P^*} \quad (1.2)$$

de esta forma, el tipo de cambio ( $e$ ) está determinado por el cociente del nivel general de precios internos ( $P$ ) y el nivel de precios externos ( $P^*$ ).

Por tanto, la teoría de la PPP, en su versión absoluta, establece que el tipo de cambio de un país es igual a la relación de una canasta de precios entre esos dos países.

De esta forma, un incremento en el nivel de precios interno, el cual implica una disminución del poder adquisitivo de la moneda interior, está asociado a una depreciación de la misma magnitud. En caso contrario, una disminución del nivel de precios interior estará asociada a una apreciación de la moneda. Por otra parte, un incremento en el nivel de precios externo, disminuirá el tipo de cambio, y con ello la moneda interna ganará poder adquisitivo, en otras palabras, se apreciará; y si el nivel de precios externos disminuye, la moneda se depreciará.

### 1.2.2 La paridad del poder adquisitivo relativa.

El hecho de que las canastas de bienes entre dos países por lo general no son idénticas, nos lleva al desarrollo de una teoría alternativa, la teoría de la paridad del poder adquisitivo relativa, la cual establece que la variación porcentual del tipo de cambio está determinada por la diferencia entre las tasas de inflación de ambos países:

$$\dot{e}_t = \pi_t - \pi_t^* \quad (1.3)$$

Donde:

$\pi_t$  = Tasa de inflación doméstica.

$\pi_t^*$  = Tasa de inflación externa.

$\dot{e}_t$  = Variación porcentual del tipo de cambio<sup>4</sup>.

Esta ecuación expresa que los precios y los tipos de cambio varían en una proporción tal que se mantiene constante el poder adquisitivo de la moneda nacional respecto del país externo; o bien, que las diferencias inflacionarias entre países se verán reflejadas en el tipo de cambio, el cual se ajustará para mantener el mercado en equilibrio.

La proposición de que la variación en el tipo de cambio está relacionada con la razón de los cambios en los niveles de precios entre los países, debe tomar en cuenta que en el punto inicial de la estimación se cumple la PPP absoluta, es decir, que el tipo de cambio se encuentre en su nivel de equilibrio. Por otra parte, la estimación de la PPP relativa expresa variaciones alrededor del tipo de cambio de equilibrio (dado por la PPP absoluta) siempre

<sup>4</sup> Una variación positiva denota una depreciación y una variación negativa una apreciación.

y cuando los movimientos que se susciten en el tipo de cambio correspondan exclusivamente a variaciones monetarias, ya que éstas afectan de igual manera tanto a los niveles de precios como a las variaciones del tipo de cambio.

Además el cálculo de la PPP relativa debe tomar en cuenta que los factores reales iniciales no cambien durante el periodo de estudio (por ejemplo, el nivel de restricciones al comercio o los costos de transporte).

Es importante señalar que existen muchos factores que pueden hacer que la PPP relativa no se cumpla, entre los que se encuentran:

- 1) Las restricciones al comercio pueden ser mayores en una dirección que en otra. Por ejemplo, si las restricciones a las importaciones son mayores que aquellas impuestas a las exportaciones, la moneda puede estar por encima del nivel dado por la PPP, pues las restricciones comerciales distorsionan a los precios relativos.
- 2) Cambios en los precios relativos dentro de una economía son indicadores de cambios reales en la misma. Ejemplos de ellos pueden ser, los cambios en la composición de la demanda o en la productividad, los cuales implican divergencias de la PPP.
- 3) Movimientos en los flujos de capitales. Por ejemplo: entradas o salidas de capitales puede presionar al tipo de cambio por encima de su nivel de equilibrio.
- 4) Si la autoridad monetaria compra divisas, ya sea con el propósito de influir sobre el flujo de capitales, o con el objetivo de intervenir en la determinación del tipo de cambio, puede desviar a este último de su valor de equilibrio de largo plazo.

Pese a lo anterior, la PPP es un buen punto de partida para estudiar el tipo de cambio. En la actualidad se acepta que los tipos de cambio varían en la forma expresada por la PPP relativa en el corto plazo, y que estos gravitan entorno al equilibrio dado por la PPP absoluta. De hecho, Cassel creía que las desviaciones de la PPP se extinguirían después de un año gracias al arbitraje en bienes comerciables entre países.

### **1.2.3 El tipo de cambio real en términos de la PPP.**

De acuerdo a las primeras versiones, el tipo de cambio real es definido como el tipo de cambio nominal corregido por la razón del nivel de precios externo con respecto al nivel de precios interno. La idea central era que en un mundo inflacionario los cambios en el tipo de cambio nominal no tendrían un significado claro y que la consideración explícita estaría dada por los valores cambiantes en la moneda doméstica y en la moneda extranjera, medidas por las respectivas tasas de inflación. En este contexto diversos escritores se refirieron a esta definición del tipo de cambio real dentro del marco de la Teoría de la Paridad del Poder Adquisitivo.

De acuerdo a esta versión *el tipo de cambio real no puede variar*, ya que cuando asumimos que la PPP se cumple consideramos que los precios se moverán junto con el tipo de cambio nominal, de tal manera que el tipo de cambio real permanezca constante bajo la versión relativa de la PPP y que sea igual a la unidad bajo la versión absoluta. Lo anterior se puede entender mejor si partimos de la definición del tipo de cambio real.

De la ecuación (1.2) se puede deducir al tipo de cambio real de la siguiente manera:

$$q = \frac{eP^*}{P} \quad (1.4)$$

siendo ( $q$ ) el tipo de cambio real. Esta expresión no es más que el precio en moneda doméstica de una canasta de bienes extranjera con relación a la canasta de bienes doméstica. Según la PPP cuando el nivel de precios interno sube, el tipo de cambio también deberá elevarse, de tal manera que los productos internos no pierdan competitividad; y a la inversa cuando el nivel de precios externo se incrementa, el tipo de cambio baja. Esta relación nos dice que el tipo de cambio real permanecerá constante.

Así, la teoría de la paridad del poder adquisitivo mantiene que las variaciones del tipo de cambio se deben en la práctica a las divergencias existentes entre las tasas de inflación de los distintos países; y que son estas variaciones las que mantienen constante la relación real de intercambio.

No obstante, si las condiciones reales de la economía cambian, el tipo de cambio real sí puede variar. Dado que la teoría de la PPP tiene como base el nivel de los precios, la PPP se convierte sólo en un fenómeno monetario y, por consiguiente, en una teoría incompleta a la que se le presentan desviaciones sistemáticas.

De acuerdo a Officer (1976), Samuelson argumenta que la PPP parte de una situación ideal en que se cumple la neutralidad del dinero y que sólo puede cumplirse en el *largo plazo*, ya que en el *corto plazo* puede haber cambios en variables reales que afecten el equilibrio del tipo de cambio y, por tanto, la PPP no se cumple al pie de la letra. De ahí que la contrastación empírica de la PPP no ha dado como resultado una clara evidencia que justifique su amplia utilización.

A partir de esto, otras teorías sobre la determinación de los tipos de cambio han sido desarrolladas. Por un lado se ha intentado mejorar la metodología y el análisis de la teoría de la PPP, para arreglar sus deficiencias y asumir que, en el mejor de los casos, se cumplirá bajo ciertas condiciones: flujos de capital, precios rígidos, paridad de tasas de interés, variables no aleatorias. Por el otro, se ha buscado una reformulación de la PPP que justifique la existencia de un equilibrio del tipo de cambio real que varíe en función de otras variables económicas *fundamentales*.

De esta distinción, las mencionadas teorías pueden clasificarse en dos grandes líneas. En primer lugar se encuentran aquellas que basan la determinación del tipo de cambio real de

equilibrio en variables monetarias (precios, oferta monetaria, tasas de interés): *Paridad del poder adquisitivo, paridad de tasas de interés y enfoque monetario*. En segundo lugar están las teorías que explican los movimientos del tipo de cambio real de equilibrio como resultado de los cambios en las condiciones reales de la economía, es decir, con base en variables reales (demanda, productividad, flujos de capital, deuda, gasto de gobierno, precios del petróleo, entre otros): *Los fundamentales del tipo de cambio real*<sup>5</sup>.

Resulta evidente que en la medida en que cada grupo de teorías enfatiza determinados aspectos, con lo cual margina a otros, presenta alcances pero también debilidades y limitaciones que aquí no vamos a tratar.

Así, a pesar de que la teoría de la PPP es un fenómeno monetario que deja de lado varios factores considerados por otras teorías, la PPP constituye el marco teórico adecuado para los fines de esta investigación ya que se ha demostrado que el equilibrio del tipo de cambio real de *largo plazo* se explica mejor con base en los modelos que utilizan la PPP. Por el contrario, los modelos basados en *los fundamentales del tipo de cambio* explican de manera más adecuada las fluctuaciones de *corto plazo*<sup>6</sup>.

Esta afirmación, entonces, nos permite inferir que la paridad del poder adquisitivo es una teoría que en el *largo plazo* se cumple, y por tanto es posible calcular y perseguir el valor de equilibrio del tipo de cambio real de largo plazo (Loría, 2003).

Finalmente, utilizar la PPP nos permite trasladar la perspectiva de este enfoque al mercado de bienes, como se verá más adelante.

### 1.3 EL TIPO DE CAMBIO REAL DE EQUILIBRIO DE LARGO PLAZO

El tipo de cambio real de equilibrio sostenible con el largo plazo es aquel que se asocia a una situación en que hay equilibrio en los sectores externo e interno y que los activos externos se están acumulando (o desacumulando) al ritmo deseado. Entonces, se define al tipo de cambio real de equilibrio como al que equilibra la cuenta corriente en el largo plazo.

A su vez, el equilibrio de largo plazo, o cuenta corriente sostenible, está determinado por el ritmo al que los residentes nacionales y extranjeros desean acumular o desacumular, a largo plazo, sus activos denominados en moneda local, deducidos los denominados en moneda extranjera.

<sup>5</sup> Variables económicas que determinan el tipo de cambio real de equilibrio en los modelos BEERs (Behavioural Equilibrium Exchange Rate), FEERs (Fundamental Equilibrium Exchange Rate) y ERER (Equilibrium Real Exchange Rate). Véase Edwards (1988), (1989); Macdonald (1993), (1997); Clark y Macdonald (1998).

<sup>6</sup> Véase Macdonald (1993), (1997); Officer (1976).

## 1.4 LA RELACIÓN CRECIMIENTO ECONÓMICO - TIPO DE CAMBIO REAL

Tratar de entender la relación tipo de cambio real – crecimiento económico implica tener claro cuáles son los mecanismos de transmisión por los cuales el TCR afecta a los equilibrios interno y externo de la economía. Esto se debe a que sus efectos sobre las variables de demanda interna y externa son múltiples y opuestos, lo que hace difícil determinar el sentido de dicha relación; es en última instancia un fenómeno empírico.

Al respecto dos teorías antagónicas han vertido sustento teórico sobre el efecto final que tiene el tipo de cambio real en la actividad económica.

Por una parte, la *visión convencional* establece que una devaluación será expansionista, es decir, elevará el ingreso real interno, si el incremento en el valor de las exportaciones excede al aumento del gasto en importaciones. El modelo que produce este resultado presenta los siguientes supuestos: a) el producto está determinado por la demanda; b) los precios internos son fijos y; c) se concentra en el valor de las elasticidades (*condición Marshall-Lerner*).

Por la otra, el relajamiento de estos supuestos y los efectos de la devaluación en la inflación han llevado a la posibilidad de que las devaluaciones reduzcan el gasto interno más que aumentarlo, pudiendo ser, por tanto, contraccionistas.

### 1.4.1 La visión convencional.

La siguiente sección está destinada a profundizar sobre las implicaciones de la *condición Marshall-Lerner*; el enfoque teórico más conocido sobre los impactos macroeconómicos de la devaluación. Para ello, se plantea primero la determinación del ingreso y la balanza comercial en una economía abierta para después vincularlos con los efectos que, a la luz de la *condición Marshall-Lerner*, tiene el TCR en ellos.

Cabe mencionar que esta sección fue elaborada fundamentalmente con base en los planteamientos expuestos en Dornbusch (*Macroeconomía en una economía abierta*, 1981), Krugman y Obstfeld (*Economía internacional*, 1999) y Rincón (“Tipos de cambio y balanza comercial”, *Monetaria*, 2001).

#### 1.4.1.1 Producto de equilibrio, balanza comercial y tipo de cambio real.

Para determinar un modelo sencillo del ingreso y la balanza comercial en una economía abierta deben acotarse los siguientes supuestos:

- a) La economía del país nacional es pequeña por lo que los precios de las exportaciones mundiales, a los cuales importa, están dados y son independientes de la cantidad importada. Esto implica que la oferta mundial de bienes importables (exportaciones extranjeras) es perfectamente elástica a un precio constante ( $P^*$ ) en moneda extranjera.

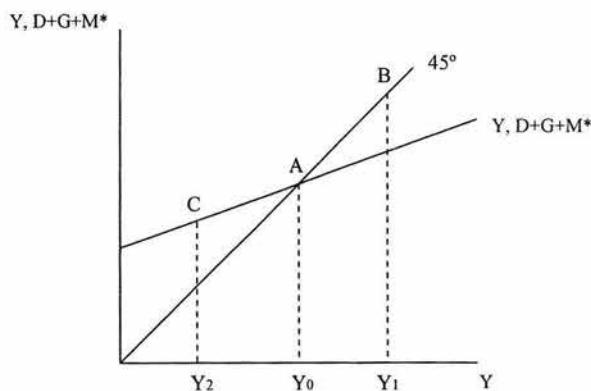
- b) Existe un régimen de tipo de cambio fijo, lo que supone que los precios internos de las importaciones están dados.
- c) En la economía nacional los precios de los productos también están dados y existe desempleo.
- d) El producto interno está en función de la demanda interna y externa.
- e) La demanda mundial de nuestras exportaciones está dada y depende del precio relativo de nuestros bienes y del ingreso del resto del mundo.
- f) Suponemos que el nivel de gasto depende exclusivamente del ingreso.
- g) Asumimos que no existen transferencias ni servicios, de tal forma que el ingreso nacional llega a ser igual al producto interno y la cuenta corriente igual a la balanza comercial.

Como se dijo, en esta economía el producto está determinado por la demanda agregada. La demanda de nuestro producto se deriva del gasto privado interno en bienes nacionales ( $D$ ), el gasto de gobierno ( $G$ ) y la demanda mundial de nuestras exportaciones ( $M^*$ ). En equilibrio, el producto ofrecido ( $Y$ ) es igual a la demanda, por lo que puede establecerse que:

$$Y = D(y, p) + G + M^*(y^*, p) \quad (1.5)$$

Donde la demanda interna depende del ingreso ( $y$ ) y del precio relativo dado de nuestros bienes ( $p$ ), mientras que la exportación depende tanto del ingreso extranjero ( $y^*$ ); considerado aquí como dado, como del precio relativo.

**Gráfico 1.1**



Utilizando la diagonal de  $45^\circ$  de la determinación keynesiana del ingreso, en la gráfica (1.1), es posible determinar el nivel de equilibrio del ingreso. A cada nivel de ingreso se añaden verticalmente los componentes de la demanda del producto interno, obteniendo la curva de demanda  $D+G+M^*$ . La demanda es una función creciente del nivel del producto interno, ya que un mayor producto e ingreso elevan el nivel del gasto, parte del cual se

dirige a los bienes internos; por lo que su pendiente ( $d$ ) es positiva y menor que la unidad.

$$0 < d = \frac{\delta D}{\delta Y} < 1 \quad (1.6)$$

De acuerdo a esto, el nivel de equilibrio del ingreso se produce en el punto A, donde el ingreso es igual al gasto en bienes internos. A un nivel más alto de producto, éste será mayor que la demanda y habrá una acumulación involuntaria de existencias, en tanto que, aun nivel más bajo de producto habrá exceso de demanda y por consiguiente una reducción de inventarios. En la medida en que el producto se ajuste al exceso de demanda, la economía tenderá a converger al punto A.

Otra forma de obtener el nivel de equilibrio del ingreso o producto es por medio del gasto de los residentes internos y de la balanza comercial. Si definimos el gasto o demanda agregada de los residentes internos como la suma del consumo privado de empresas y familias ( $C$ ), la inversión bruta de empresas privadas y públicas ( $I$ ) y el gasto de gobierno ( $G$ ); entonces, podemos expresar al ingreso como:

$$\begin{aligned} Y &= Ai + (X - M) \\ Ai &= C + I + G = D + G + M \end{aligned} \quad (1.7)$$

Donde ( $Ai$ ), es el gasto agregado o absorción total de los residentes internos y ( $Y$ ) el ingreso que es igual a la absorción interna más las exportaciones netas. En la ecuación se plantea la definición del gasto total de los residentes internos, ya sea como la suma de los componentes del gasto total de los sectores, o como la suma del gasto en bienes internos ( $D+G$ ) más la importación ( $M$ ); ya que si sumamos y restamos las importaciones en la ecuación (1.5) obtendremos:

$$\begin{aligned} Y &= D(y, p) + M(y, p) + G + M^*(y^*, p) - M(y, p) \\ Y &= Ai(y, p, g) + T(y, y^*, p) \end{aligned} \quad (1.8)$$

siendo ( $T$ ) la balanza comercial o exportación neta:

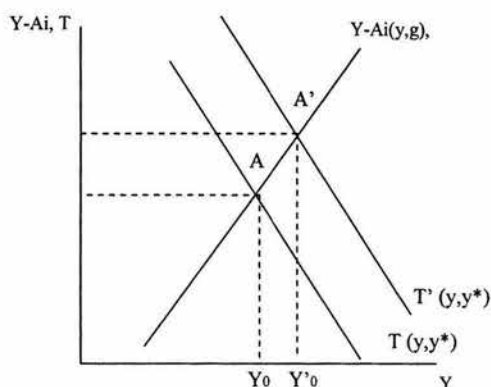
$$T = M^* - M = T(y, y^*, p) \quad (1.9)$$

La ecuación (1.8) indica, entonces, que el producto de equilibrio del mercado es igual al gasto planeado total de los residentes internos más la exportación neta.

Retomamos la grafica 1.1 para interpretar de nuevo la curva de demanda del producto interno como gasto total ajustado según la exportación neta en la gráfica 1.2. La curva ascendente representa el ingreso o el producto menos la absorción,  $Y - Ai(y, g)$ , con una propensión marginal al gasto,  $1 - s = \delta Ai / \delta Y$ , que es positiva e inferior a la unidad. Así, un aumento en el ingreso ocasionará un mayor ahorro neto (o inversión extranjera neta). La pendiente de esta curva refleja, por consiguiente, la propensión marginal al ahorro ( $s$ ).



Gráfico 1.2



Por su parte, la curva con pendiente negativa representa la balanza comercial como función del nivel de ingreso, la cual está trazada para un nivel dado de exportación. De esta forma, un aumento del ingreso eleva la importación y empeora la balanza comercial. La pendiente de la curva viene dada por el valor negativo de la propensión marginal a la importación:  $\delta T / \delta Y = -m$ .

De acuerdo a lo anterior, el ingreso de equilibrio se halla en el punto A, en el que la diferencia del ingreso sobre el gasto ( $Y-Ai$ ) es igual a la exportación neta ( $M^*-M$ ). La ventaja de esta última perspectiva, es que se separa el nivel total del gasto en gasto por bienes internos y extranjeros.

Ahora es conveniente estudiar los efectos que producen los cambios en la demanda mundial y las desviaciones de los patrones del gasto sobre el producto de equilibrio y la balanza comercial. Esto con el propósito de poder comprender con mayor precisión los efectos del TCR sobre las mencionadas variables.

#### 1) Un aumento en la demanda mundial.

El efecto de un aumento en la demanda mundial sobre el producto y la balanza comercial se representa en la gráfica 1.2. Como puede observarse, para cada nivel de ingreso las exportaciones netas se elevan, lo que se representa como un desplazamiento hacia arriba de la función de la balanza comercial. Ahora, al nivel de equilibrio del ingreso ( $Y_0$ ) tenemos un exceso de demanda de bienes por lo que se requiere un aumento en la producción hasta el punto en que el ingreso y el gasto se igualen, esto es, en el nuevo punto de equilibrio A'.

En A' se ha registrado un aumento en el producto de equilibrio y una mejora en la balanza comercial. La variación del saldo comercial en A' es menor que el aumento de las exportaciones debido a que la expansión inducida del producto aumenta el gasto en importaciones, compensando en parte la mejora de la balanza comercial.

Con las ecuaciones (1.8) y (1.9) es posible obtener algebraicamente la relación entre la variación en las exportaciones y los cambios resultantes en el producto de equilibrio y en la balanza comercial. Diferenciando (1.8) y empleando las definiciones de las propensiones marginales al ahorro ( $s$ ) y a la importación ( $m$ ), tenemos:

$$\frac{\delta Y}{\delta M^*} = \frac{1}{(m + s)} \quad (1.10)$$

La ecuación (1.10) define el multiplicador simple de la economía abierta, el cual muestra el efecto de un incremento en las exportaciones sobre el nivel de equilibrio del producto. Así, un aumento de las exportaciones incrementará tanto más el producto de equilibrio cuanto mayor sea el gasto inducido en bienes internos ( $di = 1-s-m$ ), o cuanto menores sean las propensiones marginales a ahorrar e importar.

Para determinar el efecto de un aumento en las exportaciones sobre el saldo de la balanza comercial diferenciamos (1.9), obteniendo:

$$dT = dM^* - m dY \quad (1.11)$$

o empleando (1.10):

$$\frac{\delta T}{\delta M^*} = 1 - \frac{m}{(m + s)} = \frac{s}{(s + m)} \quad (1.12)$$

Un aumento en las exportaciones mejora la balanza comercial, la magnitud de la mejora depende de las propensiones al ahorro y a la importación. Una mayor propensión al ahorro implicará una mejora mayor en la balanza comercial, lo que se traduce en términos gráficos en una función ( $Y-Ai$ ) con mayor pendiente. Por el contrario, una mayor propensión a importar implica un menor superávit comercial, lo que se representa con una función ( $T$ ) de mayor pendiente.

Dado lo anterior, puede pensarse que el aumento del producto sea tan elevado que provoque un crecimiento en el gasto de importación superior al aumento de las exportaciones lo que resulte en un déficit neto, sin embargo, esto no es posible ya que el ingreso sólo aumentará cuando se produzca un incremento en la demanda de bienes internos. La absorción interna sólo se incrementa en respuesta a los aumentos inducidos en el ingreso, por lo tanto debe producirse una mejora en la balanza comercial para mantener el mayor nivel de producto.

## 2) Desviación del patrón de gasto.

Supongamos una desviación de la demanda de importación hacia bienes internos. En este caso también es posible representar esta situación en términos del gráfico 1.2, interpretando, ahora, el desplazamiento hacia arriba de la función ( $T$ ) como el resultado de una menor demanda de importaciones. El resultado es el mismo, un aumento del producto de equilibrio y una mejora en la balanza comercial. Una modificación en la composición del gasto entre bienes internos e importaciones no ejerce ningún impacto sobre el nivel de gasto, de ahí que la función ( $Y-Ai$ ) no es afectada.

El efecto de las desviaciones en la demanda sobre el producto de equilibrio puede determinarse algebraicamente diferenciando la ecuación (1.8) con respecto a los cambios en el producto, observando que ahora tenemos un cambio exógeno en las importaciones ( $d\bar{M}$ ), más una variación inducida en las importaciones.

$$dY = (1 - s)dY = d\bar{M} - mdY \quad (1.13)$$

$$\frac{\delta Y}{\delta \bar{M}} = -\frac{1}{(s + m)} \quad (1.14)$$

La ecuación (1.14) confirma que un aumento autónomo en las importaciones, con una reducción compensadora en la demanda de bienes internos, disminuye el ingreso de equilibrio. El efecto sobre la balanza comercial se deriva en (1.15):

$$\frac{\delta T}{\delta \bar{M}} = -1 - \frac{mdY}{d\bar{M}} = -\frac{s}{(s + m)} \quad (1.15)$$

Como puede verse, el ajuste de la balanza comercial se ve de nuevo reducido por los cambios inducidos en el producto y en las importaciones. Así, un desplazamiento de la demanda hacia bienes internos mejora la balanza comercial, pero en menor cuantía que la reducción en las importaciones autónomas. Por el contrario, un aumento en el gasto de importación conduce a un menor empeoramiento de la balanza comercial que el desplazamiento inicial debido a que genera una contracción en el producto interno a medida que la demanda se desvía de los bienes producidos en el interior.

Acabamos de discutir la determinación del producto y la balanza comercial bajo el supuesto de precios relativos dados. Ahora estamos en condiciones de agregar el tipo de cambio real al modelo anterior, a fin de observar su efecto en el producto de equilibrio y en la balanza comercial; con ello se incorporan explícitamente los precios relativos.

Para ello debemos considerar algunos supuestos adicionales:

- ❖ La economía está completamente especializada en la producción de bienes exportables.
- ❖ El tipo de cambio real, definido como en la ecuación (1.4), es igual al precio relativo del producto ( $q = p$ ). Es decir, el TCR se mide por los términos de intercambio, ya que los bienes *no comerciables* no existen; entonces, cualquier devaluación nominal se convierte en una devaluación real<sup>7</sup>.

Cabe mencionar que la igualdad entre el tipo de cambio real y los precios relativos del producto no es del todo exacta, ya que el TCR es el precio relativo de una cesta de producto. No obstante, esta discrepancia no resulta ser cualitativamente importante, un problema más grave en nuestro análisis es la forma en que fue definido el TCR, debido a

<sup>7</sup> El hecho de que una devaluación nominal se convierta en una real se debe al supuesto implícito de que los niveles de precio interno y externo permanecen constantes.

que excluye el concepto de bienes *no comerciables*; considerando únicamente a  $(P)$  y  $(P^*)$  como los precios de los bienes *comerciables*<sup>8</sup>.

A pesar de ello, siguiendo a Krugman y Obstfeld (1999), supondremos al deducir la *condición Marshall-Lerner*, que el TCR puede ser considerado de forma aproximada como el precio relativo de las importaciones en términos de las exportaciones; con el objeto de evitar dificultades adicionales que resulten de un tratamiento más detallado acerca de la composición de los diferentes productos nacionales.

De esta forma, los términos de intercambio o el precio relativo de los bienes internos en términos de los bienes importables está determinado por:

$$q = \frac{eP^*}{P} \quad (1.16)$$

El tipo de cambio real definido en esta ecuación tiene la dimensión de unidades de producto interno por unidades de producto extranjero. Un incremento en  $(q)$  implica que los bienes internos se han abaratado relativamente o que se tiene que entregar más unidades de producto interno para obtener una unidad de bienes extranjeros, lo que se traduce en un deterioro de los términos de intercambio.

El TCR desempeña una función clave en la determinación del producto y la balanza comercial, ya que para un nivel dado de ingreso y gasto, el TCR determina la *composición del gasto* interno entre importaciones y bienes internos. Además, el TCR afecta la demanda mundial de nuestros bienes. Concretamente supone que una depreciación del TCR, es decir, un alza de  $(q)$ , reducirá las importaciones y aumentará las exportaciones. Este supuesto se encuentra explícito en la ecuación (1.17), en el que la demanda extranjera de nuestros bienes y la demanda de importaciones en el país son función del TCR.

$$M^* = M^*(q) ; \quad M = M(q, Y) \quad (1.17)$$

Así, la balanza comercial que depende del ingreso y del TCR es igual a la diferencia de la exportación sobre el valor de la importación; medida en términos del producto interno:

$$T = M^*(q) - qM(q, Y) \quad (1.18)$$

Ahora bien, suponiendo que la balanza comercial se encuentra inicialmente en equilibrio, lo que se desea determinar es si una devaluación de la moneda nacional mejorará realmente la balanza comercial. La respuesta a ello no es tan obvia como pudiese pensarse, para demostrarlo utilizaremos el modelo de Dornbusch (1975) de dos países (nacional y extranjero) y dos bienes (exportaciones e importaciones).

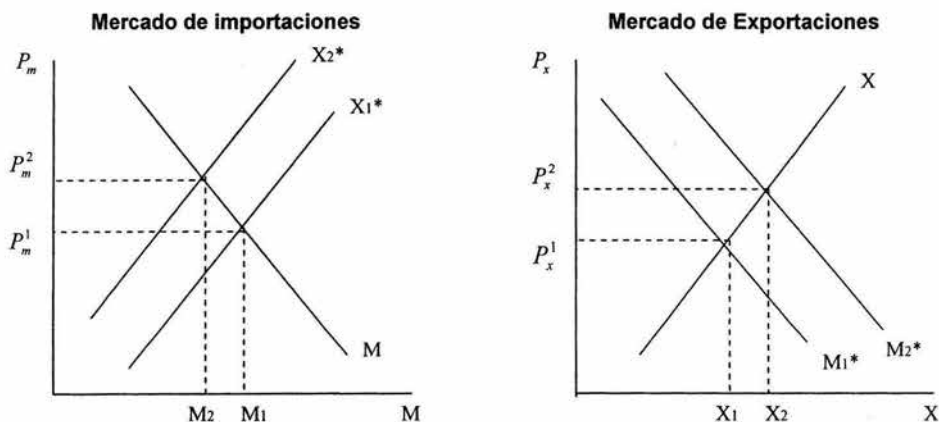
<sup>8</sup> Una forma más adecuada de definir el tipo de cambio real es como el precio de los bienes comerciables ( $P_c$ ) expresados en términos del precio de los bienes *no comerciables* ( $P_{nc}$ ):  $P_c/P_{nc}$ . Véase Edwards (1988).

En su modelo se contemplan dos mercados por separado, el de demanda de importaciones nacionales ( $M$ ) y el de oferta de exportaciones ( $X$ ). En equilibrio, las exportaciones nacionales son iguales a  $X_1$  y las importaciones igual a  $M_1$ ; en tanto que los precios son  $P_x^1$  y  $P_m^1$ , respectivamente. Véase gráfica 1.3.

La devaluación no cambia la oferta de exportaciones nacionales ni la demanda de importaciones, dado que los precios nacionales no han cambiado. Lo que ocurre es un movimiento a lo largo de las curvas  $X$  y  $M$ , donde la oferta de las exportaciones nacionales aumenta y la demanda de importaciones disminuye.

Sin embargo, la demanda de importaciones y la oferta de exportaciones extranjeras se desplazan hacia arriba; de  $M_1^*$  y  $X_1^*$  a  $M_2^*$  y  $X_2^*$ , respectivamente. Así, con el objeto de mantener los precios nominales de los bienes extranjeros, como definidos anteriormente, los precios nominales internos tendrán que aumentar en la misma proporción que la devaluación, de  $P_x^1$  a  $P_x^2$  para las exportaciones y de  $P_m^1$  a  $P_m^2$  para las importaciones. En consecuencia, la oferta de exportaciones extranjera y la demanda de importaciones deberán cambiar en el mismo porcentaje que la tasa de devaluación. En el nuevo punto de equilibrio los mercados se vacían.

Gráfico 1.3



De esta forma, la devaluación aumenta el precio nominal interno en ambos mercados al cual se vacían, incrementa el volumen de las exportaciones internas y reduce el volumen de las importaciones nacionales.

Lo que ha pasado es una sustitución en el consumo entre bienes nacionales y extranjeros, inducido por una variación en el tipo de cambio. Por lo tanto, el valor de las exportaciones nacionales aumenta, mientras que el de sus importaciones puede aumentar o disminuir

dependiendo de la elasticidad-precio de la demanda interna. Esto implica, entonces, que el efecto de una devaluación sobre la balanza comercial es ambiguo.

Lo que importa observar es que una depreciación del TCR no mejora necesariamente la balanza comercial. Si bien es cierto que las exportaciones se incrementan, ya que ahora se es más competitivo, y las importaciones disminuyen en términos físicos, también es cierto que se paga más por unidad importada; de tal suerte que este *efecto costo* (valor) pueda predominar por encima del *efecto volumen* (cantidad).

Entonces, la depreciación del TCR mejorara la balanza comercial, si y sólo si, las exportaciones e importaciones en términos físicos son lo suficientemente elásticas respecto al precio. Esta es, pues, la idea fundamental de la *condición Marshall-Lerner*.

De lo anterior puede deducirse que el efecto del TCR sobre la balanza comercial dependerá de la elasticidad-precio. Si definimos la elasticidad-precio de la demanda extranjera de nuestras exportaciones y de la demanda interna de las importaciones como<sup>9</sup>:

$$\begin{aligned}\eta^* &= (\delta M^* / \delta q)q / M^* > 0 \\ \eta &= -(\delta M / \delta q)q / M > 0\end{aligned}\quad (1.19)$$

y diferenciando (1.18) respecto al TCR se obtiene, suponiendo un equilibrio comercial inicial ( $M^* = qM$ ):

$$\delta T / \delta q = (\delta M^* / \delta q) - M - (q \delta M / \delta q) = M(\eta^* + \eta - 1) \quad (1.20)$$

que no es otra cosa que el efecto de una variación del TCR en la balanza comercial.

De la ecuación (1.20) puede observarse que si la suma de las elasticidades de la exportación y la importación es mayor que uno [ $(\eta^* + \eta) > 1$ ], un incremento en el TCR mejorará la balanza comercial. Esta condición asegurará una reacción cuantitativamente suficiente para compensar el mayor costo de las importaciones ocasionado por un empeoramiento de los términos de intercambio.

Así, la *condición Marshall-Lerner* establece que:

**Al encontrarse la balanza comercial en equilibrio, una depreciación real de la moneda nacional da lugar a un superávit comercial, siempre y cuando los volúmenes de exportación e importación sean lo suficientemente elásticos respecto al tipo de cambio y si la suma de las elasticidades de los precios relativos de las exportaciones y las importaciones es mayor a la unidad.**

<sup>9</sup> Dos supuestos están contenidos en la derivación de las elasticidades-precio. El primero es que el ingreso nacional se mantiene constante; y el segundo es que los precios internos permanecen constantes.

Además, se trata de una condición suficiente para la estabilidad del mercado de divisas, ya que si la *condición Marshall-Lerner* es válida, se registrará un exceso de demanda de divisas cuando el tipo de cambio esté por debajo del valor de equilibrio y un exceso de oferta cuando esté por encima de él. En estas condiciones, el tipo de cambio se moverá hacia su valor de equilibrio y el mercado quedará compensado<sup>10</sup>.

Al utilizar esta condición, se tiene que tener en cuenta que su análisis supone que el ingreso disponible ( $Y_d$ ) permanece constante, cuando el tipo de cambio real varía. Así, una depreciación real de la moneda hace que los productos internos sean más competitivos y estimula de este modo las exportaciones, aumenta la competitividad de los productos internos respecto a los productos externos, mientras que la demanda interna de las importaciones disminuye.

Más arriba se habló de los denominados efectos volumen y costo, pero veamos de manera más precisa qué significan y cuál es su relación con las elasticidades-precio de la demanda.

#### 1.4.1.2 El efecto volumen y el efecto costo.

Ahora definimos a la balanza comercial en unidades de producto interno, como la diferencia entre las exportaciones y las importaciones de **bienes y servicios**<sup>11</sup>:

$$BC(q, Y_d) = X(q) - M(q, Y_d) \quad (1.21)$$

En esta expresión la demanda de exportaciones se expresa sólo en función de ( $q$ ), ya que el ingreso externo está dado.

Si además expresamos nuestras importaciones ( $M$ ) en términos de producto externo, en lugar de producto interno; podemos definir a ( $X^*$ ) como la importación nacional en términos de producto externo.

Dado que ( $q$ ) es identificado con el precio de los productos externos en términos de producto interno, entonces las importaciones  $M$  y las exportaciones  $X^*$  están relacionadas por la expresión:  $M = qX^*$ <sup>12</sup>.

Por lo tanto, si sustituimos esta expresión en (1.21), la balanza comercial puede expresarse como:

$$BC(q, Y_d) = X(q) - qX^*(q, Y_d) \quad (1.22)$$

Ahora definamos a ( $\phi$ ) como el efecto de un aumento de ( $q$ ) en la demanda de exportaciones y a ( $\phi^*$ ) como el efecto de un aumento de ( $q$ ) en el volumen de importaciones, de modo que:

<sup>10</sup> Se considera al equilibrio del tipo de cambio como el dado por la paridad del poder adquisitivo (PPP).

<sup>11</sup> Para fines prácticos se utilizan sin distinción los conceptos "balanza comercial" y "cuenta corriente" aun cuando se sabe que en términos contables son distintas.

<sup>12</sup> Las  $M$  expresadas en términos de producto interno = (unidades de producto interno / unidades de producto externo)\*( $M$  en unidades de producto externo).

$$\phi = \frac{\Delta X}{\Delta q} ; \quad \phi^* = \frac{\Delta X^*}{\Delta q} \quad (1.23)$$

Si ( $\phi$ ) es positivo, una depreciación real hace que los productos internos sean más competitivos y estimula de este modo las exportaciones. Por otra parte, si ( $\phi^*$ ) es negativo, un aumento de la competitividad de los precios internos; generado por un alza en ( $q$ ), reduce la demanda interna de importaciones.

De esta manera, puede notarse cómo un aumento de ( $q$ ) afecta la balanza comercial si todo lo demás permanece constante. En este sentido, si la variación en una variable puede ser medida como la diferencia entre su valor inicial y su valor después de que haya cambiado, como por ejemplo:

$$\Delta q = q_2 - q_1$$

donde el subíndice 1 corresponde al valor inicial y el subíndice 2 indica su valor después de que ( $q$ ) ha cambiado. Entonces, una variación en la balanza comercial debida a un cambio en ( $q$ ) puede calcularse como:

$$\Delta BC = BC_2 - BC_1 = (X_2 - q_2 - X_2^*) - (X_1 - q_1 - X_1^*) = (\Delta X - q_2 \Delta X^*) - (\Delta q X_1^*) \quad (1.24)$$

Dividiendo entre  $\Delta q$  se obtiene el resultado de una variación de ( $q$ ) en BC:

$$\Delta BC / \Delta q = \phi - (q_2 \phi^*) - X_1^* \quad (1.25)$$

Esta ecuación resume los dos efectos que tiene una depreciación real sobre la balanza comercial, el *efecto volumen* y el *efecto costo*.

Los términos que contienen ( $\phi$ ) y ( $\phi^*$ ) representan el *efecto volumen*, es decir, el efecto del cambio de ( $q$ ) sobre el número de unidades de productos exportados e importados. Estos términos son siempre positivos ya que ( $\phi > 0$ ) y ( $\phi^* < 0$ ).

En tanto que  $X_1^*$  representa el *efecto costo* (valor) y viene precedido de un signo menos, lo que significa que un aumento de ( $q$ ) empeora la balanza comercial, en la medida en que se incrementa el valor, en unidades de producto interno, del volumen inicial de las importaciones.

El objetivo es saber cuándo el miembro de la derecha de la ecuación (1.25) es positivo, de forma que una depreciación real haga que la balanza comercial aumente.

Definiendo la elasticidad de la demanda de exportaciones y de importaciones respecto a ( $q$ ) como:

$$n = (q_1 / X_1) \phi \quad (1.26)$$

$$n^* = -(q_1 / X_1^*) \phi^* \quad (1.27)$$



Si ahora multiplicamos el lado derecho de la ecuación (1.25) por  $(q_1/X_1)$  con el fin de expresarla en términos de elasticidades de comercio; y suponemos que la balanza comercial se encuentra inicialmente en equilibrio ( $X_1 = q_1 X_1^*$ ), entonces se demuestra que  $\Delta BC/\Delta q$  es positivo cuando:

$$\frac{\Delta BC}{\Delta q} = \underbrace{\frac{q_1 \phi}{X_1} - \frac{q_1 q_2 \phi^*}{q_1 X_1^*}}_{\text{Efecto Volumen}} - \underbrace{\frac{q_1 X_1^*}{q_1 X_1^*}}_{\text{Efecto Costo}}$$

$$\frac{\Delta BC}{\Delta q} = n + \frac{q_2}{q_1} n^* - 1 > 0 \quad (1.28)$$

En tal caso, si la variación de  $(q)$  se supone reducida, de forma que  $(q_2)$  sea aproximadamente igual a  $(q_1)$ , la condición para que un aumento de  $(q)$  mejore la balanza comercial es que el *efecto volumen* sea mayor al *efecto costo*:  $n + n^* > 1$ . Es decir, que la suma de las elasticidades de los precios relativos de las exportaciones y las importaciones sea mayor a la unidad. De este modo la *condición Marshall-Lerner* se cumple.

Así, cuanto más pequeñas son las elasticidades, mayores serán las variaciones del tipo de cambio necesarias para producir un determinado cambio en la balanza comercial. Por el contrario, cuanto mayores sean las elasticidades, menores serán las variaciones del tipo de cambio necesarias para conseguir una mejora en la balanza comercial.

La *condición Marshall-Lerner* puede, entonces, concretarse en:

- 1) Si  $(n + n^*) < 1$ , habrá un efecto desfavorable.
- 2) Si  $(n + n^*) > 1$ , habrá un efecto favorable.
- 3) Si  $(n + n^*) = 1$ , no se producirá ningún efecto (favorable o desfavorable).

Al utilizar esta condición debe recordarse que su deducción supone que el salario se mantenga constante, cuando el tipo de cambio real varía.

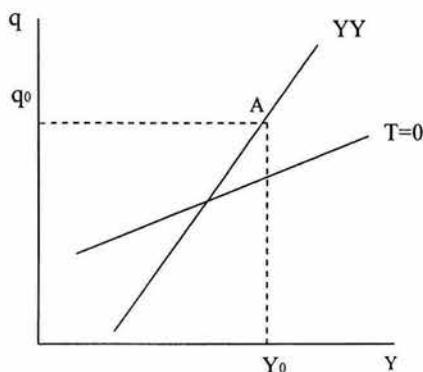
#### 1.4.1.3 La condición Marshall-Lerner en la relación TCR – PIB.

Hasta aquí se ha abordado el hecho de que una devaluación mejora la balanza comercial pero, ¿cómo afecta este resultado al producto e ingreso de un país como México?; de manera más precisa, ¿cuál es la relación que guarda el TCR con el producto dada la *condición Marshall-Lerner*?

Para resolver dicha interrogante retomamos nuestro modelo del ingreso y la balanza comercial, en el mercado de bienes la condición de equilibrio es que la absorción interna ( $Ai$ ) más la balanza comercial ( $T$ ) sean igual al producto ( $Y$ ). Suponiendo que la absorción depende sólo del producto y no de los precios relativos<sup>13</sup>, tenemos:

$$Y = Ai(y) + T(q, y) \quad (1.29)$$

**Gráfico 1.4**



En la gráfica 1.4 aparece la curva YY que representa el equilibrio en el mercado de bienes internos. La curva tiene pendiente positiva para que se cumpla la *condición Marshall-Lerner* en (1.20). Un aumento del producto eleva el ingreso y el gasto, pero el gasto en bienes internos aumenta menos que el producto porque parte del aumento del ingreso se ahorra o se gasta en importaciones. Por lo tanto, hay un exceso de oferta que tiene que eliminarse mediante un empeoramiento de los términos de intercambio, es decir, mediante una devaluación.

Dicha devaluación reducirá el precio relativo de los bienes internos creando demanda para la producción del país, ya que eleva la exportación y reduce el gasto en la importación, desplazando así la demanda hacia nuestros bienes. Un alza en el TCR ejerce así un *efecto de desplazamiento del gasto* a favor de los bienes internos, aumentando con ello la absorción interna. De ahí que a la devaluación se le considere como un instrumento de política general de desviación del gasto (*general expenditure-switching policy*) que afecta en forma global a la economía, dirigiendo el gasto o demanda interna y externa a la producción interna.

De esta forma, considerando la ecuación (1.29), una depreciación del TCR generará de manera indirecta; a través de una mejora en la balanza comercial y un aumento en la absorción interna, un incremento en el producto.

<sup>13</sup> Dornbusch (1981) establece que el hecho de suponer que la absorción depende sólo del producto [ $Ai = A(Y)$ ] es sólo un caso especial que se plantea cuando la elasticidad del gasto es igual a la unidad, lo que implica que ante una variación en el TCR; el gasto no causara ningún efecto adicional (expansivo o contractivo) sobre la demanda interna.

Como la pendiente de la curva YY está dada por:

$$\frac{\delta q}{\delta Y} = \frac{s + m}{M(\eta^* + \eta - 1)} \quad (1.30)$$

donde  $\eta^*$  es la elasticidad de la demanda externa de nuestras exportaciones y  $\eta$  la de la demanda interna de las importaciones; un movimiento ascendente a lo largo de la curva corresponde a un aumento del producto que se sostiene en el lado de la demanda mediante un creciente superávit comercial. La curva será menos inclinada cuanto mayor sea la reacción de las exportaciones e importaciones al TCR y cuanto más alta sea la propensión al gasto en bienes internos ( $di = 1 - s - m$ ).

En la gráfica 1.4 aparece también la curva  $T = 0$ , en la cual se halla en equilibrio el intercambio. La curva tiene pendiente positiva por la siguiente razón: un aumento en el tipo de cambio real, dada la *condición Marshall-Lerner*, mejora la balanza comercial. Para restablecer el equilibrio tiene que elevarse el nivel de ingreso y por ello, el gasto de importación. Los puntos por encima y a la izquierda de la curva  $T = 0$ , representan un superávit y un déficit los situados por debajo de ella. La curva  $T = 0$  es menos inclinada que la YY, esto se debe al hecho de que, al ascender por la curva YY necesitamos un superávit comercial creciente para mantener mayores niveles de producto. La pendiente de la curva  $T = 0$  es:

$$\frac{\delta q}{\delta Y} = \frac{m}{M(\eta^* + \eta - 1)} \quad (1.31)$$

Así, suponiendo que se tiene un tipo de cambio real  $q_0$  dado. En la gráfica 1.4 se indica que, para ese TCR, el nivel de producto de equilibrio está determinado en el punto A, donde se salda el mercado de bienes para el tipo de cambio real  $q_0$  y al nivel de equilibrio del producto  $Y_0$  hay un superávit en el punto A.

Pero veamos de manera más precisa el efecto de una devaluación en la balanza comercial y en el producto.

Como se dijo antes, suponiendo que estén dados los precios mundiales de los bienes importables, así como el precio de los bienes internos, los términos de intercambio dependen únicamente del tipo de cambio. Solamente en dichas condiciones se convierte completamente una variación nominal del tipo de cambio, en una variación real del tipo de cambio o de los términos de intercambio.

Entonces se establece que, conforme a los supuestos, la depreciación cambiaria y el empeoramiento de los términos de intercambio son equiparables:

$$\hat{p} = \hat{q} \quad (1.32)$$

donde el gorro en ( $p$ ) y ( $q$ ) indican una variación porcentual, o sea:  $\hat{p} \equiv dp/p$ .

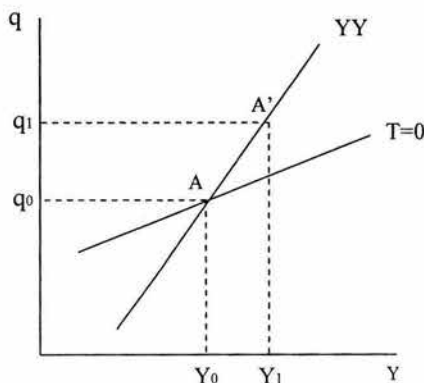
En la gráfica 1.5 se comienza con un equilibrio inicial en el punto A y se introduce una depreciación cambiaria que eleva el tipo de cambio real, de  $q_0$  a  $q_1$ . El equilibrio se traslada al punto A', elevándose el producto y mejorando la balanza comercial.

Es posible calcular la variación en el ingreso de equilibrio a partir de (1.29), como:

$$\Delta Y = [M^*(\eta^* + \eta - 1)/(s + m)]\hat{q} \quad (1.33)$$

El supuesto de que se cumple la *condición Marshall-Lerner* garantiza que una depreciación cambiaria, o deterioro de la relación de intercambio, elevará el ingreso de equilibrio.

Gráfico 1.5



El efecto de la depreciación sobre la balanza comercial puede calcularse a partir de (1.18) utilizando (1.33), como sigue:

$$\Delta T = M^*(\eta^* + \eta - 1)\hat{q} - m\Delta Y = [s/(m + s)]M^*(\eta^* + \eta - 1)\hat{q} \quad (1.34)$$

Si se satisface la *condición Marshall-Lerner*, una depreciación cambiaria mejorará la balanza comercial. Un aspecto interesante del resultado obtenido en (1.34) es el término  $s/(s+m)$ . El aumento del ingreso inducido por el desplazamiento de la demanda hacia los bienes internos ocasiona una mayor importación, lo que compensa en parte la mejora inicial de la balanza comercial debida a la depreciación. El término  $s/(s+m)$  refleja este efecto reductor.

No se puede acentuar demasiado el supuesto de que los precios internos no se ven afectados por la depreciación ya que si la devaluación y el aumento del ingreso ocasionan elevaciones compensadoras de los precios internos, los precios relativos y la competitividad permanecerán invariables y la depreciación no ejercerá ningún efecto real.

#### 1.4.1.4 Los efectos ingreso y sustitución.

El hecho de que una depreciación finalmente ejerza o no un incremento en el producto y una mejora en la balanza comercial, dependerá de los denominados *efectos de sustitución e ingreso*, los cuales se producen por las variaciones en los precios relativos.

En ese sentido, si la devaluación reduce los precios relativos de los bienes internos en moneda nacional, entonces, un aumento en el tipo de cambio real producirá dos efectos directos:

- 1) **El efecto de sustitución.** El cual origina un cambio en la *composición* de la demanda desde bienes extranjeros a bienes nacionales; es decir, existe un efecto de desplazamiento del gasto o demanda a favor de los bienes internos. La modificación del tipo de cambio determina, entonces, un *efecto de gasto-sustitutivo*. De esta forma, y suponiendo desempleo (característica de un análisis keynesiano), la producción nacional se incrementa. Obsérvese que este efecto de sustitución es lo que la *condición Marshall-Lerner* pronosticaría que ocurriese cuando se presenta una devaluación, por lo que se puede determinar que el efecto sustitución implica el resultado de los efectos volumen y costo; esto es,  $(\eta^* + \eta) > 1$ . De ahí que la esencia del modelo esté constituida por los efectos de sustitución en el consumo (explícitamente) y la producción (implícitamente), inducidos por los cambios en el precio relativo determinados por una devaluación.
- 2) **El efecto ingreso.** El cual incrementa la absorción interna ( $A_i$ ), y luego reduce el saldo comercial ( $X-M$ ). El efecto ingreso se relaciona a la vez con un incremento del producto interno (ingreso), que actúa a través de la “propensión marginal a consumir” y la “propensión marginal a invertir”; esto es, sobre la absorción interna, y a través de la modificación en los términos de intercambio. Así, el incremento en el ingreso, que se genera por el aumento en la producción interna dado el desplazamiento de la demanda hacia bienes internos; aumentará las importaciones si la elasticidad-ingreso de la demanda es significativa. En consecuencia, el saldo comercial disminuirá y la mejora inicial en la balanza comercial se verá mermada hasta el punto, incluso, de deteriorarla; por lo que el producto también disminuirá.

La magnitud en que el aumento del ingreso compensa la mejora inicial de la balanza comercial depende de los efectos combinados del ingreso y de sustitución.

Dicho lo anterior, el efecto final neto de una variación del TCR en la balanza comercial y en el producto dependerá, primero, de la elasticidad precio de la demanda de exportaciones ( $\eta^*$ ) e importaciones ( $\eta$ ), es decir, de los efectos costo y volumen; y después, de los efectos ingreso y sustitución combinados.

Entonces, para el caso que nos ocupa, un incremento en el TCR (depreciación) aumentará el producto y mejorará la balanza comercial, si y solo si:

- a) **Las exportaciones e importaciones en términos físicos son lo suficientemente elásticas respecto al precio;  $(\eta^* + \eta) > 1$ .**
- b) **El efecto sustitución es mayor que el efecto ingreso.**

Este último punto puede incorporarse dentro del análisis de la *condición Marshall-Lerner*. Dornbusch (1983) establece que una forma de incorporar los efectos ingreso y sustitución a la *condición Marshall-Lerner* es mediante la descomposición de las elasticidades de demanda en *elasticidades-precio compensadas* y *elasticidades-sustitución*, las cuales capturan los efectos mencionados.

Así, las elasticidades de demanda que aparecen en (1.19) pueden separarse en esos dos efectos, de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}\eta^* &= \eta_s^* + m^* \\ \eta &= \eta_s + m\end{aligned}\tag{1.35}$$

donde  $(\eta_s^*)$  y  $(\eta_s)$  son las elasticidades sustitución de la demanda de exportaciones y de importaciones respectivamente, mientras que  $(m^*)$  y  $(m)$  son las elasticidades-precio compensadas que corresponden a las propensiones a la importación.

Ahora bien, introduciendo en la *condición Marshall-Lerner* esta separación, obtenemos:

$$M(\eta_s^* + \eta_s + m^* + m - 1)\tag{1.36}$$

Con base en ello, una condición suficiente para que la depreciación aumente el producto y mejore la balanza comercial es que la suma de las propensiones a la importación sea mayor a la unidad;  $(m + m^*) > 1$ .

Así, en el nivel inicial de producto, una depreciación disminuye el precio relativo de los bienes internos. Como consecuencia, dada la condición de elasticidad, la demanda se desplaza hacia los bienes internos y mejora la balanza comercial. El desplazamiento de la demanda conduce a un aumento del ingreso que aminora la mejora inicial de la balanza comercial, pero **no lo contrarresta** dado que  $(m + m^*) > 1$ . La balanza comercial mejorará y el producto aumentará, pero en menor medida a lo previsto.

Como se podrá observar un aumento en el producto y la mejora del intercambio comercial, es resultado de un empeoramiento de los términos de intercambio, o sea, una reducción del poder adquisitivo de nuestros bienes. Eso significa un costo real que es la reducción del nivel de vida.

### 1.4.2 La hipótesis de la devaluación contraccionista.

El análisis convencional de los impactos macroeconómicos de la devaluación ha descansado sobre los efectos costo y volumen de una variación en el tipo de cambio; y sobre los efectos ingreso y sustitución de aumento en los precios relativos de los bienes comerciales. Así, siempre que el *efecto volumen* sea mayor al *efecto costo* y que el *efecto sustitución* sea lo suficientemente fuerte para compensar el desfavorable *efecto ingreso*, el resultado neto sobre el producto y el empleo será expansivo.

De lo anterior se sigue que una devaluación real puede estimular el crecimiento económico de una país. Sin embargo, esta visión no es soportada por otras investigaciones teóricas o por la experiencia de algunos países que han implementado devaluaciones en sus tipos de cambio.

Se sabe que las autoridades monetarias pueden alentar por un periodo limitado, un tipo de cambio nominal lo suficientemente depreciado para cubrir la diferencia entre la inflación nacional y la extranjera, estabilizando así el TCR. No obstante, la consideración teórica y la evidencia empírica sugieren que intentar mantener el TCR más depreciado que su nivel de equilibrio conducirá, probablemente, a un círculo vicioso, ya que el incremento en el TCR generará presiones a la alza sobre el nivel de precios (inflación) y éstos sobre las expectativas; propiciando así un aumento en la tasa de depreciación del tipo de cambio nominal. En consecuencia, volverá a aumentar el TCR repitiéndose una y otra vez dicho proceso, lo que eventualmente forzará el abandono del objetivo de un TCR más depreciado.

Aun si una devaluación real pudiese ser sostenida sin efectos inflacionarios, esto no significa que tal estrategia conducirá a un crecimiento del producto más alto. En este sentido una literatura sustancial denominada aquí como *la hipótesis de la devaluación contraccionista* muestra que, por medio de una multitud de canales diferentes, una devaluación del tipo de cambio podría tener efectos contractivos sobre la actividad económica<sup>14</sup>. Lo que se plantea es que en el largo plazo es posible que los efectos expansivos directos de la devaluación sobre el producto y/o el crecimiento del producto pueden ser compensados por los efectos contractivos en el corto plazo.

Por otra parte, a pesar de que las devaluaciones son inducidas por shocks externos, ellas pueden ejercer por sí solas efectos sobre la actividad económica, independientemente de que los shocks externos generen impactos directos sobre el producto. Usualmente la devaluación es utilizada para incrementar la producción de los bienes comerciables, sin embargo, este efecto positivo sobre el producto puede ser lento y compensando, particularmente en el corto plazo, por impactos contractivos sobre la demanda de bienes no comerciables.

La teoría de la devaluación contraccionista generalmente se ha enfocado sobre el caso de una devaluación nominal simple, es decir, sobre incrementos permanentes en el valor de la moneda nacional con respecto a la moneda extranjera. No obstante, dado el supuesto

<sup>14</sup> Véase Krugman y Taylor (1978); Villarreal (1974); Edwards (1985) y (1989); Lizondo y Montiel (1989); Yotopoulos (1996); Kamin y Rogers (1997).

clásico de precios flexibles, las devaluaciones nominales en el largo plazo traen consigo incrementos proporcionales en los precios que dejan invariable al TCR y a la actividad económica; este tipo de análisis normalmente ha limitado el estudio de los efectos de la devaluación en el producto. Véase (Lizondo y Montiel, 1989).

En ese sentido, exponemos a continuación los canales más importantes por medio de los cuales, a decir de la hipótesis de la devaluación contraccionista, una devaluación del tipo de cambio podría tener efectos contractivos.

#### 1.4.2.1 Déficit comercial y capacidad ociosa.

De la sección previa queda claro que la única posibilidad de que la devaluación genere una caída en el nivel de producto es que la *condición Marshall-Lerner no se cumpla*. No obstante, el cumplimiento de tal condición supone la existencia de capacidad ociosa y de equilibrio en la balanza comercial, supuestos fuertes que no necesariamente se dan en el contexto real de las economías.

Esto llevó a diferentes autores a romper con dichos supuestos, Yotopoulos (1996) establece que la primera excepción en la visión tradicional, asumida en la literatura, estuvo basada en la *condición Marshall-Lerner*. Según el autor, Hirschman en su trabajo "Devaluation and the trade balance: A note" introdujo una modificación en la *condición Marshall-Lerner* al considerar que un país comienza desde un déficit inicial en la balanza comercial, al hacerlo halló que un efecto contractivo en la actividad económica era un resultado muy probable al aplicar una devaluación.

##### a) El efecto ingreso real.

Krugman y Taylor (1978) confirmaron la idea expuesta por Hirschman en un modelo Keynesiano-Kaleckiano simple de una economía abierta, ellos encontraron que:

"Cuando una devaluación real tiene lugar en un momento en el que existe déficit comercial, el incremento en los precios de los bienes comerciables reduce inmediatamente el ingreso real nacional y lo aumenta en el extranjero, puesto que los pagos en moneda extranjera exceden a los ingresos", es decir, si el balance comercial está en déficit, una devaluación real aumentará el valor real de la moneda interna de ese déficit, reduciendo así la demanda agregada. Además argumentan que "entre más grande sea el déficit inicial, más grande será el efecto contractivo en la economía" (Krugman y Taylor, 1978, p.446).

Lizondo y Montiel (1989) identifican este resultado como el *efecto ingreso real* de una devaluación ante un déficit inicial en la balanza comercial.

Por otra parte, Johnson (1976) establece que ante la ausencia de capacidad ociosa, una devaluación nominal conducirá a un incremento equiproporcional en todos los precios que dejará al tipo de cambio real invariable y al producto y el empleo constante; contrario al efecto expansivo señalado por la *condición Marshall-Lerner* en condiciones de desempleo.



### 1.4.2.2 Los efectos producidos por la rigidez nominal.

Las devaluaciones ejercen efectos sobre el nivel de precios al aumentar el valor de la moneda doméstica de los bienes comerciables y de los bienes intermedios importados. Véase (Lizondo y Montiel, 1989). Ahora bien, en la medida en que otras variables nominales, tales como los salarios, se rezaguen del aumento en el nivel de precios general, la devaluación causara cambios en el valor real de esas variables lo que a su vez puede dar origen a efectos reales sobre la actividad económica.

#### a) *El efecto redistribución del ingreso.*

Al respecto Villarreal (1974) y Krugman y Taylor (1978) establecen que los salarios semirígidos se ajustan al incremento en precios sólo lentamente, reduciendo con ello el salario real. Esto provoca un cambio en la composición del ingreso desde un nivel bajo de ahorro por trabajador a un alto ahorro capitalista, reduciendo el consumo y, por tanto, el nivel de producto.

Este hecho ha sido definido por los autores como *el efecto de redistribución del ingreso*<sup>15</sup>, según el cual, el aumento en el nivel de precios de los bienes comerciables motivado por la devaluación redistribuye el ingreso (*ceteris paribus*) a favor de los grupos de altos ingresos (poseedores del capital). De esta forma, si los grupos de altos ingresos tienen una propensión marginal a ahorrar mayor que los grupos de bajos ingresos, entonces, debe esperarse una reducción del gasto.

De la misma forma, si existen impuestos *ad valorem* sobre las exportaciones e importaciones, la devaluación redistribuye el ingreso del sector privado al gobierno. El efecto contractivo en la actividad económica se dará siempre que la propensión marginal a ahorrar de éste último sea más grande que la del sector privado.

#### b) *El efecto saldos monetarios reales.*

Otro efecto reductor de la actividad económica es el denominado *efecto de saldos monetarios reales*. A decir de Krugman y Taylor (1978), si el nivel de la oferta monetaria nominal es rígida, la devaluación que induce inflación puede erosionar la oferta monetaria real y con ello disminuir la actividad económica. De manera más precisa, el valor real de la oferta monetaria se reduciría por la devaluación, dado que los precios internos de los bienes y servicios comerciables se elevarían. El público para restablecer el valor real de sus saldos monetarios y otros activos financieros, deberá reducir su gasto o absorción interna lo que se traduce en una disminución de la demanda y por tanto de la actividad económica.

Nótese, sin embargo, que la rigidez en la oferta monetaria es enteramente de corto plazo de tal suerte que “una vez que la gente haya restaurado sus deseadas tenencias financieras,

<sup>15</sup> Cabe mencionar que el efecto redistribución del ingreso al que se hace referencia aquí solo expone el efecto reductor en la demanda interna como consecuencia de la devaluación y deja de lado el efecto positivo que ayuda a corregir el desequilibrio externo.

los gasto monetarios reales se elevarán y con ello el nivel productivo". (Rincón, 2001, p.143).

Entonces, el impacto monetario de la devaluación en el corto plazo hace que el aumento en el nivel de precios doméstico, en ausencia de una política monetaria adecuada, reduzca la existencia de saldos reales elevando con ello la tasa de interés que a su vez deprime el nivel de inversión y por tanto la absorción interna. En el largo plazo, dentro de este mismo enfoque monetario, la contrapartida monetaria del superávit de balanza de pagos originario, restablecería la existencia real de dinero prevaluado, eliminando así el impacto restrictivo inicial de la devaluación sobre el gasto agregado.

En este sentido el efecto contractivo de la devaluación sobre el crecimiento económico será temporal y dependerá de que tan rígida sea la oferta monetaria nominal.

### 1.4.2.3 Los efectos del aumento en las tasas de interés e inflación.

La devaluación inicial tiene un fuerte efecto en el nivel general de precios: todos los bienes de comercio exterior de uso final incrementan sus precios denominados en moneda local en la misma proporción de la devaluación; mientras que el aumento en los precios de las importaciones de bienes intermedios y de capital afectan los costos de producción.

Debido a que el nivel de precios no salta instantáneamente a su nuevo nivel de estado estacionario una vez que la devaluación se ha registrado, la tasa de inflación aumentará por algún tiempo. El incremento en la inflación, junto con el aumento en las expectativas de una futura devaluación que inevitablemente acompañan a una devaluación inicial, terminan por elevar *la tasa de depreciación esperada del tipo de cambio*.

En términos de la paridad del poder adquisitivo relativa, la tasa de depreciación esperada aumenta para compensar el diferencial de inflación registrado con el aumento en la tasa de inflación nacional a fin de mantener constante el poder adquisitivo de la moneda. Por otra parte, asumiendo que el efecto Fisher<sup>16</sup> se cumple, el nivel de inflación más alto y las expectativas de depreciación tenderán a aumentar *la tasa de interés nominal*.

<sup>16</sup> El efecto Fisher expresa la relación a largo plazo entre la inflación y la tasa de interés nominal, según la cual, un aumento en la inflación esperada de un país producirá *ceteris paribus* un incremento exactamente igual en la tasa de interés nominal.

Krugman y Obstfeld (1999) señala que al asumir que los agentes económicos comprenden la relación de la paridad del poder adquisitivo (PPP) en su forma relativa es posible expresar a la condición de la paridad de intereses descubierta como:

$$R = R^* + (\pi_e - \pi_e^*)$$

$$R - R^* = \pi_e - \pi_e^*$$

la cual establece que la diferencia entre las tasas de interés interna y externa será igual a la diferencia entre las tasas de inflación esperadas nacional y extranjera. Este resultado evidencia el denominado efecto Fisher, ya que un incremento en la inflación esperada nacional traerá consigo un aumento en la tasa de interés interna a fin de garantizar la paridad de intereses en el mercado de divisas.

**a) El efecto desconfianza.**

Kamin y Rogers (1997) establecen que un aumento en la tasa de inflación puede reducir directamente la confianza de empresas y consumidores desalentando así el gasto o absorción interna.

**b) El efecto incremento de la deuda.**

El aumento en las tasas de interés puede elevar los gravámenes del servicio de la deuda, con ello los prestatarios se verán obligados a reducir su gasto lo que se traducirá en una contracción de la actividad económica. Aunque el costo de servicios de la deuda externa, como intereses y amortizaciones, está fija en moneda extranjera, la devaluación incrementará el costo de dichos servicios en moneda nacional. De ahí que tanto el sector público como el privado (dependiendo de su respectiva participación en la estructura de la deuda externa) incrementen sus costos por estos servicios en moneda nacional, lo que presionará a una reducción en la inversión registrándose por tanto un descenso en la demanda agregada. Véase (Villarreal, 1974).

**c) El efecto combinado.**

Un nivel de inflación y de tasas de interés más alto puede disminuir la demanda de depósitos bancarios, provocando que los bancos restrinjan la oferta de crédito y por tanto inducir reducciones en el nivel de gasto.

#### **1.4.2.4 El efecto Balance Contable.**

Cuando los individuos son deudores netos en moneda extranjera, una devaluación real aumentará el saldo real de su deuda, es decir, aumentará el valor de sus obligaciones en moneda nacional así como el pago de intereses sobre esas obligaciones; induciendo a ajustes en el balance contable que pueden conducir a reducciones en la demanda interna. Véase (Lizondo y Montiel, 1989).

Este efecto es conocido en el ámbito empresarial como *el efecto financiero* de la devaluación, el cual perturba a la inversión a través de sus efectos sobre el patrimonio neto de las empresas, ya que una devaluación aumentará sus pasivos en moneda extranjera lo que mermará su acceso al mercado de créditos, induciendo a su vez una disminución en la inversión y por tanto en la absorción interna<sup>17</sup>.

---

<sup>17</sup> Las decisiones de inversión pueden verse afectadas adversamente con el incremento de las deudas contratadas en moneda extranjera al elevarse el tipo de cambio real. Adicionalmente, la inversión privada caerá con un cierto rezago como consecuencia de la disminución de las ganancias al caer la demanda.

#### **1.4.2.5 El efecto disponibilidad de crédito externo.**

De acuerdo a Kamin y Rogers (1997), la pérdida de acceso al crédito externo puede tener efectos contractivos por:

- a) Privar a los bancos internos de crédito para otorgar préstamos al sector no financiero del país.
- b) Limitar la capacidad de las compañías para financiar importaciones de insumos intermedios para la producción.
- c) Inducir a una postura más contractiva de la política económica a fin de hacer frente a las restricciones de la balanza de pagos y restaurar la confianza de los inversionistas extranjeros.

#### **1.4.2.6 El efecto oferta.**

Además de los canales de demanda mencionados anteriormente, los canales del lado de la oferta de la devaluación contraccionista también han sido desarrollados. Tales conductos trabajan a través del aumento en los costos de producción de los bienes producidos internamente, especialmente los bienes no comerciables, que reducen la oferta interna. Junto con un descenso en la demanda, esto conducirá a un aumento mayor en el nivel de precios y a un nivel más bajo de producto de bienes no comerciables. A decir de Yotopoulos (1996), los mecanismos a través de los cuales los *efectos oferta* se presentan son: el cambio que se produce en los bienes comerciables al generarse costos de exportación más altos, el aumento en los salarios nominales, el incremento en el costo de capital de trabajo y el uso de insumos importados.

Existen por lo menos tres características en la estructura de oferta de las economías en desarrollo para examinar el impacto de la devaluación sobre los precios y el producto:

- a) El uso de insumos importados en la producción de bienes comerciables y no comerciables. Dentro de la perspectiva de los costos laborales unitarios una devaluación nominal tendrá un impacto menos que proporcional sobre el tipo de cambio real: naturalmente mientras mayor sea la participación de los insumos importados en los costos unitarios de producción menor será la depreciación real asociada. Por otra parte, si la demanda de insumos importados es inelástica, el efecto de una devaluación será contraccionista. Véase (Lizondo y Montiel, 1989).
- b) Existencia de indexación salarial e impacto sobre salarios reales. Si la canasta de consumo de los trabajadores, sobre la cual se indexan los salarios nominales depende directamente de bienes finales importados (por ejemplo alimentos), el ajuste de salarios nominales después de una devaluación, dado un coeficiente de indexación, implica un efecto distinto sobre la tasa de inflación y el tipo de cambio real.

- c) Otro canal que opera a través de la demanda agregada es el del costo real de capital de trabajo. Si la devaluación reduce el nivel real de crédito bancario que es usado para financiar capital de trabajo, la tasa de interés real pertinente aumentará con el consiguiente efecto inflacionario de corto plazo. Nuevamente este efecto introduce una brecha entre devaluaciones nominales y las devaluaciones reales.

#### **1.4.2.7 Políticas Económicas Asociadas.**

Kamin y Rogers (1997) señalan que las devaluaciones generalmente están acompañadas de otras políticas económicas contractivas, que contienen en si mismas efectos adversos inflacionistas y expectativas de devaluación. De ahí que las recesiones posteriores a la devaluación pueden reflejar en parte las políticas económicas contractivas incitadas por la devaluación.

#### **1.4.3 La dualidad en los efectos de largo plazo de una devaluación.**

Como fue señalado anteriormente, en el largo plazo se espera que una devaluación nominal simple no tenga efectos sobre el nivel de producto. En ese sentido, la pregunta obligada sería; ¿Cuáles serán los efectos de una devaluación real sostenida sobre el producto, es decir, depreciaciones continuas del tipo de cambio nominal?

Por una parte, una depreciación sostenida del tipo de cambio real puede aumentar la probabilidad de que el producto se expanda, ya que el número de depreciaciones nominales aumenta comparado con el caso de una devaluación nominal simple; para ello se supone de inicio que la producción de los bienes comerciables responde claramente a la devaluación real. Además, en la medida en que el sector privado crea que la devaluación real será sostenida, fomentará un incremento en la inversión en el sector de los bienes comerciables.

Por otra parte, una amplia evidencia sugiere que el tipo de cambio real depreciado a cierto nivel también es inflacionario. En la medida en que esto sucede las devaluaciones nominales continuas serán requeridas, lo que significa mantener un TCR persistentemente depreciado. Si una devaluación nominal simple es inicialmente contraccionista, no sería raro pensar que depreciaciones nominales sostenidas también pudiesen ser contractivas. De ahí que, con fundamento teórico, el impacto esperado de una depreciación real sostenida sobre el nivel de producto sea incierto.

En resumen, los enfoques de demanda del impacto del tipo de cambio real sobre el nivel de producto ofrecen una amplia gama de mecanismos de transmisión por los cuales el resultado dominante, en el corto plazo, puede ser una contracción del gasto y del producto. Si bien teóricamente una devaluación mejora la cuenta corriente y el producto cuando la *condición Marshall-Lerner* se cumple, en términos generales una depreciación ocasionará una contracción en la demanda agregada en el corto plazo aún en el enfoque monetario.

Aunado a ello, una devaluación es equivalente a un *shock* de oferta adverso sobre la economía. Dado un nivel de demanda agregada, la devaluación producirá una aceleración de la inflación y una reducción del nivel del producto por lo menos en el corto plazo.

Pero entonces, ¿cuál es el efecto neto del tipo de cambio real en el crecimiento económico de un país? Con el objeto de dar respuesta a dicha interrogante numerosos estudios empíricos se han desarrollado, parte de los cuales serán descritos en el siguiente capítulo.

## CAPÍTULO II

### LOS EFECTOS DEL TIPO DE CAMBIO REAL SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO DE MÉXICO

#### 2.1 Introducción

Es conveniente tener claro los mecanismos de transmisión del tipo de cambio a los equilibrios macroeconómicos de nuestro país. Por tal motivo, en este capítulo iniciamos con un análisis de la compleja relación observada entre el tipo de cambio real y el crecimiento económico.

De esta relación se observa como los movimientos en el tipo de cambio real han producido efectos distintos en el equilibrio interno y externo de la economía mexicana, de tal suerte que preservar uno implica el deterioro del otro. Esto se ha debido a las condiciones estructurales de la economía nacional, a los efectos contractivos de la devaluación y a la estrategia del gobierno federal de mantener un tipo de cambio fijo encaminado a objetivos de inflación. Entonces, se vea cómo la disyuntiva entre un equilibrio y otro ha permitido regenerar el ciclo crecimiento – apreciación – estanflación que ha limitado el desarrollo de la economía nacional.

Asimismo, se establece que la existencia de correlación negativa entre ambas variables no necesariamente prueba que una devaluación real es contractiva, ya que las devaluaciones frecuentemente han sido implementadas en respuesta a diferentes shocks adversos y junto con políticas económicas contractivas que podrían desalentar la actividad económica por sí solas. No obstante, la correlación inversa entre el tipo de cambio real y el producto podría reflejar efectivamente un efecto contractivo de la devaluación sobre el producto. Por ello, con fundamento en la literatura de la devaluación contraccionista, se establecen los canales por los cuales es posible que las devaluaciones en México hayan generado efectos contractivos.

Finalmente, la divergencia en los efectos que produce el tipo de cambio en los equilibrios interno y externo ha planteado la interrogante sobre cuál es el efecto que predomina en el largo plazo. Con el objeto de dar respuesta a dicha interrogante numerosos estudios empíricos se han elaborado, no obstante, las discrepancias que se dan en el terreno teórico no parecen resolverse en el ámbito empírico, más aun las fortalecen. Por ello, en este capítulo se presenta una descripción representativa de los resultados obtenidos clasificándolos en aquellos que están a favor de *la visión convencional* y aquellos que lo están en *la hipótesis de la devaluación contraccionista*.

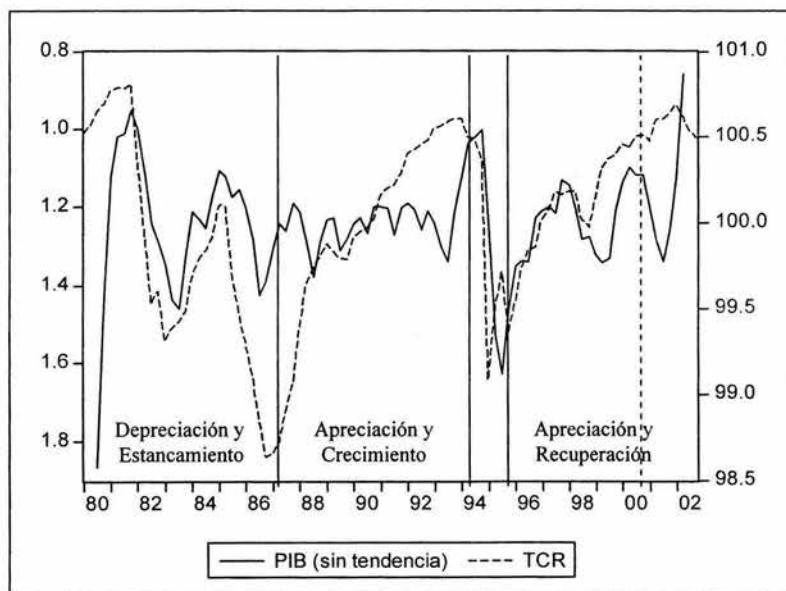
## 2.2 EL TIPO DE CAMBIO REAL Y LOS EQUILIBRIOS INTERNO Y EXTERNO DE LA ECONOMÍA MEXICANA

Las distintas fases de crecimiento y estancamiento experimentadas por la economía mexicana han estado asociadas con los desalineamientos del tipo de cambio real con respecto de su valor de equilibrio de largo plazo, por sus efectos en la cuenta corriente y en el mercado interno.

Durante 1982-1987, cuando México mantuvo un tipo de cambio real relativamente depreciado en respuesta a la fuga de capitales y al acceso restringido de crédito externo, la actividad económica se encontraba estancada. En 1988-1994, México estabilizó su tipo de cambio nominal, permitiendo que el tipo de cambio real se apreciara sustancialmente y el crecimiento se recuperara marcadamente. Para diciembre de 1994, después de instaurar un régimen de flotación cambiaria y una vez que la sustancial depreciación del peso se efectuó, el producto cayó precipitadamente hasta niveles nunca antes pensados. Finalmente, después de 1996 la economía mexicana ha experimentado una nueva fase de apreciación cambiaria y de recuperación económica aunque con variaciones erráticas importantes. Véase gráfico 2.1.

**Gráfico 2.1**

**TIPO DE CAMBIO REAL\* Y PRODUCTO INTERNO BRUTO REAL\*\* DE MÉXICO: EL DESALINEAMIENTO CÍCLICO DEL TCR Y SU RELACIÓN CON EL CICLO ECONÓMICO NACIONAL**



Fuente: Cálculos propios basados en información del Banco de México e INEGI.

Nota: En el gráfico, un movimiento ascendente del TCR indica una apreciación.

\*Tipo de cambio real bilateral México-Estados Unidos (pesos por dólar):  $TCR = E * (P^{USA} / P^{MEX})$

\*\*Desviación del nivel desestacionalizado del PIB real respecto de su tendencia, obtenida con el filtro Hodrick-Prescott.

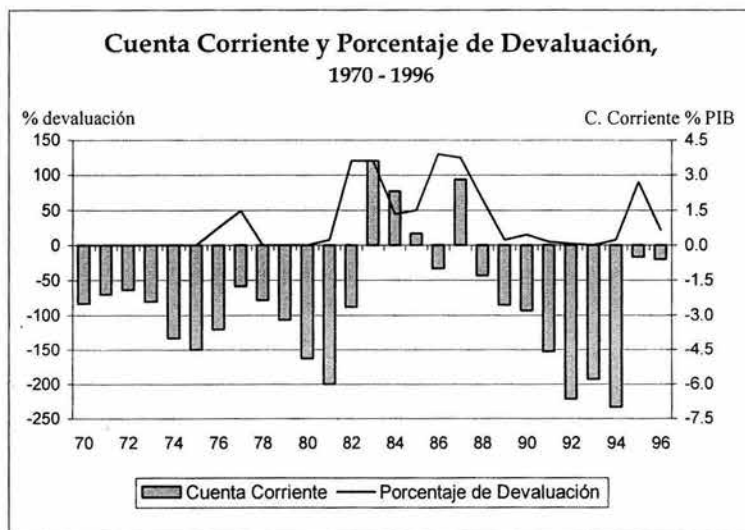


Debido a que las fases de crecimiento en términos generales se han acompañado de apreciaciones del tipo de cambio real, durante estos periodos se han generado elevados déficits en la cuenta corriente. De acuerdo a lo planteado en este trabajo se deberían realizar ajustes suaves y correctivos del tipo de cambio a fin de evitar los desequilibrios externos, no obstante, las autoridades económicas han tratado de mantener el valor nominal del tipo de cambio fijo destinado a disminuir la inflación y no a la competitividad y al crecimiento. Entonces, la alta apreciación del tipo de cambio real y un elevado déficit en cuenta corriente han generado expectativas devaluatorias y fuga cuantiosa de capitales que a la postre se han traducido en crisis de balanza de pagos y finalmente en el cumplimiento de dichas expectativas<sup>1</sup>.

Ante este marco se ha tenido que devaluar pero las correcciones nominales han sido mayores y sus costos, trasladados a procesos inflacionarios altos y estancamiento, no se han hecho esperar.

Las devaluaciones han mejorado eficazmente el equilibrio externo en el sentido de haber disminuido los déficits en la cuenta corriente. En el gráfico (2.2) se muestra como después de cada devaluación (1976, 1982, 1987 y 1994) el saldo de la cuenta corriente mejora e incluso, el persistente déficit comercial registrado desde 1970, se revierte.

Gráfico 2.2



Fuente: Banco de México.

<sup>1</sup> El problema de mantener fijo el tipo de cambio ante expectativas de devaluación y un elevado déficit en cuenta corriente es que generalmente produce crisis de balanza de pagos. (Véase Krugman y Obstfeld, 1999. Capítulo 18).

De acuerdo a la evidencia empírica disponible para México, en el largo plazo la depreciación del tipo de cambio real tiene efectos positivos sobre la balanza comercial, a partir de que la *condición Marshall-Lerner* se cumple<sup>2</sup> (Galindo y Guerrero, 1997; Garcés, 2003; López y Cruz, 1999; Loría, 2002 y 2003; Rincón, 2001). Esto implica que cuando la economía mexicana se ha encontrado en déficit comercial, las devaluaciones han estado encaminadas a disminuirlo y a recobrar el equilibrio externo.

A pesar de ello, las devaluaciones han producido desequilibrios internos en la economía mexicana, lo cual se ha debido a las condiciones estructurales propias de la economía nacional y a los efectos contractivos de las devaluaciones sobre variables de demanda interna que han incrementado el nivel de precios y deteriorado el crecimiento económico.

Por un lado, la economía mexicana se ha caracterizado por contener procesos de industrialización incompletos que no son capaces de producir internamente los insumos básicos para mantener el proceso de acumulación de capital, por lo que requiere de importar del extranjero (Estados Unidos principalmente) los insumos y bienes de capital necesarios para concluir sus procesos de producción; de tal suerte que la producción mexicana mantiene una fuerte dependencia con el extranjero.

Esto supone, de inicio, una *alta elasticidad ingreso de las importaciones* que genera, como se señala en la "Ley de Thirlwall"<sup>3</sup>, una baja tasa de crecimiento económico. De aquí que las devaluaciones generen *efectos ingreso y efectos precio* elevados con respecto a los *efectos sustitución* que generalmente son altos. (Loría, 2003; Ocegueda, 2000).

Así, cuando se ha devaluado con el objeto de disminuir los déficits en la cuenta corriente, éstas han provocado una desaceleración de la actividad productiva ya que han conducido a disminuir el monto importado de insumos y de bienes de capital dado el encarecimiento que sobre las importaciones tiene una devaluación. Esto, además, se ha traducido en un mayor nivel de precios debido a los altos costos de producción en los que incurren los productores nacionales.

Por otro lado, la devaluación tiene en principio un fuerte efecto en el nivel general de precios pero "al incremento inicial en éstos le sigue el aumento desfasado de los salarios contractuales tratando de restituir su poder adquisitivo. A este aumento en los salarios nominales seguirá un incremento en los precios, de manera tal que los efectos del colapso cambiario se propagan a los siguientes periodos; la espiral *precios-salarios-precios* se pone en marcha de modo que un ajuste 'de una sola vez y por todas', como lo pretende ser una maxidevaluación del tipo de cambio, se traduce de *facto* en mayores tasas de inflación" (Aspe, 1992, p. 70).

<sup>2</sup> El cumplimiento de la condición Marshall-Lerner está suponiendo: a) la existencia de capacidad ociosa y b) la existencia de bienes sustitutos de importación.

<sup>3</sup> En este enfoque el aumento del producto ( $y$ ) se ajusta en el largo plazo a la tasa de crecimiento de la demanda determinada por la expansión de las exportaciones ( $x$ ) y la elasticidad ingreso de las importaciones

$$(\pi): y = \frac{x}{\pi}$$

Asimismo, las devaluaciones han reducido el ingreso real nacional generando fuertes caídas salariales, han favorecido a los grupos de altos ingresos con regresión distributiva, han aumentado las tasas de interés y con ello los gravámenes del servicio de la deuda y la deuda misma, han dificultado el acceso al crédito externo, aumentado los costos de producción y muchos otros canales por los cuales las devaluaciones han ejercido efectos contractivos en el corto plazo.

De esta forma, la devaluación, que en principio debía ayudar a restablecer el equilibrio externo, ahora ha inducido al desequilibrio interno dando paso a una nueva fase en el ciclo económico de nuestro país caracterizada por alta inflación y recesión.

Como se dijo antes, los diseñadores de la política económica entonces han optado por fijar el tipo de cambio nominal para que funcione como ancla de precios y de esta forma pueda restablecerse el equilibrio interno.

Ello permitió que, junto con otras políticas económicas que formaban parte de los *programas de estabilización*<sup>4</sup>, la economía retomara una nueva fase de crecimiento con baja inflación. No obstante, preservar el equilibrio interno utilizando al tipo de cambio nominal como ancla inflacionaria ha implicado generar fuertes apreciaciones cambiarias<sup>5</sup> que aunado a la alta elasticidad ingreso de las importaciones y al alto crecimiento económico registrado a consecuencia de haber alcanzado el equilibrio interno han conducido finalmente a déficits en la cuenta corriente y a crisis en la Balanza de Pagos.

<sup>4</sup> Los programas de estabilización ortodoxos y/o heterodoxos aplicados por el gobierno mexicano en la década de los 80's, constituían un conjunto de políticas económicas encaminadas a la estabilización de precios y a la consolidación de una base de crecimiento económico sostenido. Después de repetidos intentos de estabilización basados en programas ortodoxos como el PIRE (Programa Inmediato de Reordenación Económica) en 1983 y el PAC (Programa de Aliento y Crecimiento) en 1986, la economía no mostró resultados significativos. Estos programas pretendían la estabilización mediante la corrección parcial de los desequilibrios presupuestarios y de balanza de pagos pero al no lograrlo se buscaron nuevas formas para controlar la inflación sin causar una mayor recesión. Es así como a finales de 1987 se firma el Pacto de Solidaridad Económica que a diferencia de los paquetes tradicionales combinaron medidas fiscales y monetarias con controles rígidos de precios y salarios. Este programa tenía como objetivos eliminar la inflación inercial, corregir las finanzas públicas y recuperar el crecimiento económico, para ello se basó en las siguientes políticas económicas: a) *Política de finanzas públicas* (disminuir el gasto programable y el nivel de subsidios y transferencias, desincorporar las empresas públicas no estratégicas y renegociar la deuda pública), b) *Política monetaria restrictiva*, c) *Política de concertación de precios* (controles de precios y corrección de la inercia salarial) y d) *Política de apertura comercial*. Para un estudio detallado véase (Aspe, 1992) y (Cárdenas, 1996. Capítulos 4 y 5).

<sup>5</sup> Mantener la paridad cambiaria fija, con tasas de inflación diferentes entre los países de referencia, lleva necesariamente a la sobrevaluación de la moneda del país con mayor inflación. En ese sentido, la inflación mexicana ha sido sustancialmente mayor a la de Estados Unidos, por lo que es habitual que por esta vía se den fuertes apreciaciones del tipo de cambio real. Asimismo, el fuerte flujo de capitales hacia el interior del país generado por la liberalización del sector financiero mexicano a finales de los ochenta, tendió a aumentar los precios internos más allá de los externos contribuyendo a apreciar el tipo de cambio. Este fenómeno económico constituye uno de los efectos de la llamada "enfermedad holandesa" según el cual un exceso de demanda agregada, generado por una fuerte entrada de capitales, conduce a una apreciación del tipo de cambio que debilita al aparato productivo y desacelera la actividad económica de un país.

El desequilibrio externo persistirá hasta que se haga insostenible mantener el tipo de cambio fijo y se tenga que devaluar aunque esto implique el desequilibrio interno a costo del externo.

Los movimientos en el tipo de cambio real han producido así efectos distintos en el equilibrio interno y externo, de tal suerte que preservar uno implica el deterioro del otro. De ahí, la necesidad de evitar los desalineamientos del tipo de cambio real en magnitudes relevantes y por amplios períodos de tiempo.

En suma, la disyuntiva entre equilibrio interno y externo, o si se prefiere entre inflación y tipo de cambio, ha permitido regenerar el ciclo: “crecimiento-desinflación-apreciación-crisis de balanza de pagos-estancamiento”<sup>6</sup>; que ha limitado el crecimiento de la economía mexicana.

Por ello, los diseñadores de la política económica deberían instrumentar una política de tipo de cambio real menos costosa que implicara crecimiento económico con un ligero nivel de inflación a cambio de ciclos económicos más estables. Esto implica optar por una política que privilegie el objetivo de tipo de cambio real y por tanto el del crecimiento por encima del de inflación; ya que los criterios que hasta ahora se han seguido para la elección de un régimen cambiario han sido los resultados macroeconómicos, expresados en términos de estabilidad macroeconómica y no en términos del crecimiento económico.

### **2.3 LA RELACIÓN PIB - TCR EN MÉXICO**

De la sección previa quedó clara la estrecha relación inversa de carácter estructural que ha existido entre el tipo de cambio real y el producto interno bruto.

Como se observa en el gráfico 2.3, prácticamente no hay observaciones que combinen una alta depreciación del tipo de cambio real con un alto nivel de producto o una alta apreciación con niveles bajos de producto. De hecho no es sino hasta finales de 2000 cuando puede observarse una relación positiva entre ambas variables.

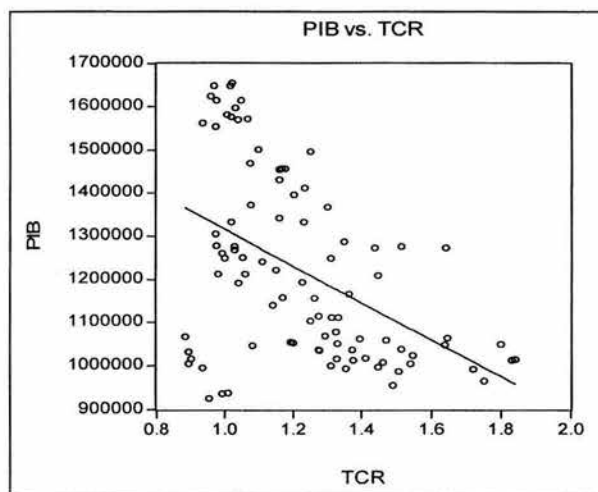
La fuerte correlación entre el tipo de cambio real y el producto mexicano, mostrada en los gráficos 2.1 y 2.3, sugiere entonces que las devaluaciones son contractivas y las apreciaciones expansivas, contrario a lo que muchos modelos económicos predicen.

No obstante, la mera existencia de correlación negativa indicada en el diagrama de dispersión esta lejos de probar que una depreciación real inhibirá el crecimiento en México. La asociación negativa observada entre el tipo de cambio real y el crecimiento puede reflejar solamente que la depreciación real nunca fue lo suficientemente fuerte para permitir que el efecto positivo sobre el crecimiento llegara a ser evidente.

---

<sup>6</sup> Véase (Loría, 2003).

**Gráfico 2.3**  
**Diagrama de dispersión con un ajuste lineal simple**



Además, las devaluaciones frecuentemente han sido implementadas en respuesta a diferentes shocks adversos, tales como: deterioro en los términos de intercambio, aumento en las tasas de interés internacional, tipos de cambio sobrevaluados, desequilibrio nacional, excesivo déficit en la cuenta corriente, etc. Estos problemas, junto con las políticas económicas contractivas que suelen acompañar a la devaluación en su objetivo por estabilizar, podrían desalentar la actividad económica por sí solos, es decir, aun en la ausencia de devaluaciones.

Por ejemplo, en 1982 y 1994-95 fuertes salidas de capital forzaron a las autoridades a devaluar el tipo de cambio y a implementar políticas contractivas. Por el contrario, al recobrar el acceso a los mercados internacionales de capital en la década de los 90's pudo simultáneamente haberse fomentado una apreciación real del tipo de cambio así como una expansión en el producto. De ahí que la posible existencia de la asociación negativa entre el tipo de cambio real y el producto en México refleje solamente la correlación de estos eventos con shocks externos, en específico con la cuenta de capital.

Una política fiscal expansiva también podría apreciar el tipo de cambio real y estimular el crecimiento económico sin que exista una relación directa entre estas dos variables.

Por otra parte, Uribe (1995) establece que la expansión de la demanda agregada que comúnmente acompaña a los programas de desinflación fundamentados en una estrategia de tipo de cambio fijo, aumentan el precio de los bienes no comerciables conduciendo así a que el tipo de cambio real se aprecie, ya que los precios de los bienes comerciables se mantienen sin variación por el régimen cambiario fijo. Esto, también, podría explicar la correlación negativa entre ambas variables.

Finalmente, la correlación inversa entre el TCR y el PIB mostrada en el gráfico 2.3 podría reflejar efectivamente un efecto contractivo de la devaluación sobre el producto. Si bien es cierto que las devaluaciones son inducidas por shocks externos, como probablemente ocurrió en México en 1982 y 1994, también lo es el hecho de que las devaluaciones pueden ejercer por si solas efectos sobre la actividad económica, independientemente de que los shocks externos generen impactos directos sobre el producto.

En la *visión convencional*, la devaluación es caracterizada generalmente como una medida expansiva debido a que estimula la producción de los bienes comerciables. Sin embargo, de acuerdo a la *hipótesis de la devolución contraccionista* revisada en el primer capítulo; este efecto positivo podría ser compensado por una variedad de impactos contractivos en el sector de los bienes no comerciables.

Por ello, a continuación estudiaremos los posibles efectos contractivos de la devaluación sobre la demanda que pudieron restringir el crecimiento en México.

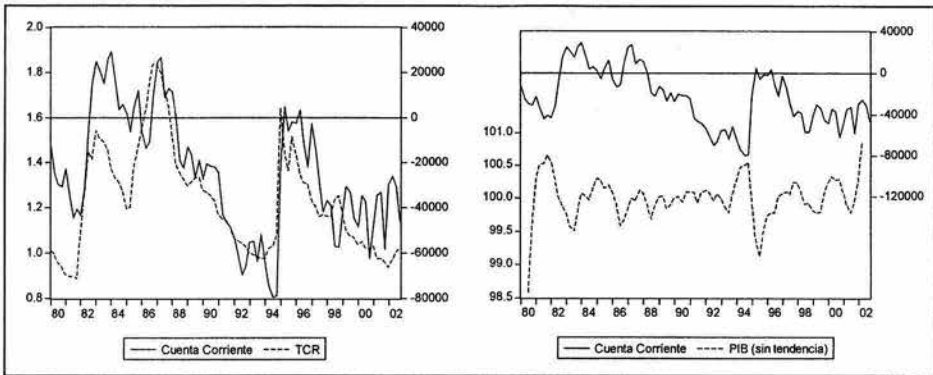
### **2.3.1 Los efectos de la devaluación contraccionista.**

*La hipótesis de la Devaluación Contraccionista* proporciona sustento teórico del porque se ha observado en la economía mexicana una relación inversa entre el tipo de cambio real y el crecimiento económico, así como el de evidenciar la dualidad existente en el tipo de cambio en cuanto a sus efectos (positivos y/o negativos) sobre los equilibrios macroeconómicos y por tanto sobre el crecimiento económico; lo que ha propiciado la disyuntiva entre equilibrio interno y externo permitiendo regenerar una y otra vez las fases de crecimiento y estancamiento en la economía mexicana. Es por ello que ahora describimos algunos de los canales por los cuales las devaluaciones pudieron ejercer efectos contractivos en el corto plazo.

#### *a) El efecto ingreso real.*

Este efecto puede ser particularmente importante para la economía mexicana, ya que las devaluaciones han sido implementadas frecuentemente como respuesta a desequilibrios en la cuenta corriente. Como puede verse en el gráfico 2.2, la cuenta corriente de México efectivamente estuvo en déficit antes de cada una de sus mayores devaluaciones, aun cuando retomó una posición de superávit inmediatamente después de la devaluación. Asimismo, en el gráfico 2.4 se observa que entre más grande es el déficit de la cuenta corriente, más grande es la caída del producto que se genera cuando el desequilibrio externo es insostenible y tiene que devaluarse. Entonces, la mayor devaluación, asociada al fuerte déficit de la cuenta corriente, parece haber deteriorado el crecimiento económico del país.

**Gráfico 2.4**  
Cuenta Corriente, TCR y PIB real



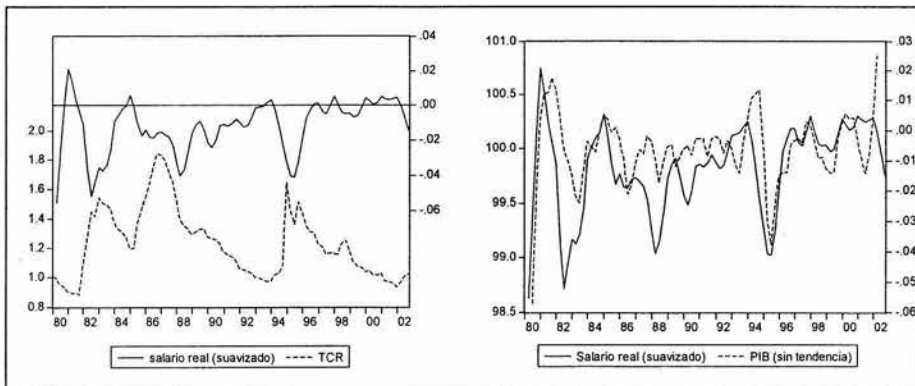
Fuente: Cálculos propios basados en información del Banco de México e INEGI.

Nota: Un incremento en el TCR indica una depreciación.

*b) El efecto redistribución del ingreso.*

Como se observa en el gráfico 2.5, el salario real de México efectivamente ha caído después de las devaluaciones y ha permanecido deprimido por un largo tiempo lo que solo se explica por la rigidez nominal. A su vez la caída en los salarios reales ha estado estrechamente relacionada con los descensos en el nivel de producto. Lo que sugiere que por medio de este canal, las devaluaciones han generado efectos contractivos en el producto mexicano.

**Gráfico 2.5**  
Tasa de crecimiento del salario real, TCR y PIB real

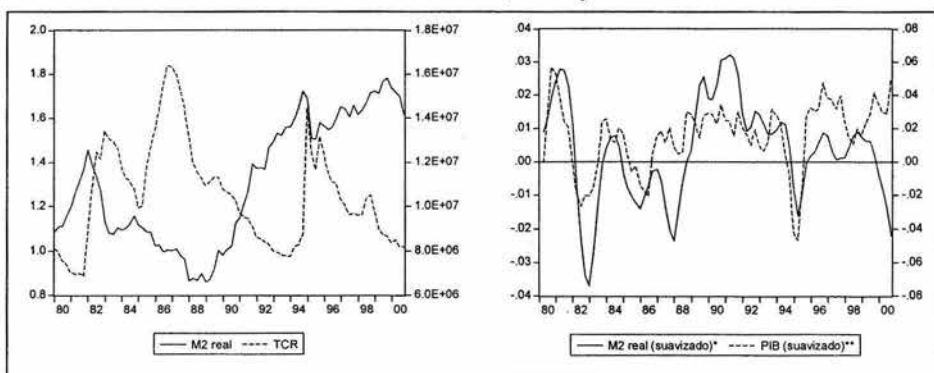


Fuente: Cálculos propios basados en información del Banco de México e INEGI.

c) *El efecto saldos monetarios reales.*

El gráfico 2.6 verifica que la oferta monetaria real de México comúnmente ha caído después de cada devaluación. Ambas variables mantienen una relación negativa que al parecer ha deteriorado el crecimiento económico ya que, como se observa en el mismo gráfico, cuando la tasa de crecimiento de la oferta monetaria real ha disminuido, la del producto también lo ha hecho. Sin embargo, no es claro porqué la oferta monetaria nominal debe ser rígida, más aun cuando el gobierno mexicano ha buscado mantener objetivos de tasas de interés y de tipo de cambio, dejando que la oferta monetaria sea determinada endógenamente por cambios en la demanda monetaria.

**Gráfico 2.6**  
**Oferta monetaria real, TCR y PIB real**



Fuente: Cálculos propios basados en información del Banco de México e INEGI.

\* Tasa de crecimiento suavizada de la oferta monetaria real.

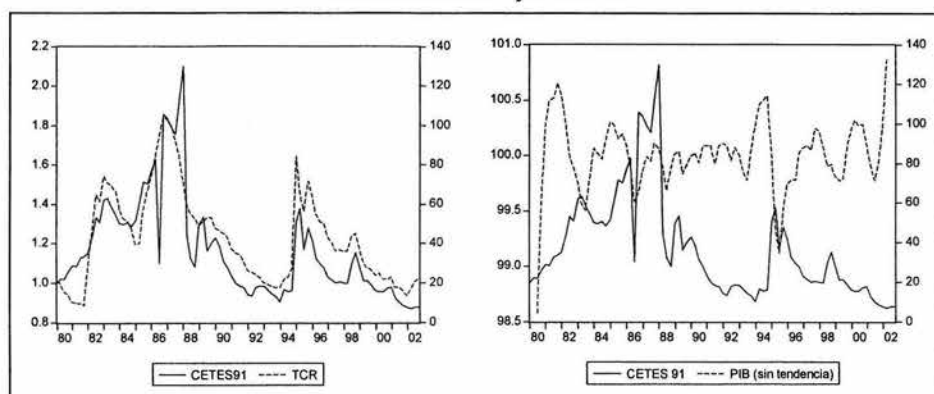
\*\* Tasa de crecimiento suavizada del producto interno bruto real.

d) *El efecto incremento de la deuda.*

Debe mencionarse que este efecto reductor en la absorción interna puede ser significativo para el caso de México dado el alto nivel de deuda externa registrado durante el periodo de estudio; sobre todo después de la crisis cambiaria de 1994 cuando las tasas de interés nominal aumentaron con la devaluación. Efectivamente, el gráfico 2.7 muestra una estrecha relación entre los movimientos del tipo de cambio real y los de la tasa de interés nominal, de tal suerte que cuando el tipo de cambio real se ha depreciado, las tasas de interés han tendido a aumentar generando incrementos en la deuda de los prestatarios y reduciendo, por tanto, su nivel de gasto. Tal vez por ello se observe una relación negativa entre estas variables.



**Gráfico 2.7**  
Tasa de interés\* y PIB real



Fuente: Banco de México e INEGI.

\* Cetes a 91 días

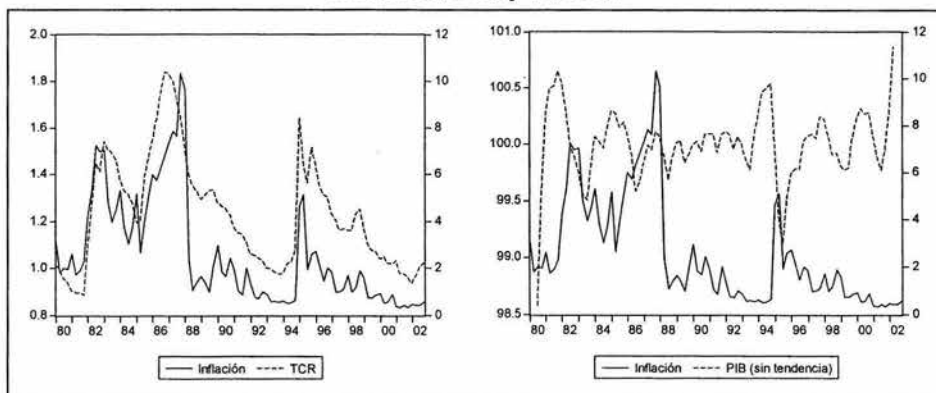
*e) El efecto balance contable.*

Sin duda este efecto ha estado presente de manera importante en nuestro país, ya que los niveles de deuda externa y de deuda interna denominada en dólares han sido altos. Es probable que los problemas de balance contable posteriores a la devaluación pudiesen ser más altos en 1995 que en 1982, debido a que en el suceso anterior la mayor cantidad de la deuda externa fue sostenida por el sector público, mientras que el sector privado sostuvo las cuantiosas fugas de capital en moneda extranjera.

*f) El efecto del aumento en la tasa de inflación.*

La devaluación tiene un fuerte efecto en el nivel general de precios: todos los bienes de comercio exterior de uso final incrementan sus precios denominados en moneda local en la misma proporción de la devaluación, mientras que el aumento en los precios de las importaciones de bienes intermedios y de capital afectan los costos de producción. En ese sentido, como se muestra en el gráfico 2.8, las devaluaciones claramente han estado asociadas con la inflación adicional en México, lo que probablemente ha deteriorado el poder adquisitivo de la población, conduciendo a descensos en la demanda y, por tanto, en el nivel de producto. Como lo señala Aspe (1992), las "maxidevaluaciones" del tipo de cambio que ha experimentado nuestro país se traducen de facto en mayores tasas de inflación gracias a la espiral precios-salarios-precios. Además, como ha sido señalado por otros autores, existe suficiente evidencia empírica que demuestra el fuerte efecto del tipo de cambio en la formación de precios, por lo que los fenómenos inflacionarios se han vinculado estrechamente a las fluctuaciones del tipo de cambio (Loría, 2003; Kamin y Rogers, 1997; Edwards, 1989).

**Gráfico 2.8**  
Inflación, TCR y PIB real



Fuente: Banco de México e INEGI.

*g) El efecto disponibilidad de crédito externo.*

De acuerdo a Kamin y Rogers (1997), una de las consecuencias de las devaluaciones de 1982 y 1994 fue que México perdió temporalmente acceso a préstamos en el extranjero debido a la información adicional que transfieren las devaluaciones (y la huida de flujos de capital) a los inversionistas extranjeros y al sector financiero internacional; tales como que los desequilibrios económicos eran en realidad más grandes de lo que se había dicho y que el gobierno había decidido emplear políticas contractivas incluso antes de la devaluación, propiciando con ello la pérdida de confianza en el gobierno.

*h) Políticas económicas asociadas.*

En México, las devaluaciones han estado acompañadas de otras políticas económicas contractivas que por sí solas pudieron desalentar el crecimiento económico. A partir de la crisis de 1976, cuando el tipo de cambio fue devaluado 59%, y hasta la más reciente, la de diciembre de 1994; las medidas de ajuste económico han consistido básicamente en una contracción de la demanda agregada. Esto se ha hecho a través de disminuciones del gasto público y ajustes en los precios y tarifas públicas para equilibrar las finanzas públicas así como reducciones en la oferta monetaria. Aunado a ello, se llevaron a cabo medidas como la mayor apertura comercial, las renegociaciones del servicio de la deuda y la desregulación financiera. De hecho, a las devaluaciones de 1976, 1982, 1987 y 1994 han seguido ajustes económicos de este tipo. Los logros de estos programas han sido escasos, ya que han frenado la demanda interna y restringido los niveles de crecimiento lo que finalmente se ha traducido en un mayor deterioro del nivel de vida de la población.

## i) El efecto Oferta.

Debido a la enorme dependencia que tiene nuestro país con el exterior (principalmente con Estados Unidos) en la importación de insumos y bienes de capital, es probable que nuestra demanda de insumos importados sea muy inelástica por lo que el efecto de una devaluación puede ser contractivo. Tan sólo durante el periodo 1980-2002 la participación promedio anual de los bienes intermedios importados en el total de las importaciones fue del 71%, en tanto que los bienes de capital importados representaron el 19% lo que significa que apenas el 10% restante lo constituyó la importación de bienes de consumo final. Véase gráfico 2.9.

Gráfico 2.9

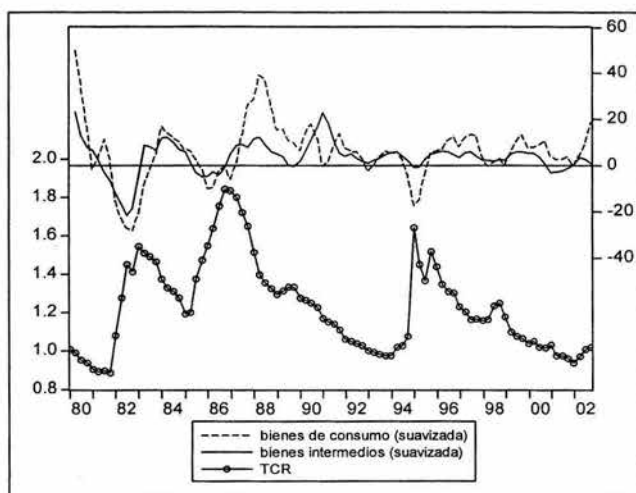


Fuente: Cálculos propios basados en información del INEGI.

Ante el elevado uso de insumos importados en la producción nacional es muy probable que, por esta vía, una devaluación haya incrementado los costos de producción de los bienes producidos internamente, especialmente los no comerciables; lo que pudo provocar una reducción en la producción interna.

Además, como se observa en el gráfico 2.10, la importación de bienes intermedios ha sido menos susceptible a los movimientos del tipo de cambio real, particularmente después de la crisis cambiaria de 1987, lo que arroja alguna pista de que la demanda de insumos importados puede ser inelástica. En contraste, la importación de bienes de consumo es afectada en mayor grado por los movimientos del tipo de cambio real.

**Gráfico 2.10**  
**Tasa de crecimiento suavizada**  
**de los bienes importados y el TCR**



Fuente: Cálculos propios basados en información del INEGI y BANXICO.

Así pues, del análisis previo hemos visto que ha existido una relación negativa de carácter estructural entre el tipo de cambio real y el crecimiento económico de México, la cual podría fundamentarse dentro del marco de la *hipótesis de la Devaluación Contraccionista*.

No obstante, las devaluaciones frecuentemente han sido implementadas en respuesta a diferentes shocks adversos. Estos problemas, junto con las políticas económicas contractivas que suelen acompañar a la devaluación en su objetivo por estabilizar, podrían desalentar la actividad económica por sí solos. Debido a ello, la mera existencia de correlación negativa esta lejos de probar que una depreciación real inhibirá el crecimiento en México.

Entonces volvemos a plantear la pregunta que dejamos sin respuesta en el capítulo anterior, ¿cuál es el efecto neto de largo plazo del tipo de cambio real sobre el crecimiento económico?

Después de la revisión teórica y una vez estudiado algunos hechos estilizados de la economía mexicana queda claro que, dado los efectos múltiples y opuestos del tipo de cambio real sobre las variables de demanda interna y externa, determinar su efecto neto obedece más bien a las condiciones económicas de cada país. Es decir, depende de que tan fuertes sean los efectos volumen y sustitución con respecto a los efectos costo e ingreso que se derivan de las variaciones en el tipo de cambio real, pero además de su posición comercial en la economía internacional, de la rigidez nominal de las variables como los salarios y la oferta monetaria, de la propensión a ahorrar y gastar de los agentes económicos, de la rapidez con que el nivel de precios se ajuste a su nuevo nivel de

equilibrio (que evite altas tasas de interés e inflación), del nivel de endeudamiento externo e interno del país, del grado de dependencia con el exterior en la importación de insumos y bienes de capital y por tanto de la elasticidad de su demanda, de la correcta asignación de instrumentos-objetivos en la formulación de políticas económicas, entre otras.

En ese sentido, determinar la relación de largo plazo entre el tipo de cambio real y el crecimiento económico es en última instancia un fenómeno empírico. Por ello, diversos estudios basados en modelos econométricos han intentado dar respuesta a dicha interrogante desde los dos enfoques antagónicos: *la visión convencional y la hipótesis de la devaluación contraccionista.*

## **2.4 TIPO DE CAMBIO REAL Y CRECIMIENTO: LA EVIDENCIA EMPÍRICA**

En este apartado se describen algunos resultados de los modelos econométricos que han intentado explicar la compleja relación entre el crecimiento económico y el tipo de cambio real.

No se trata de una revisión exhaustiva de la evidencia empírica sino, más bien, de una descripción representativa de los resultados obtenidos. En las estimaciones destaca el hecho de que se han utilizado distintos métodos econométricos, diferentes series y se han analizado diversos periodos de tiempo. De ahí que los resultados no solo hayan sido diferentes sino también opuestos, incluso cuando se trató del mismo país. Debe destacarse que la mayoría de las estimaciones presentadas aquí fueron hechas para México por lo que se considera que los resultados obtenidos pueden ser un buen marco de referencia al probar los resultados de nuestro modelo. A pesar de que los resultados se contraponen, esperamos que se cumplan ciertas regularidades empíricas.

### **2.4.1 Los resultados a favor de la visión convencional.**

#### ***Santaella y Vela.***

En un modelo VAR de dos variables, el producto y la tasa de depreciación de tipo de cambio nominal, Santaella y Vela (1996) encontraron que en México una reducción en la tasa de depreciación del tipo de cambio causa un incremento inicial en el producto. No obstante, cabe mencionar que tal efecto se revierte después de doce trimestres lo que sugiere que, en el largo plazo, un descenso en la tasa de depreciación ocasionará un efecto reductor en el producto. Contrariamente, un alza en la tasa de depreciación habrá de generar una disminución inicial en la actividad económica pero en el largo plazo incitará su aumento.

#### ***Kamin y Klau.***

El trabajo de Kamin y Klau (1998) es una de las primeras investigaciones que intentan proporcionar pruebas más completas y acertadas sobre los impactos contractivos de la devaluación a partir de que diferencia los efectos de corto y largo plazo, así como el de ofrecer un adecuado control de los shocks externos. Para ello estimaron un modelo de

corrección de error a fin de determinar el impacto de la devaluación en el producto para 27 países (ocho latinoamericanos, seis asiáticos y trece industrializados) durante el periodo 1970-1996; utilizando como variables explicativas al producto interno bruto, el tipo de cambio real y la brecha del producto.

Los autores encontraron que los coeficientes sobre los cambio contemporáneos en el tipo de cambio real son positivos y significativos, es decir, que las apreciaciones del tipo de cambio real aumentan el crecimiento del producto y que las depreciaciones lo disminuyen. Este resultado provee soporte empírico de que las devaluaciones son, al menos en el corto plazo, contractivas. Por otra parte, los coeficientes sobre niveles rezagados del tipo de cambio real son negativos en tres de las cuatro ecuaciones estimadas<sup>7</sup>, lo que sugiere que, en el largo plazo, las apreciaciones reales reducen la actividad económica en tanto que las devaluaciones la aumentan. Esto es enteramente consistente con la visión convencional de los efectos del tipo de cambio en el producto. No obstante, los coeficientes son pequeños en magnitud y no son estadísticamente significativos por lo que no proveen un soporte fuerte de que las devaluaciones sean expansivas en el largo plazo, pero tampoco proveen evidencia empírica de que las devaluaciones tienen efectos contractivos en el largo plazo.

Posteriormente los autores vuelven a estimar el modelo pero ahora introducen variables explicativas adicionales como medida de control de shocks externos (presupuesto gubernamental, tasa de interés real, términos de intercambio y cuenta de capital). Los resultados de la nueva estimación no varían en términos cualitativos. En el corto plazo, los coeficientes sobre los cambios contemporáneos en el tipo de cambio real son positivos y estadísticamente significativos; mientras que en el largo plazo, los coeficientes rezagados del tipo de cambio real son negativos y poco significativos.

Entonces, Kamin y Klau concluyen que el tipo de cambio real en el largo plazo no genera efectos significativos sobre el nivel de producto, ya sean contractivos o expansivos. Además, con base en sus resultados, sugieren que no existe razón para creer que las devaluaciones son más contractivas en América Latina que en Asia o en los países desarrollados.

#### ***Cruz, Alberto.***

Cruz (1999) analiza el crecimiento económico en el largo plazo de las cinco economías con mayor grado de desarrollo industrial en América Latina (Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México) bajo la premisa de equilibrio en el sector externo. Además intenta probar que el tipo de cambio real es una variable cuya influencia es significativa en el crecimiento económico, todo bajo el marco teórico del modelo de restricción al crecimiento económico de balanza de pagos mejor conocido como la ley de Thirlwall.

El autor señala que aun cuando en esta visión se afirma que los términos de intercambio no juegan un papel de equilibrio en el comercio internacional, en su investigación no se asume a priori dicha hipótesis, ya que le interesa analizar la importancia del tipo de cambio real en

---

<sup>7</sup> Los autores estimaron una ecuación por región y una en conjunto: países latinoamericanos, asiáticos, industrializados y todos los países. Fue el bloque de países industrializados el que no parece mostrar una relación inversa entre el producto y el tipo de cambio real.

el crecimiento económico de los países. Su argumento parte de que “si las elasticidades precio de las exportaciones y de las importaciones es elevada, entonces una modificación del tipo de cambio real puede alterar de manera importante el nivel de crecimiento económico con equilibrio externo”. (Cruz, 1999, p.10).

A fin de probar tal hipótesis, el autor estima (bajo el procedimiento de Johansen) modelos de cointegración para cada una de las naciones, a partir de los cuales conocerá la existencia o no de relaciones estables de largo plazo entre el producto, el tipo de cambio, el ingreso internacional y el saldo de la balanza comercial.

En términos generales, sus resultados muestran que para todos los países de estudio existen relaciones estables de largo plazo, por lo que puede afirmarse que el tipo de cambio real si tiene influencia dentro del crecimiento económico. Además, el signo del tipo de cambio real fue positivo en todos los casos a excepción de la economía mexicana. El resultado adverso que tiene el tipo de cambio real en México puede indicar que las sucesivas variaciones del tipo de cambio real (mediante fuertes devaluaciones) han restringido el crecimiento del producto. Luego entonces, la *condición Marshall-Lerner* se cumple para todos los países, excepto para México durante el periodo 1965-1992.

No obstante, el autor considera un nuevo periodo muestral (1980-1996) para estimar el modelo para México, al hacerlo encuentra que el tipo de cambio real mantienen una relación positiva con el producto contrario al resultado anterior. La explicación que da el autor a este cambio es que “si se tiene en cuenta que en la década de los ochenta comenzaron las medidas de política económica para corregir los graves desequilibrios externos, medidas que por lo general optaban por devaluar el tipo de cambio para elevar la competitividad de los bienes comerciables y lograr un mayor nivel de exportaciones y una menor de importaciones para corregir el desequilibrio de la balanza comercial, entonces es congruente aceptar estos resultados” (Cruz, 1999, p.72).

#### ***Loría, Eduardo.***

Mediante un modelo de ajuste parcial Loría (2003) demuestra que el tipo de cambio real de México es crucial en su impacto sobre el crecimiento económico por sus efectos sobre la cuenta corriente y sobre el mercado interno. Los resultados de su modelo, determinado por el déficit de cuenta corriente y por el tipo de cambio real, corroboran su hipótesis central al demostrar el fuerte efecto contractivo de corto plazo de las devaluaciones reales, así como su efecto expansivo en el largo plazo, lo que valida, en definitiva, el cumplimiento de la *condición Marshall-Lerner* durante el periodo 1950-2000. Además, las variaciones intertemporales de la cuenta corriente verificaron el efecto negativo del aumento del desequilibrio externo sobre el crecimiento económico de largo plazo. El autor culpa al diferencial de precios con Estados Unidos, a la mayor elasticidad ingreso de las importaciones respecto a las exportaciones y al endeudamiento externo como los tres componentes sistemáticos del déficit de cuenta corriente que ha constituido a su vez una restricción externa que limita el crecimiento económico del país y que está directamente asociada al tipo de cambio real.

También, Loría (2002) prueba de manera indirecta el cumplimiento de la *condición Marshall-Lerner*. El autor intenta probar la existencia de una relación estadística de

equilibrio de largo plazo entre el producto y la oferta monetaria de México y Estados Unidos, al hacerlo estima una relación de determinación estructural del producto mexicano para el periodo 1986-2000 mediante el procedimiento metodológico de cointegración de Johansen. Las variables explicativas del producto mexicano son: la oferta monetaria normalizada, el producto de Estados Unidos, el tipo de cambio real y la absorción interna. En su estimación, el autor halló que la *condición Marshall-Lerner* se cumplía por el valor positivo de la elasticidad del producto al tipo de cambio real, esto es, las depreciaciones del tipo de cambio generan en el largo plazo efectos expansivos en el nivel de producto.

De la revisión previa podemos concluir, entonces, que el tipo de cambio real es una variable importante para explicar el crecimiento económico de los países. Si bien en el corto plazo el tipo de cambio real mantiene una relación inversa con el producto acorde con el enfoque de la *hipótesis de la devaluación contraccionista*, en el largo plazo dicha relación se revierte. Por lo tanto, se espera que, en el largo plazo, el efecto neto de una depreciación del tipo de cambio real en el crecimiento económico de un país sea expansivo, tal como lo establece la *condición Marshall-Lerner*.

#### **2.4.2 Los resultados a favor de la hipótesis de la devaluación contraccionista.**

##### *Edwards, Sebastián.*

Edwards (1989) desarrolló un modelo para explorar los efectos contractivos de la devaluación incorporando los efectos producidos tanto del lado de la oferta como de la demanda. En una muestra combinada de series de tiempo y corte transversal, Edwards estimó el producto interno bruto para doce países en desarrollo cuyas variables explicativas fueron: el tipo de cambio nominal y real, el gasto de gobierno, los términos de intercambio y medidas de crecimiento monetario. El autor encontró que aun manteniendo constante los otros factores, las devaluaciones tienden a disminuir el producto en el corto plazo, mientras que sus resultados en el largo plazo variaron en los dos sentidos, es decir, la devaluación real genera efectos contractivos y expansivos. Cabe mencionar que el efecto contractivo inicial no fue revertido inmediatamente.

A pesar de ello, su análisis empírico de treinta y nueve sucesos devaluatorios constituye una fuerte evidencia empírica de que en muchos casos las devaluaciones han estado asociadas con descensos en el nivel de la actividad económica. Los resultados siguen siendo validos después de que otras distorsiones fueron introducidas en el modelo. Debe acotarse que su modelo incorpora demasiados supuestos restrictivos, los cuales, si son liberados harán el efecto contractivo aun más fuerte. El mismo autor asume sus resultados meramente como evidencia a probar.

##### *Copelman y Werner.*

Mediante un modelo VAR Copelman y Werner (1996) analizaron las relaciones existentes entre las variables producto, tipo de cambio real, tasa de depreciación del tipo de cambio nominal, tasa de interés real y una medida de crédito en términos reales; para la economía mexicana. Mediante las funciones de impulso-respuesta los autores encontraron que las innovaciones (shocks) positivas en la tasa de depreciación del tipo de cambio reducen



significativamente la disponibilidad de crédito y contraen el nivel de producto. No obstante, resulta de vital importancia señalar que los shocks en el nivel del tipo de cambio real no tienen efectos significativos en el producto, lo que sugiere que los efectos contractivos de la devaluación están más asociados con la tasa de variación del tipo de cambio nominal que con el nivel de variación del tipo de cambio real. También resulta interesante señalar que las propias innovaciones en el crédito no tienen consecuencias en el producto por lo que el efecto reductor de la tasa de depreciación en el producto, a través del aumento en las tasas de interés nominal y por tanto de la disminución en la oferta de crédito, no se produce.

#### ***Rogers y Wang.***

Rogers y Wang (1995) estiman un modelo VAR con cinco variables ( producto, gasto de gobierno, tipo de cambio real, inflación y una medida de crecimiento monetario) con el objeto de descomponer los movimientos del producto mexicano en el periodo comprendido entre 1977 y 1990. Los autores hallaron que muchas de las variaciones en el producto mexicano fueron atribuidas a shocks en el propio nivel de producto, es decir, fueron asignados a sus propias innovaciones. No obstante, en su modelo los shocks positivos en el tipo de cambio real (depreciaciones) conducían a descensos en el nivel de producto y no son revertidos en el largo plazo.

#### ***Kamin y Rogers.***

De igual forma, Kamin y Rogers (1997) estiman un modelo VAR designado a explorar la relación existente entre el tipo de cambio real y el producto en México para el periodo 1981-1995, esclareciendo los factores que han conducido a una correlación negativa entre ambas variables. Los autores derivan un modelo que, desde su perspectiva, incorpora todos los canales potenciales a través de los cuales el tipo de cambio real podría afectar al producto, así como el de identificar el orden recursivo de sus shocks contemporáneos. Sin embargo, estimar el modelo completo resulta impráctico por lo que se sustituyen muchas de las variables con el objeto de estimar un modelo parsimonioso. En el modelo son incluidas tres variables endógenas (producto, tipo de cambio real e inflación) y una variable exógena (tasa de interés de Estados Unidos), aun cuando después se añaden varias variables adicionales (gasto gubernamental, oferta monetaria, cuenta de capital y precios del petróleo) que dan origen a seis modelos nuevos que no son si no una extensión del modelo esencial.

Los autores hallaron que en todos los modelos la fuente predominante de las variaciones en el producto mexicano fueron atribuidas a sus propios shocks, pero la segunda causa más importante fue el tipo de cambio real, a excepción de los modelos que incluían a la cuenta de capital donde el tipo de cambio real llegó a ser la tercera fuente de variación en el error de pronóstico.

Por otra parte, las funciones de impulso-respuesta indicaron que un shock positivo y permanente (depreciación) en el nivel de tipo de cambio real conducirá a una reducción sostenida en el nivel de producto. Este efecto es consistente en todos los modelos estimados, es decir, su efecto no cambia significativamente al incluir variables que pudiesen inducir simultáneamente devaluación y reducción del producto. Con estos

resultados, los autores concluyen que las devaluaciones reales sostenidas han generado efectos contractivos en la actividad económica que no son revertidos con el tiempo.

***Galindo y Guerrero.***

Galindo y Guerrero (2001) examinan la consistencia analítica de los efectos de la desaceleración estadounidense y el tipo de cambio real en el crecimiento económico de México con base en un modelo VAR con cointegración del producto. El modelo incluye al producto, el tipo de cambio real, la inversión privada y el nivel de actividad económica de Estados Unidos, además se estima para el periodo 1990-2000.

Los autores hallaron que el tipo de cambio real era la variable con mayor impacto en el producto, además de mantener una relación inversa con éste en el largo plazo. Este resultado es consistente con los planteamientos expuestos por la hipótesis de la devaluación contraccionista. Por otra parte al evaluar la sensibilidad de los resultados mediante el análisis de impulso-respuesta en un VAR estable, los autores encontraron que muchas de las variaciones en el producto mexicano fueron atribuidas a shocks en el tipo de cambio real. Asimismo, las funciones de impulso-respuesta indicaron que en el corto plazo la respuesta del producto a una depreciación del tipo de cambio real es contractiva, no obstante, iniciado el quinto trimestre resulta expansiva. Este último resultado es inconsistente con el hallado en su ecuación de cointegración según el cual una depreciación del tipo de cambio real disminuye el producto en el largo plazo y no a la inversa.

Por último, los autores utilizan al vector de cointegración como mecanismo de corrección de errores a partir del cual se comprueba la relación negativa entre el tipo de cambio real y el producto en el corto plazo.

***Garcés, Daniel.***

En el mismo sentido, Garcés (2003) estudia la evolución e intensidad de los lazos entre las economías de México y los Estados Unidos y el papel que el tipo de cambio real ha tenido en la determinación de la actividad económica en México durante el periodo 1980-2000. En principio el autor estima un modelo VAR incluyendo a variables como el tipo de cambio real, la balanza comercial y el producto. De los resultados de dicho modelo se deriva que una depreciación del tipo de cambio real tienen un efecto positivo sobre la balanza comercial lo que valida la *condición Marshall-Lerner*, sin embargo, el efecto de la depreciación sobre el nivel de producto es negativo. Aun cuando el autor no lo señala, este resultado podría ejemplificar como los efectos expansivos de largo plazo de una depreciación del tipo de cambio son compensados y revertidos por los efectos contractivos de la depreciación en el corto plazo, como lo señala la *hipótesis de la devaluación contraccionista*.

Posteriormente el autor determina una relación de largo plazo para el PIB mexicano mediante un análisis de cointegración, con ello se confirma la relación negativa entre el tipo de cambio y el producto. Aprovechando el vector de cointegración estimó un modelo de corrección de error del que se desprende que en el corto plazo las depreciaciones del tipo de cambio generan un efecto contractivo en la actividad económica del país.

Antes de haber revisado esta sección habíamos afirmado que las depreciaciones del tipo de cambio real generarían en el largo plazo efectos expansivos en el nivel de producto. No obstante, como hemos visto, esta visión no es soportada por otras investigaciones empíricas que sugieren que las depreciaciones reales de largo plazo conducen a descensos en el producto.

De esta forma, la evidencia empírica disponible resulta ser muy controvertida. Por un lado, se establece que la relación de largo plazo entre el crecimiento y el tipo de cambio real es positiva; mientras que por el otro, se asegura que la relación es negativa.

Así, la discusión que se da en el ámbito teórico, sobre cuál es el efecto neto del tipo de cambio real en el crecimiento económico, no parece resolverse en el ámbito empírico. La heterogeneidad de los resultados hace difícil llegar a una conclusión sobre el efecto de largo plazo, esto depende más bien de la metodología empleada, las variables utilizadas y el periodo estimado. Los estudios empíricos, en todo caso, han fortalecido las discrepancias entre uno y otro enfoque más que dar una respuesta concreta a dicha interrogante.

A pesar de ello es posible identificar ciertas regularidades empíricas, una de ellas es la relevancia estadística del tipo de cambio real en el crecimiento económico de los países. Asimismo, se cuenta con una fuerte evidencia que prueba que, en el corto plazo, un aumento en el tipo de cambio real (depreciación) disminuye el crecimiento económico.

Otro hecho importante a destacar es que en términos generales, los modelos econométricos que integran la dinámica de corto plazo con el equilibrio a largo plazo – como los modelos de cointegración, de ajuste parcial y de corrección de errores – han arrojado resultados tendientes a aprobar la *condición Marshall-Lerner*. En contraste, los modelos de Vectores autorregresivos que muestran la respuesta dinámica de corto y largo plazo de un grupo de variables ante shocks en otras, arrojan evidencia empírica a favor de la *hipótesis de la devaluación contraccionista*.

En ese sentido una medida metodológica adecuada sería utilizar ambos tipos de modelos y contrastar sus resultados. Es por ello que en los siguientes dos capítulos la atención se centra en la estimación de un modelo de cointegración del producto con un mecanismo corrector de error que nos permita determinar la relación de corto y largo plazo entre el tipo de cambio real y el crecimiento económico; pero, además, esta relación deberá ser verificada con la información que generen las *funciones de impulso-respuesta* de un modelo de vectores autorregresivos. Ello proveerá a nuestros resultados de un fuerte sustento teórico y empírico.

En un trabajo previo, Galindo y Guerrero (2001) llevan a cabo esta metodología, sin embargo, los resultados de su modelo de cointegración son inconsistentes con los de su modelo VAR. Así, en la medida en que nuestros modelos sean estadísticamente robustos y sus resultados sean consistentes uno del otro, podremos obtener conclusiones más acertadas.

## CAPÍTULO III

### UN MODELO DE COINTEGRACIÓN CON UN MECANISMO CORRECTOR DE ERROR: EN BUSCA DE LA RELACIÓN TCR - PIB

#### 3.1 Introducción

La econometría ha ido adquiriendo mayor importancia a través del desarrollo de la ciencia económica, su presencia está justificada en la medida en que es capaz de generar conocimiento científico nuevo ya que hace factible la verificación empírica de las relaciones funcionales que propone la teoría económica. Un modelo econométrico sirve, en principio, para validar la relación de dos o más variables que en el plano estrictamente cualitativo establece, con carácter de hipótesis, la teoría económica.

El presente capítulo demuestra empíricamente que el tipo de cambio real en México es una variable cuya influencia es significativa en la determinación del crecimiento económico de largo plazo. Además, se busca establecer la relación entre el tipo de cambio real y el producto interno bruto de nuestro país para el periodo que va de 1980 al 2002, incorporando otras variables estructurales.

Para probar dicha relación se aplicó un análisis de cointegración<sup>1</sup>, que permitió establecer la relación de equilibrio de largo plazo. Además se realizó un *modelo de corrección de errores* (MCE)<sup>2</sup>, para plantear la existencia de desajustes de corto plazo mediante la introducción de términos dinámicos.

Dado que identificar los múltiples canales por los cuales el tipo de cambio afecta al crecimiento económico implicaría un modelo excesivamente complejo, difícil de interpretar y poco práctico; aquí adoptamos un enfoque que retoma a Galindo y Guerrero (2001), Kamin y Rogers (1997) y Kamin y Klau (1998), según el cual en la especificación del modelo deben incluirse aquellas variables que logran sintetizar los canales de transmisión con el objeto de obtener un modelo parsimonioso.

<sup>1</sup> La Teoría de la cointegración ha supuesto un cambio en la estrategia de modelización dinámica de las variables económicas, poniendo de manifiesto las posibles limitaciones de la utilización de series temporales, y proporcionando una explicación a los problemas de relaciones espurias en las series. El concepto de cointegración en Granger (1981), conjugó los conceptos de estacionariedad y orden de integración implícitos en la metodología de Box-Jenkins. A partir de la introducción de esta teoría, se opta por contrastar la integrabilidad de las variables, es decir, si deben ser diferenciadas, como complemento a la utilización de la representación gráfica y de las funciones de autocorrelación simple y parcial, comúnmente utilizadas a partir de la estrategia de Box-Jenkins. El concepto de cointegración permite discriminar relaciones a largo plazo.

<sup>2</sup> El MCE plantea una relación de equilibrio de largo plazo entre las variables (solucionando así uno de los problemas de diferenciación), pero a la vez permitiendo la existencia de desajustes a corto plazo mediante la introducción de términos dinámicos. Estos modelos fueron utilizados por primera vez por Sargan (1964) y conjugan la modelización a largo plazo de las variables con una estructura dinámica.

De esta forma el modelo empleado en el presente trabajo incluye al producto interno bruto de México, el tipo de cambio, la oferta monetaria (M2), la inversión doméstica y la producción industrial de Estados Unidos<sup>3</sup>.

Cabe mencionar que existen diversos métodos para estimar las relaciones de cointegración y los MCE, sin embargo en esta investigación se emplea, en principio, el procedimiento bietápico de Engle-Granger<sup>4</sup>, en el cual para contrastar las relaciones de cointegración y para la estimación del MCE se sugiere un procedimiento de dos pasos. Primero, estimar directamente la relación de cointegración por mínimos cuadrados ordinarios (MCO), donde se calculan los residuales, si éstos son estacionarios se sustituyen en el modelo general. Aun cuando este método presenta problemas de eficiencia en la primera etapa al no considerar toda la información disponible se usa debido a que no se conoce cuantos vectores de cointegración pueden aparecer.

Por ello, alternativamente en el capítulo IV se utilizará el procedimiento de cointegración de Johansen y Juselius (1988), que nos permitirá conocer el número de vectores de cointegración existentes.

Por ahora, el presente capítulo estará enfocado no solo a especificar y estimar la relación de cointegración por MCO sino también a realizar un análisis de las propiedades estadísticas de las variables a emplear, así como el de verificar si dichas series son estacionarias y si no lo son, determinar su grado de diferenciación y por tanto de integración.

<sup>3</sup> Todas las variables en términos reales.

<sup>4</sup> Se supone que existen procesos integrados del siguiente orden: I(0) e I(1). De tal manera que cuando la serie de tiempo  $X \sim I(0)$ , entonces se cumple que: a) la varianza de X es constante; b) una innovación sólo tiene efectos temporales sobre el valor de X; c) la autocorrelación  $\rho_k$  decrece conforme aumentan los rezagos, así que su suma es finita. Por el contrario si  $X \sim I(1)$ , entonces la var(X) es no constante conforme  $t \rightarrow \infty$ , una innovación tiene efectos permanentes sobre el valor de X, ya que X es la suma de esos cambios y la autocorrelación  $\rho_k \rightarrow 1$  cuando  $t \rightarrow \infty$ . Si  $e_t \sim I(d)$  y  $\rho_t \sim I(d)$  es decir, son procesos integrados del mismo orden, entonces es cierta la combinación lineal de ambas series integradas:

$$Z_t = e_t - \alpha p_t$$

donde  $Z_t$  se denomina error de equilibrio. Para que ambas series estén cointegradas se necesita que  $Z_t \sim I(0)$ , y así tenemos que:

$$e_t - \alpha p_t = 0$$

donde  $\alpha$  es parámetro de cointegración; o bien  $(1-\alpha)$  es el vector de cointegración.

### 3.2 ESPECIFICACIÓN DEL MODELO

Con el objeto de encontrar una relación de equilibrio de largo plazo entre el TCR y el PIB mexicano se especificó un modelo estructural de determinación del producto, de la forma:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 m2_t + \beta_2 y^*_{indt} + \beta_3 q_t + \beta_4 id_t + u_t$$

Donde:

- $y_t$  = Producto Interno Bruto de México
- $m2_t$  = Oferta monetaria de México (M2)
- $y^*_{indt}$  = Producción industrial de Estados Unidos
- $q_t$  = Tipo de cambio real
- $id_t$  = Inversión doméstica de México
- $u_t$  = Término de perturbación estocástico<sup>5</sup>

(Las letras minúsculas representan logaritmos de las variables y todas se encuentran expresadas en términos reales por lo que los coeficientes  $\beta$ 's expresan elasticidades).

Como se mencionó anteriormente, se considera a las variables elegidas como aquéllas que lograron condensar de la mejor forma los distintos canales por los cuales se determina el crecimiento económico<sup>6</sup>, para ello se siguió el procedimiento metodológico de lo general a lo particular de Hendry y Richard (1983); que consiste en definir en principio un modelo grande en términos de variables explicativas e ir descartando aquellas que mediante "pruebas estadísticas hacia abajo" sean irrelevantes (no significativas), hasta lograr un modelo pequeño pero correctamente especificado.

El modelo planteado indica que el producto interno bruto en México depende de la oferta monetaria (M2), de la producción industrial de los Estados Unidos, del tipo de cambio real y de la inversión doméstica.

Con respecto a los coeficientes de estas variables, el parámetro de la oferta monetaria real se espera que sea ( $\beta_1 \cong 0$ ) debido a que desde la perspectiva de la teoría Cuantitativa del dinero y del pensamiento de la nueva Escuela Clásica la política monetaria es neutral dado que en el largo plazo los precios son flexibles, permitiendo que el efecto ingreso anule al efecto liquidez. Cabe mencionar que desde una perspectiva teórica de corto plazo como la de la Nueva Escuela Keynesiana, que considera a los precios y salarios rígidos, la política monetaria es no neutral. Sin embargo, debe recordarse que el análisis de cointegración es estrictamente de largo plazo.

<sup>5</sup> Debe ser ruido blanco, es decir, con media cero y varianza constante.

<sup>6</sup> Véase (Kamin y Rogers, 1997) y (Galindo y Guerrero, 2001)

Por otra parte es razonable suponer que el coeficiente de la producción industrial de Estados Unidos sea positivo ( $\beta_2 > 0$ ), dada la alta integración económica entre estas dos economías la cual viene siendo impulsada desde mediados de los años ochenta con la intensa apertura comercial. Aunado a ello se encuentra la enorme dependencia que tiene nuestro país con Estados Unidos ya que nuestros procesos de industrialización son incompletos y requieren importar los insumos y bienes de capital, manteniendo así una estrecha relación con la producción industrial de aquellos y provocando, por tanto, un efecto de arrastre.

Los efectos del tipo de cambio real sobre el PIB son múltiples, es decir, cada una de las variables macroeconómicas reacciona en forma distinta e incluso asimétrica a los movimientos del TCR. La presencia de efectos positivos y negativos del TCR sobre las diversas variables macroeconómicas han conducido a una intensa polémica. Por una parte se ha planteado la hipótesis de la devaluación contraccionista y por la otra la asociación positiva ha sustentado que la devaluación tiene un efecto expansivo en el producto. De ahí que el TCR constituya el centro de esta investigación, pues de esta manera podrá determinarse la significancia estadística del TCR en el producto, así como el sentido en que lo afecta en el corto y largo plazo.

Por ahora nos remitiremos a decir simplemente que el parámetro del TCR puede ser ( $\beta_3 > 0$ ) o ( $\beta_3 < 0$ ). Así, la estimación del modelo de cointegración del producto está destinada a despejar dicha incógnita.

Finalmente la inversión doméstica tiene un gran peso sobre el dinamismo del ingreso nacional, por su participación en la demanda agregada pues, como lo establecía Keynes, las variaciones en la inversión afectan de forma multiplicativa y positiva al ingreso y éste a su vez al consumo. Por otra parte, la inversión afecta al crecimiento del PIB al ampliar los procesos productivos de la economía mexicana. Por ello es razonable suponer que el parámetro asociado a la inversión sea positivo ( $\beta_4 > 0$ ).

### **3.3 DESCRIPCIÓN DE LAS SERIES**

El presente análisis utiliza información trimestral del producto interno bruto, del componente monetario M2, del índice de la producción industrial de Estados Unidos, el tipo de cambio y la formación bruta de capital fijo; para el periodo de 1980:1 - 2002:4. La información de las series se encuentra disponible en las bases de datos electrónicas del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), Banco de México y la oficina de Análisis Económico de Estados Unidos (BEA).

La estimación<sup>7</sup> se realizó con datos trimestrales, con el objetivo de contar con una muestra adecuada para correr el modelo (92 observaciones), tener un mejor comportamiento y obtener mejores resultados de los estadísticos.

---

<sup>7</sup> Las regresiones y pruebas econométricas se realizaron con el programa Econometrics Views, versión 4.1.

Antes de precisar el orden de integración de las series es conveniente realizar un análisis visual de las series a utilizar así como el de señalar algunas de sus características estadísticas.

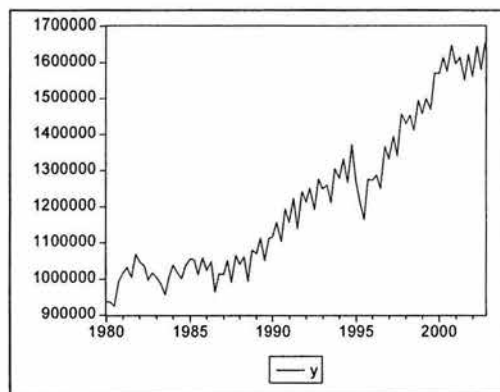
Por lo general, las series temporales en economía no son estacionarias, es decir, no cumplen con las condiciones de un proceso estacionario débil caracterizado por una media constante y varianza igual. Aquí intentaremos determinar desde un análisis visual si las series son o no estacionarias.

### *Producto Interno Bruto Real de México*

Observando gráficamente el comportamiento del producto podemos determinar que se trata de una serie no estacionaria, en tanto que tiene una tendencia positiva. Esto implica que la media no es constante en todos los periodos. Véase gráfico 3.1

Al mismo tiempo es posible observar problemas de cambio estructural, sobretudo para aquellos periodos que se han caracterizado por crisis económicas, tales como, la crisis de la deuda en 1982 o la crisis financiera y cambiaria en 1994-1995. Periodos durante los cuales los cambios de tendencia son evidentes y que, de hecho, son una constante en todas las series que se utilizan en este trabajo.

**Gráfico 3.1**



Aplicando la prueba de cambio estructural de Chow<sup>8</sup> para distintos puntos de quiebre pudo verificarse la existencia de cambio estructural en la serie para los trimestres 1981:4, 1983:3, 1986:3 y 1994:4<sup>9</sup>.

<sup>8</sup> La prueba de Chow verifica la equivalencia de dos regresiones. El objeto es introducir el efecto de la dummy en el intercepto y en la pendiente en un modelo de regresión, para ver si existen diferencias en el valor de los parámetros estimados en ambas regresiones.

<sup>9</sup> Los resultados de estas pruebas se presentan en el anexo estadístico de esta investigación.



Las características estadísticas de la serie apuntan en la misma dirección, es decir, proveen fundamento estadístico para pensar que la serie del PIB es no estacionaria, ya que de acuerdo a los coeficientes de asimetría y curtosis la mayor cantidad de datos se localiza entre los niveles de producto relativamente bajos (asimetría positiva) y su distribución tiene la forma de una platocúrtica lo que dista de ser una distribución normal. Esto implica que la máxima frecuencia no coincida con la media, esto es, la mayor cantidad de los datos no se encuentran concentrados alrededor de la media por lo que las desviaciones de los valores de la serie respecto al promedio son amplias, incumpliendo la condición de un proceso estacionario débil. Lo anterior se refuerza con los resultados obtenidos de la desviación estándar, la media y los valores máximo y mínimo de la serie, los cuales dejan ver su grado de dispersión. Véase cuadro 3.1.

Cuadro 3.1

PROPIEDADES ESTADÍSTICAS DE LAS SERIES								
1980:1 - 2002:4								
Características	$\gamma$	$\gamma^* ind$	$q$	$id$	$m2$	$mm2$	$m2^{\infty}$	$mm2^{\infty}$
Media	1218543	83.98433	1.082856	2.22E+08	11132676	7.18E+08	11363683	4.55E+08
Valor Máximo	1654975	118.691	1.570345	3.46E+08	15813394	3.21E+09	15813394	7.60E+08
Valor Mínimo	925245.3	58.299	0.661474	1.40E+08	6574026	2.63E+08	6574026	2.63E+08
Desviación Std.	214598	17.68779	0.180836	57300180	2846463	6.87E+08	3066083	1.42E+08
Coef. Asimetría	0.5991	0.5344	-0.1752	0.4210	0.0536	2.3781	-0.1377	0.5649
Coef. Curtosis	2.1005	1.9595	3.5388	2.0377	1.5717	7.6060	1.4297	2.3146
Jarque-Bera	8.6058	8.5293	1.5833	6.2671	7.1801	168.0432	7.2013	5.5299

<sup>∞</sup> Cálculos para el periodo 1984:1 - 2002:4  
Fuente: Elaboración propia.

Así pues, hemos encontrado evidencia que nos muestra que la serie del PIB presenta problemas de tendencia y varianza por lo que podría tratarse de una serie no estacionaria.

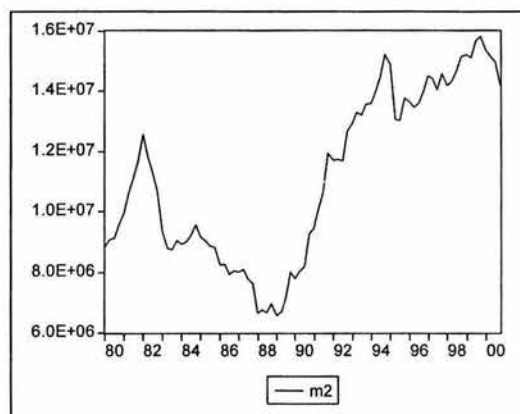
### *Oferta Monetaria Real (M2) de México*

Observando gráficamente el comportamiento de la oferta monetaria podemos determinar que se trata de una serie no estacionaria pero además con posibles problemas de cambio estructural. Para el periodo que va de 1980:1 a 1982:1 es posible identificar una tendencia positiva para después caer abruptamente hasta 1989:1 registrándose durante ese lapso cambios estructurales de menor intensidad. Posterior a 1989:1 la oferta monetaria retoma un comportamiento ascendente con relativa estabilidad hasta 1994:4, cuando, debido a la crisis cambiaria, la oferta monetaria tuvo que contraerse para evitar una mayor depreciación del tipo de cambio. Al final la serie reanuda su comportamiento ascendente aunque con variaciones erráticas importantes. Véase gráfico 3.2.

De acuerdo con Loría (2002), los cambios de tendencia de la oferta monetaria real pueden ser explicados por los procesos de dolarización informal que se han registrado en México durante los periodos de alta inflación e incertidumbre. Periodos durante los cuales las

economías tienden a desmonetarizarse rápidamente debido a que los agentes económicos buscan activos reales y monedas sólidas que mantengan su poder adquisitivo.

**Gráfico 3.2**



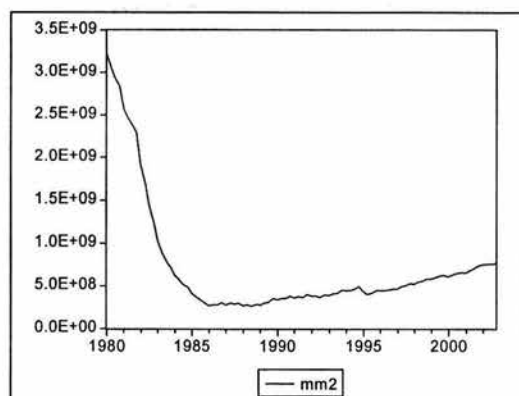
Aplicando la prueba de Chow para distintos puntos de quiebre pudo verificarse la existencia de cambio estructural en la serie para los trimestres 1982:1, 1984:4, 1989:1, 1994:4 y 1999:4; evidenciando posibles problemas de varianza. (Véase anexo estadístico).

De acuerdo con las propiedades estadísticas de la serie podemos establecer que la oferta monetaria es no estacionaria debido a que la curtosis señala que la distribución de la serie tiene la forma de una platocúrtica, lo que indica que la mayor cantidad de datos no se encuentra lo suficientemente concentrada alrededor de la media aun cuando su distribución parece contener buenas propiedades de simetría. El estadístico Jarque-Bera confirma esta aseveración al mostrar que la distribución de la oferta monetaria no es normal. De igual forma los estadísticos de desviación estándar y los valores máximo y mínimo dejan ver la gran dispersión que existe en los datos con respecto a la media, infringiendo entonces, que la media y la varianza no son constantes. Véase cuadro 3.1.

De esta forma se tiene evidencia de la no estacionariedad de la serie. No obstante, debido a los problemas de inestabilidad en la serie, se decidió, siguiendo a Loría (2002), normalizar a la oferta monetaria por el tipo de cambio nominal. Esto con el fin de suavizar el efecto de las devaluaciones que ocurrieron durante el periodo de estudio.

Al hacerlo se obtuvo una serie más estable, aunque persistió el cambio de tendencia. En el gráfico 3.3 la oferta monetaria (M2) normalizada, que de ahora en adelante denominaremos como (mm2), muestra una tendencia negativa hasta 1986, es relativamente estable durante los años de 1986 a 1988 y finalmente retoma una tendencia positiva para el resto del periodo.

Gráfico 3.3



Como era de esperarse, al aplicar la prueba de Chow para el punto de quiebre 1986:1 pudo comprobarse el cambio estructural en la serie, sin embargo, al realizar la prueba para el punto de quiebre 1994:4 se encontró con que la serie no presentó problemas de cambio estructural, contrario a los resultados hallados para la oferta monetaria sin normalizar. (Véase anexo estadístico).

A pesar de ello, las propiedades estadísticas de (mm2) no son mejores que las de (m2), de hecho puede decirse que empeoraron, lo cual puede deberse a la magnitud de la pendiente negativa que se observa desde 1980 hasta 1986. Por ello fue necesario acotar nuevamente el periodo de análisis de las propiedades estadísticas de (m2) y (mm2) considerando ahora el periodo 1984-2002 que, como se verá más adelante, corresponde al lapso para el cual fue posible encontrar una relación de equilibrio de largo plazo entre las variables de estudio.

De esta forma se halló que las características estadísticas de (mm2) mejoraron notablemente e incluso resultaron ser superiores a las encontradas en (m2) en el sentido de que posee las propiedades estadísticas deseables para considerarla como una distribución normal, según lo establecen los coeficientes de asimetría y curtosis o, más directamente, el estadístico Jarque-Bera. Véase cuadro 3.1.

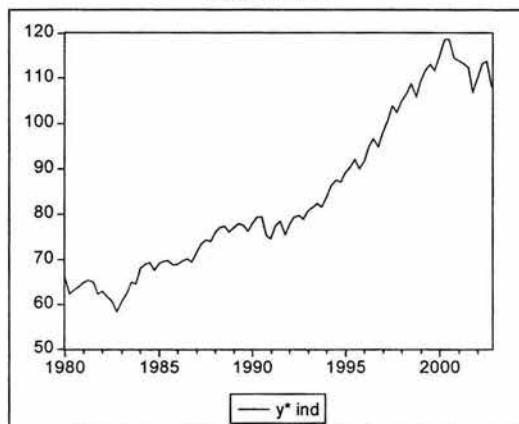
Además, para este nuevo periodo de análisis se encontró que la serie no presentó problemas de cambio estructural para el punto de quiebre 1986:1, contrario a los resultados hallados para (m2), sin embargo, sí se registró cambio estructural para el trimestre 1994:4. (Véase anexo estadístico).

### La producción industrial de los Estados Unidos

Al observar la evolución de la producción industrial de Estados Unidos podemos establecer que se trata de una serie no estacionaria ya que tiene pendiente y problemas de cambio estructural para los trimestres de 1982:4 y 2000:3.

Asimismo, los coeficientes de asimetría y curtosis denotan un caso de asimetría positiva con una distribución de la forma platocúrtica, lo que indica que la máxima frecuencia de datos no se encuentra alrededor de la media por lo que las desviaciones de los valores de la serie respecto del promedio son amplias. La dispersión de los datos se verifica con los resultados de la desviación estándar, la media y los valores máximo y mínimo de la serie. Véase cuadro 3.1.

**Gráfico 3.4**



### Tipo de Cambio Real (TCR)

El tipo de cambio real calculado como:

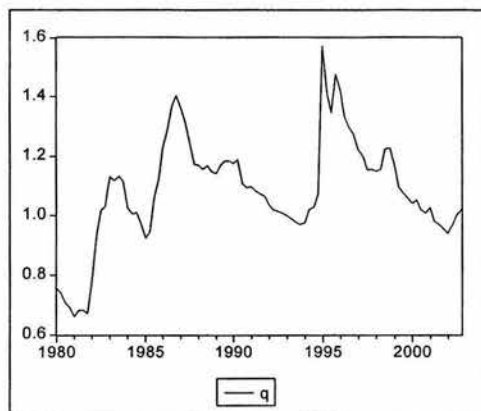
$$TCR = \frac{\text{Tipo de cambio nominal} * INPCus}{INPCmex}$$

muestra una evolución bastante errática con serios problemas de cambio estructural para los trimestres de 1983:3, 1985:1, 1986:4 y 1994:4, según se verifica con la prueba de Chow; dejando ver aquellos periodos para los cuales la economía ha experimentado procesos de apreciación y depreciación.

No obstante, contrario a lo que pudiese pensarse, la serie parece contener propiedades estadísticas adecuadas para considerarla como una distribución normal de acuerdo con los coeficientes de asimetría y curtosis o directamente el estadístico Jarque-Bera. Por lo tanto,

las desviaciones de los valores de la serie respecto a la media no son amplias lo que nos hace suponer que el problema principal de la serie no es el de media constante sino el de varianza por los cambios estructurales ya reportados. Véase cuadro 3.1.

**Gráfico 3.5**



Entonces, de acuerdo con el análisis previo, la serie no es estacionaria por los problemas de varianza más que por los de tendencia.

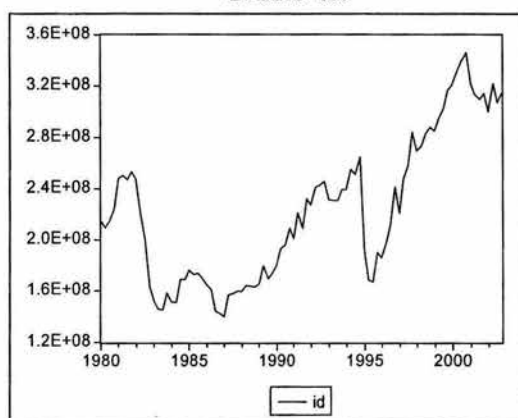
#### *Inversión Doméstica*

Finalmente, la inversión doméstica muestra comportamientos erráticos importantes que dejan ver, mejor que el PIB, los efectos de las recurrentes crisis económicas en nuestro país, así como las fases de crecimiento y recesión caracterizadas por cambios de tendencia abruptos. Véase gráfico 3.6.

De lo anterior puede inferirse sin problema la existencia de cambio estructural, no obstante, se aplicó la prueba de Chow para distintos puntos de quiebre con lo cual pudo confirmarse la existencia de cambio estructural para los trimestres 1981:4, 1985:1, 1994:4 y 2000:4. Entonces es probable que se presenten problemas de varianza, además del problema de tendencia que puede observarse, por lo que nuestro análisis visual indica que la serie de inversión no es estacionaria.

En el mismo sentido se dirigen los resultados del análisis estadístico, pues acorde a los coeficientes de curtosis y asimetría la serie no se distribuye de forma normal, por lo que la máxima frecuencia de datos no coincide con la media lo que provee evidencia para pensar que las condiciones de proceso estacionario débil no se cumplen. Los resultados de la media, la desviación estándar y los valores máximo y mínimo de la serie refuerzan esta aseveración ya que dejan ver una dispersión importante en los datos. Véase cuadro 3.1.

Gráfico 3.6



Así, hemos encontrado que la serie de inversión presenta problemas de cambio estructural, varianza y tendencia.

### 3.4 ORDEN DE INTEGRACIÓN

Del análisis previo pudimos determinar de manera visual y estadísticamente que nuestras variables económicas constituían series no estacionarias. No obstante, existen las denominadas pruebas de raíz unitaria con las cuales es posible identificar de manera precisa si la variable es o no estacionaria. Asimismo, es posible establecer simultáneamente su orden de integración.

Esto se debe a que el análisis de la existencia de raíces unitarias en las series económicas tiene estrecha relación con el concepto de un proceso estocástico estacionario, es decir, si se comprueba que una serie de tiempo tiene raíz unitaria quiere decir que la serie es un proceso estocástico no estacionario. La explicación teórica que tiene un resultado de este tipo es que si una serie sigue un camino aleatorio (proceso estocástico no estacionario), entonces los choques o innovaciones tienen la característica de ser permanentes y no transitorios. Si se rechaza la hipótesis de raíz unitaria entonces el proceso estocástico es estacionario y los choques o innovaciones son de naturaleza transitoria y no permanente.

En este sentido, si se comprueba la hipótesis de la existencia de raíz unitaria entonces la tendencia de las variables de estudio para regresar a algún valor de equilibrio de largo plazo es débil o no existe. Por el contrario, si se rechaza la hipótesis de la existencia de raíz unitaria entonces las variables tenderán a dirigirse a algún valor de equilibrio.

La prueba de raíz unitaria puede llevarse a cabo mediante el procedimiento de Dickey-Fuller y/o Phillips-Perron. Ambas pruebas exige que:

- Las series de tiempo sean integradas de orden cero,  $I(0)$ . Lo que significa ausencia de raíces unitarias.
- No exista una tendencia determinística en la serie.
- La expectativa condicional sea cero.

Así, el cuadro 3.2 resume los resultados de las pruebas de raíz unitaria mediante ADF y por el procedimiento de Phillips-Perron.

Cuadro 3.2

ORDEN DE INTEGRACION DE LAS SERIES				
Variable	ADF	Rezago	PP	Rezago
(Sin intercepto ni tendencia)				
$y$	1.71	4	2.32	4
$\Delta y$	-3.39*	4	-18.58*	4
$m2$	0.20	5	0.65	4
$\Delta m2$	-3.55*	4	-6.72*	4
$mm2$	0.93	5	0.25	5
$\Delta mm2$	-3.75*	5	-6.81*	3
$q$	-0.11	3	-0.08	4
$\Delta q$	-4.63*	5	-8.90*	4
$id$	-0.06	4	0.37	4
$\Delta id$	-4.46*	4	-9.10*	4
$y^* ind$	1.83	5	2.25	4
$\Delta y^* ind$	-3.08*	4	-8.53*	4

Nota: ADF = prueba de Dickey Fuller Aumentada.  
PP = prueba Phillips-Perron.  
Se seleccionó un número adecuado de rezagos bajo los criterios de información básicos a fin de eliminar los posibles problemas de autocorrelación.  
El valor crítico de Mackinnon al 1 y 5% es: (-2.59 y -1.94 sin intercepto y sin tendencia).  
Periodo: 1980:01 - 2002:04  
\*Se rechaza la hipótesis de raíz unitaria al 1% de nivel de confianza.

Como puede observarse, los estadísticos-t, calculados en niveles por ambas pruebas, son menores en términos absolutos a los valores críticos de Mackinnon al 1 y 5% (-2.59 y -1.94 respectivamente), de tal suerte que la hipótesis nula de raíz unitaria no se rechaza en ninguna de las series, es decir, *todas las series son no estacionarias*.

Asimismo, las pruebas son capaces de indicar el orden de integración de las variables. Para ello debe observarse si las series son estacionarias en primeras diferencias, realizar lo anterior supone aplicar el operador de diferencia a una variable con raíz unitaria en su polinomio autorregresivo. Esto transformará a la variable en estacionaria, ya que aplicando las diferencias se elimina la raíz unitaria causante de la presencia de tendencia estocástica.

Tomando en cuenta lo anterior y con base en el cuadro 3.2, podemos establecer que *todas las variables de estudio son integradas de orden uno  $I(1)$* , es decir, son estacionarias en primeras diferencias. Esto se debe a que en términos absolutos los estadísticos-t son mayores a los valores críticos al 1 y 5%.

### 3.5 EL MÉTODO DE ENGLE-GRANGER

Para verificar la hipótesis de cointegración en las series se estimó la regresión a través de MCO y se estableció la siguiente ecuación:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 mm2_t + \beta_2 y_{indt}^* + \beta_3 q_t + \beta_4 id_t + u_t \quad (3.1)$$

Verificada la existencia de raíz unitaria y el orden de integración en las raíces se procedió a estimar la relación de cointegración por el método Engle-Granger, estableciendo el valor de los parámetros por MCO y posteriormente, el MCE.

No obstante, para el periodo muestral 1980:1-2002:4 no fue posible encontrar una relación de cointegración, esto puede deberse a los cambios estructurales en las variables empleadas; en específico de la oferta monetaria real (M2) de México. Como se analizó anteriormente, esta variable tiene un comportamiento creciente hasta 1982:1 para después caer hasta 1989:1 y finalmente retoma una tendencia positiva pero con variaciones erráticas importantes.

Es por esto que se decidió utilizar finalmente la oferta monetaria real normalizada por el tipo de cambio nominal (mm2) que, como se vio, presenta propiedades estadísticas más adecuadas. Por tal razón, fue necesario redefinir el periodo de estimación hasta obtener uno que tuviera un fuerte sentido económico. Así, para la estimación del PIB mexicano se eligió el periodo 1984:2 – 2002:4 que corresponde a la fase para la cual se da el traslado a un nuevo modelo económico concordante con los principios del Consenso de Washington y retomados en Bretón Woods, esto una vez iniciados los programas de estabilización dada la crisis de 1982 y a un año de su ingreso al GATT.

Así pues, estimamos el modelo (3.1) para el nuevo periodo muestral obteniendo los siguientes resultados:

$$y_t = 3.4188 + 0.0956mm2_t + 0.2051y_{indt}^* + 0.1579q_t + 0.4052id_t + v_t \quad (3.2)$$

(5.32)            (3.97)            (3.41)            (3.39)            (10.23)

$$R^2 \text{ ajustada} = 0.97 \qquad DW = 1.83$$

Los resultados obtenidos en la ecuación son consistentes con lo expuesto anteriormente, sin embargo, antes de realizar un análisis más profundo sobre ellos es necesario establecer si existe una relación entre las variables explicativas y el crecimiento económico de México.

Para ello, una vez realizada la estimación de la primera etapa, también denominada estimación estática, deberá contrastarse si la relación estimada constituye una relación de cointegración, mediante las pruebas de raíz unitaria. Si las variables no están cointegradas los residuos de la estimación estática presentarán por definición, una raíz unitaria, es decir, no serán estacionarias.



### 3.5.1 La Prueba de Engle-Granger.

Si una nueva variable,  $u_t$  puede ser definida por:

$$u_t = Y_t - \lambda X_t \quad (3.3)$$

donde  $v \sim I(0)$  entonces  $X$  y  $Y$  son cointegradas y  $\lambda$  es llamada la constante de integración o, en el caso de más de dos variables es el vector cointegrante. La variable  $v$  puede ser interpretada como un término de error y una constante puede ser incluida en (3.2) para hacer su media cero y así llegar a hacer la ecuación de regresión de cointegración.

Engle y Granger sugirieron una prueba para estacionariedad, propuesta primero por Dickey-Fuller, basada en los residuales de la ecuación (3.1) para estimar

$$\Delta \hat{v} = \beta \hat{v}_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.4)$$

y probar si  $\rho$  es negativo significativamente con base en:

$$Y_t = \alpha + \lambda X_t + v_t \quad (3.5)$$

Se usan las tablas Dickey-Fuller y si  $\rho$  es significativo entonces  $v \sim I(0)$ , así  $X$  y  $Y$  son cointegradas. Cuando el residuo en (3.3) no es ruido blanco<sup>10</sup> la ecuación puede ser modificada incluyendo una constante y valores rezagados extra de  $\Delta \hat{v}$  hasta que sea ruido blanco. En este caso se usan tablas diferentes a las que usaron Dickey-Fuller. Si  $\rho$  es cero se dice que tiene una raíz unitaria. En el contexto actual las pruebas ADF se conocen como la prueba de Engle-Granger aumentada (AEG).

Una vez que se ha establecido el hecho de que dos o más variables son cointegradas, se puede especificar y estimar un modelo de corrección de error. Engle y Granger probaron que si  $X$  y  $Y$  son ambas  $I(1)$  tienen media constante y son cointegradas, entonces existirá un mecanismo generador de información *corrector de error* o *modelo de corrección de error* el cual toma la forma:

$$\Delta Y_t = -\rho_1 v_{t-1} + (\Delta Y, \Delta X) \text{ rezagado} + d(L)\varepsilon_{1t} \quad (3.6)$$

$$\Delta X_t = -\rho_2 v_{t-1} + (\Delta Y, \Delta X) \text{ rezagado} + d(L)\varepsilon_{2t} \quad (3.7)$$

donde  $v$  esta dado por (3.3),  $d(L)$  es un polinomio finito en el operador de rezago  $L$ ,  $\varepsilon_{1t}$  y  $\varepsilon_{2t}$ , ambos son procesos ruido blanco los cuales están posiblemente correlacionados al mismo tiempo.

<sup>10</sup> Serie ruido blanco. Según Engle y Granger es un proceso integrado de orden cero  $I(0)$  debido a que tiene:

- Una media constante y una tendencia que tiende a fluctuar alrededor de la media.
- Una función de autocorrelación simple que decrece rápidamente cuando aumentan los rezagos.
- Varianza finita e independiente del tiempo
- Memoria limitada de su comportamiento pasado. Los efectos de un shock aleatorio son transitorios y se diluyen en el tiempo.

Retomando el caso que nos ocupa, si la función del producto para México es lineal con variables I(1) y tiene residuales estacionarios, entonces las series en estudio son cointegradas dado que la teoría de cointegración establece que la combinación lineal de  $n$  variables I(1) podrían ser estacionarios.

De esta forma, si escribimos (3.3) en términos de nuestro modelo.

$$v_t = y_t - \beta_0 - \beta_1 mm2_t - \beta_2 y^*_{Indt} - \beta_3 q_t - \beta_4 id_t \tag{3.8}$$

y se encuentra que  $v_t$  es estacionaria o con orden de integración cero, entonces se dice que las variables de estudio están cointegradas, a esto se le conoce como la prueba de Engle-Granger. Así, se llevo a cabo la prueba de raíz unitaria para los residuales de la ecuación (3.2) obteniendo como resultado:

$$\Delta Resid_t = -0.296 Resid_{t-1} - 0.219 \Delta Resid_{t-1} - 0.186 \Delta Resid_{t-2} - 0.246 \Delta Resid_{t-3} + 0.535 \Delta Resid_{t-4} \tag{3.9}$$

Para verificar que los residuales sean I(0) o estacionarios, el valor  $\tau$  calculado de los residuos debe ser mayor a los valores críticos calculados por Mackinnon al 1% y/o 5%. Lo anterior se confirma al ser -2.25 el valor  $\tau$  calculado y -2.59 y -1.94 los valores críticos al 1% y 5% respectivamente.

El cuadro de abajo muestra otra especificación con la cual fue posible determinar que los residuales son integrados de orden cero, es decir, son estacionarios. Al mismo tiempo se muestran los resultados obtenidos mediante las pruebas ADF y Phillips-Perron para distinto número de rezagos.

Cuadro 3.3

PRUEBA DE COINTEGRACION BAJO EL METODO ENGLE-GRANGER				
Variable	ADF	Rezago	PP	Rezago
(Sin intercepto ni tendencia)				
Residuos	-2.259*	4	-7.925*	3
(Con intercepto)				
Residuos	-3.212* (AIC)	10	-7.868*	3
	-2.232 (SIC)	4		
Nota: ADF = prueba de Dickey Fuller Aumentada. PP = prueba Phillips-Perron. (AIC) = Criterio de información Akaike (SIC) = Criterio de información Schwartz Se seleccionó un número adecuado de rezagos bajo los criterios de información básicos a fin de eliminar los posibles problemas de autocorrelación. El valor crítico de Mackinnon al 1 y 5% es: (-2.59 y -1.94 sin intercepto y sin tendencia) y (-3.52 y -2.90 con intercepto). Periodo: 1984:02 - 2002:04 * Se acepta la hipótesis nula de la no existencia de raíz unitaria al 5% de nivel de confianza. Es decir, se acepta la existencia de una relación de cointegración entre las variables.				

En suma, las pruebas de estacionariedad de los residuos indican que la regresión estimada entre el PIB de México, la oferta monetaria (M2) normalizada, la producción industrial de Estados Unidos, el tipo de cambio real y la inversión doméstica representan relaciones de cointegración, es decir, existe una relación de equilibrio de largo plazo entre ellas para el periodo estimado entre 1984:2 y 2002:4, con lo que evitamos el problema de que nuestra regresión sea espuria.

De esta forma, la ecuación de cointegración (3.2) muestra cómo el tipo de cambio real en México es estadísticamente significativo en la determinación del crecimiento económico de largo plazo, comprobando así nuestra hipótesis. Asimismo se verificó el cumplimiento de la *Condición Marshall-Lerner* por el valor positivo de la elasticidad del producto al tipo de cambio real (0.1579), es decir, se encontró que el tipo de cambio real influye de manera positiva sobre el crecimiento económico de largo plazo.

Este resultado es concordante con los encontrados por Cruz (1999), Galindo y Guerrero (1997), López y Cruz (1999), Loría (2002) y (2003) quienes bajo distinto enfoque teórico y distinta metodología hallaron que la *condición Marshall-Lerner* se cumple para la economía mexicana.

No obstante, este resultado se contrapone con los hallados por Garcés (2003), Galindo y Guerrero (2001) y Kamin y Rogers (1997) quienes determinan que el tipo de cambio real en México mantiene una relación negativa de largo plazo con el nivel de producto.

Sobre este punto regresaremos más adelante una vez que se haya estimado el modelo VAR. Por ahora baste decir que la hipótesis de la devaluación contraccionista puede cumplirse en el corto plazo pero no aplica en el largo plazo para la economía mexicana.

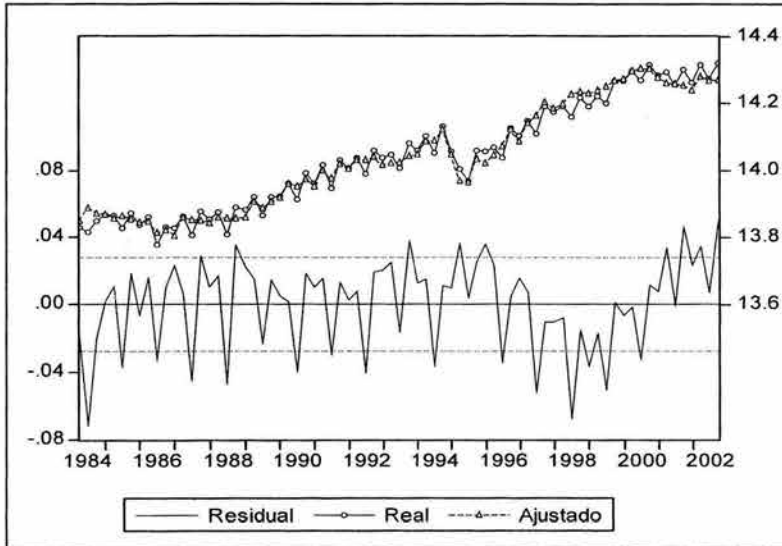
De la ecuación anterior, además, podemos derivar otros resultados analíticos importantes, tales como:

- a) La no neutralidad del dinero, dado que por cada unidad porcentual en que aumenta la oferta monetaria, por unidad de tiempo, el nivel de producto aumentará en 0.096%. Esta evidencia empírica se opone a la concepción teórica de la escuela clásica de la neutralidad del dinero y que Loría (2002) también ha demostrado.
- b) Aun cuando la economía mexicana ha mantenido una enorme dependencia con los Estados Unidos y a pesar de haber experimentado un proceso intenso de apertura económica con aquellos, se encontró que la inversión doméstica tiene un impacto mayor en la determinación del producto que la producción industrial de Estados Unidos ya que por cada unidad porcentual en que ésta aumente, el producto mexicano aumentará en 0.20%; mientras que la inversión lo hará aumentar en el doble.
- c) El coeficiente de la producción industrial de Estados Unidos es relativamente alto lo que refleja, de alguna forma, el proceso de convergencia entre ambas economías.

De acuerdo al  $R^2$  ajustado nuestro modelo explica el 97% del comportamiento real del producto mexicano lo que se verifica con la gráfica 3.7 que muestra el ajuste de nuestro modelo con el comportamiento real del producto interno bruto.

Gráfico 3.7

## AJUSTE DE LA ECUACIÓN DE COINTEGRACIÓN



A la par se realizaron pruebas de diagnóstico con el objeto de determinar si el modelo es robusto estadísticamente. Véase cuadro 3.4.

Encontrando que:

- Los residuales se distribuyen de forma normal lo que implica que nuestras conclusiones sobre las demás pruebas de diagnóstico son robustas; en otras palabras, favorece la potencia de las otras pruebas.
- No existe problemas de autocorrelación, es decir, diferentes observaciones del término de error son independientes entre sí.
- No existe problemas de Heteroscedasticidad de acuerdo a las pruebas White, Goldfeld-Quandt y Breusch-Pagan, es decir, los errores tienen una varianza uniforme y mínima. Sin embargo, la prueba ARCH determinó la existencia de Heteroscedasticidad para el tercer rezago.
- Existe dependencia lineal entre la variable explicada y las explicativas, es decir, existe una relación lineal entre ellas por lo que se asume una correcta especificación.
- Los residuos no presentan problemas de cambio estructural. Véase gráficas 3.8 y 3.9.

- f) Se detectó la presencia de Multicolinealidad entre las variables. No obstante, el hecho de medir la colinealidad a través de la correlación entre las variables explicativas constituye en sí un problema, pues en economía es difícil pensar que las variables no estén intercorrelacionadas. Por ello no es posible discutir el problema de la multicolinealidad sólo en términos de las intercorrelaciones, pues el hecho de que ésta constituya o no un problema depende más bien de la magnitud de la varianza del error y de las varianzas de las variables explicativas. De esta forma, si existe variación suficiente en las variables explicativas y la varianza del término de error es lo bastante pequeña, la alta intercorrelación entre las variables no deberá provocar problemas, como sucede en este caso en donde las relaciones t-estadísticas para los coeficientes estimados son altamente significativos, lo que sugiere que la multicolinealidad no es seria. Además, las soluciones que se sugieren para corregir el problema de multicolinealidad pueden llevar a una pista errónea<sup>11</sup>. Así pues, la presencia de multicolinealidad no necesariamente constituye un problema en este trabajo.

Gráfico 3.8

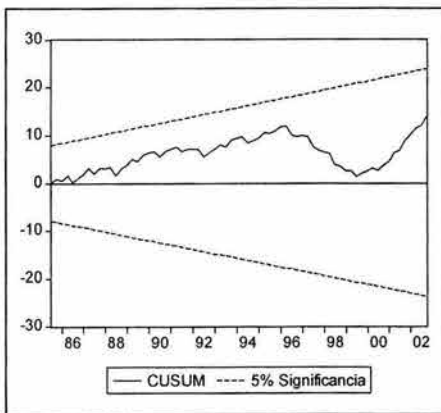
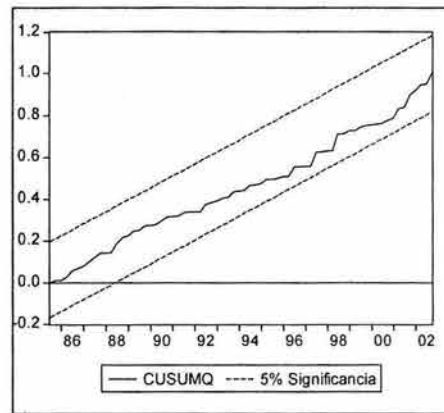


Gráfico 3.9



<sup>11</sup> Para mayor información véase (Maddala, 1996. Capítulo 7).

Cuadro 3.4

PRUEBAS DE DIAGNÓSTICO DE LA ECUACIÓN DE COINTEGRACION DEL PIB			
<b>Normalidad</b>			
- Jarque-Bera		5.3700	(p = 0.0682)
<b>Multicolinealidad</b>			
- Farrar-Glauber		272.026	(p = 0.0000)
- Theil (m)		0.9115	
- Regresivos Auxiliares			
	F <sub>mm2</sub>	75.696	(p = 0.0000)
	F <sub>y<sup>ind</sup></sub>	240.162	(p = 0.0000)
	F <sub>q</sub>	49.039	(p = 0.0000)
	F <sub>id</sub>	220.046	(p = 0.0000)
	F <sub>crítica</sub>	2.760	
<b>Autocorrelacion</b>			
- Durbin Watson		1.8349	
- Breusch-Godfrey			
1 rezago	F <sub>calc</sub>	0.2673	(p = 0.6068)
2 rezago	F <sub>calc</sub>	1.2883	(p = 0.2823)
3 rezago	F <sub>calc</sub>	0.9707	(p = 0.4118)
<b>Heteroscedasticidad</b>			
- ARCH			
1 rezago	F <sub>calc</sub>	3.6917	(p = 0.0586)
2 rezago	F <sub>calc</sub>	2.5336	(p = 0.0866)
3 rezago	F <sub>calc</sub>	3.7702	(p = 0.0145)
- White			
no cruzados	F <sub>calc</sub>	0.7293	(p = 0.6651)
cruzados	F <sub>calc</sub>	0.9122	(p = 0.5457)
- Goldfeld-Quandt			
	F <sub>calc</sub>	1.0512	(p = 0.4560)
	F <sub>crítica</sub>	2.1200	
- Breusch-Pagan			
	SSR/2	1.8279	(p = 0.7673)
	Ji-square	9.4900	
<b>Linealidad</b>			
- Reset(1)	F <sub>calc</sub>	0.2692	(p = 0.6055)
Periodo: 1984:2 - 2002:4			
Nota: Se acepta la hipótesis nula al 5% de significancia ( $\alpha = 0.05$ ).			
Ho: existe normalidad			
Ho: no existe multicolinealidad			
Ho: no existe autocorrelación			
Ho: existe homoscedasticidad			
Ho: existe linealidad			

### 3.5.2 Modelo de Corrección de Error (MCE).

En términos formales un vector  $Y_t$  ( $m \times 1$ ) admite una representación MCE si se puede expresar como:

$$A(L)\Delta Y_t = -\Pi Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.10)$$

donde  $\varepsilon_t$  es una perturbación multivariante estacionaria;  $A(L)$  es una matriz ( $m \times m$ ) polinómica en el operador de rezago que cumple:  $A(0) = I_m$  y que  $A(L)$  tiene todos los elementos finitos; y  $\Pi \neq 0$ . Cabe resaltar que en esta especificación no se supone exogeneidad sobre ninguna de las variables. La relación formal entre este tipo de modelo y las relaciones de cointegración la establece el teorema de representación de Granger, este teorema demuestra que:

- Si un vector de variables es CI(1,1), existe un mecanismo de corrección del error válido para representar el proceso generador de información (PGI).
- Si el PGI de un conjunto de variables admite una representación MCE, éstas están cointegradas.

A continuación se muestra la idea que liga a la cointegración y al MCE. En este caso, descomponiendo la matriz  $\Pi$  en  $\gamma\alpha$  y escribiendo (3.6) y (3.7) de otro modo el MCE vendría dado por:

$$\begin{aligned} \Delta Y_t &= \mu_1 + \phi_1(L)\Delta Y_{t-1} + \Gamma_1(L)\Delta X_{t-1} - \gamma_1[Y_{t-1} - \alpha X_{t-1}] + \varepsilon_{2t} \\ \Delta X_t &= \mu_2 + \phi_2(L)\Delta Y_{t-1} + \Gamma_2(L)\Delta X_{t-1} - \gamma_2[Y_{t-1} - \alpha X_{t-1}] + \varepsilon_{2t} \end{aligned} \quad (3.11)$$

En la expresión (3.11) se constata que si  $X_t$  y  $Y_t \sim I(1)$ , todos los términos que aparecen en cada ecuación serán estacionarios en varianza excepto el término entre corchetes. Para que este término sea estacionario es necesario que  $X_t$  y  $Y_t$  estén cointegradas. En caso contrario, las ecuaciones no estarían equilibradas.

Lo anterior demuestra que el MCE conjuga la modelización dinámica a corto plazo con la relación de equilibrio a largo plazo: los términos entre corchetes, con las variables en niveles, recogen la relación a largo plazo entre las variables. Este término es el *corrector de error* en el sentido de que será distinto de cero únicamente cuando haya alejamientos de la situación de equilibrio produciéndose al siguiente periodo un ajuste hacia dicha relación. Los  $\gamma_i$  reciben el nombre de parámetros de velocidad de ajuste, ya que cuanto mayor sea su valor más rápidamente se corregirán los desequilibrios.

Un modelo de MCE combina variables en niveles y en primeras diferencias. Las relaciones establecidas entre las variables en niveles (relaciones de largo plazo) actúan como un mecanismo que interviene en la relación entre las variables diferenciadas (cambios de las variables) para retornar la relación a su nivel de equilibrio de largo plazo. Ellos requieren que el sistema económico tenga un equilibrio bien definido, así la velocidad del movimiento de las variables hacia el equilibrio reflejará la distancia que existe del sistema

al equilibrio. El valor absoluto de  $v_{t-1}$  mide la desviación de corto plazo a partir del equilibrio en el periodo previo.

Entonces, quedó demostrado que el PIB y las variables explicativas están cointegradas, es decir, hay una relación de equilibrio de largo plazo entre ellas. A pesar de ello, en el corto plazo puede haber desequilibrios. En consecuencia se puede tratar el término de error de la ecuación de cointegración como el error de equilibrio. Puede utilizarse este término de error para atar el comportamiento de corto plazo del PIB con su valor de largo plazo.

Así el modelo obtenido fue:

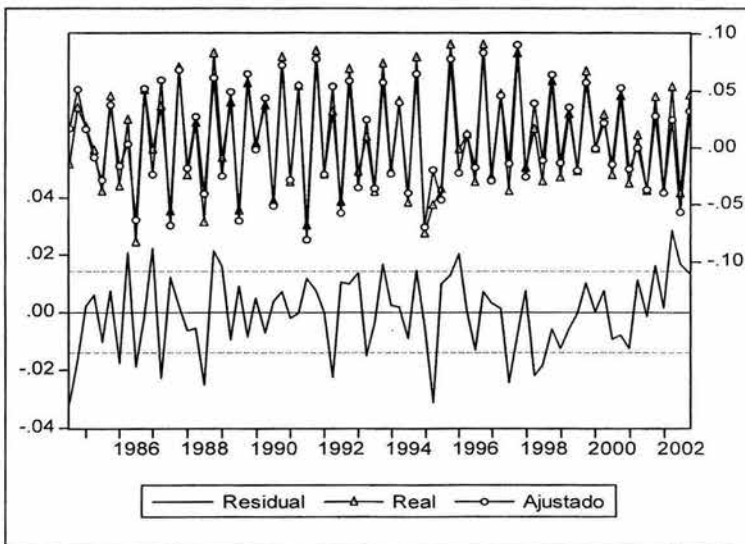
$$\Delta y_t = -0.1601\Delta y_{t-1} + 0.2026\Delta y_{t-4} + 0.3249\Delta id_t + 0.1669\Delta mm2_{t-2} - 0.1474\Delta mm2_{t-3} + 0.0738\Delta q_t + 0.4269\Delta y^* ind_{t-3} - 0.2187MCE_{t-1}$$

(-2.95)      (2.68)      (10.52)      (5.04)      (-4.22)  
 (2.27)      (4.21)      (-2.53)

donde:  $MCE = y - 3.4188 - 0.09569mm2 - 2051y_{ind}^* - 0.1579q - 0.4052id$  ;  $\bar{R}^2 = 0.917$

Como muestran los estadísticos (t) de probabilidad estadística, todos los parámetros resultan altamente significativos. Además, el modelo parece estar correctamente especificado en tanto que posee buenas propiedades estadísticas y un notable ajuste, indicio de que el procedimiento metodológico de lo general a lo particular de Hendry y Richard (1983) fue adecuado. Véase Grafico 3.10.

**Gráfico 3.10**  
**AJUSTE DEL MODELO DE CORRECCIÓN DE ERROR**





Entonces el modelo reproduce adecuadamente el comportamiento de la tasa de crecimiento del producto, lo cual se verifica con las pruebas de diagnóstico.

Las pruebas de diagnóstico determinaron que el modelo de corrección de error no presenta problemas de normalidad, no existe autocorrelación sino hasta después del cuarto rezago, tiene varianza uniforme y mínima dado que existe homoscedasticidad, existe dependencia lineal entre las variables y, finalmente, no presenta problemas de cambio estructural. Véase cuadro 3.5 y gráfico 3.11.

Cuadro 3.5

PRUEBAS DE DIAGNÓSTICO DEL MODELO DE CORRECCIÓN DE ERROR				
<b>Normalidad</b>				
- Jarque-Bera		1.6685		(p = 0.4341)
<b>Autocorrelación</b>				
- Breusch-Godfrey				
1 rezago	F <sub>calc</sub>	0.3834		(p = 0.5379)
2 rezago	F <sub>calc</sub>	0.2453		(p = 0.7832)
3 rezago	F <sub>calc</sub>	0.2685		(p = 0.8478)
4 rezago	F <sub>calc</sub>	0.4964		(p = 0.7384)
<b>Heteroscedasticidad</b>				
- ARCH				
1 rezago	F <sub>calc</sub>	0.0431		(p = 0.8362)
2 rezago	F <sub>calc</sub>	0.0501		(p = 0.9511)
3 rezago	F <sub>calc</sub>	0.1043		(p = 0.9572)
4 rezago	F <sub>calc</sub>	0.1691		(p = 0.9533)
- White				
no cruzados	F <sub>calc</sub>	0.5716		(p = 0.8918)
cruzados	F <sub>calc</sub>	0.9755		(p = 0.5388)
<b>Pruebas de Linealidad</b>				
- Reset (1)	F <sub>calc</sub>	0.7486		(p = 0.3901)
- Reset (2)		0.5484		(p = 0.5805)
- Reset (3)		0.6974		(p = 0.5571)
- Reset (4)		0.520976		(p = 0.7206)
Periodo: 1984:2 - 2002:4				
Nota: Se acepta la hipótesis nula al 5% de significancia ( $\alpha = 0.05$ ).				
Ho: existe normalidad				
Ho: no existe autocorrelación				
Ho: existe homoscedasticidad				
Ho: existe linealidad				

Como podemos observar el coeficiente estimado para el residuo de la relación de cointegración (-0.2187) es negativo, lo que indica que el modelo dinámico estimado se caracteriza por una convergencia de los valores del PIB de México y de las variables explicativas congruentes con la relación de largo plazo entre ellas.

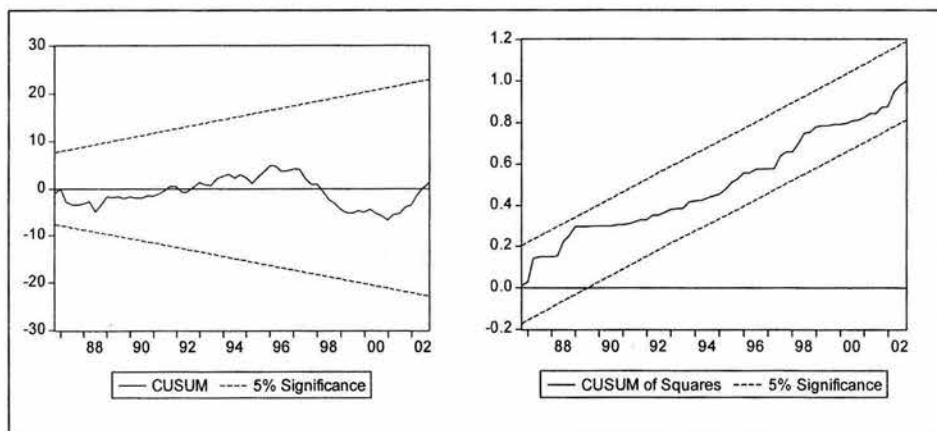
No obstante, dicho coeficiente es reducido en valor absoluto, de manera que tal convergencia puede calificarse como de ser relativamente lenta. La conclusión principal del resultado, sería entonces, que si bien hay una relación de largo plazo entre el PIB de México y las variables explicativas, cuando dicha relación no se observe en el corto plazo, tomará mucho tiempo para que se corrija esta situación, de tal forma que es posible observar durante periodos prolongados que las variables no mantengan una cierta congruencia con su relación de largo plazo.

De esta forma puede esperarse que la relación de corto plazo entre el PIB mexicano y las variables explicativas sea distinta de su relación de largo plazo.

Concretamente, para el caso que nos ocupa, el modelo de corrección de error arroja evidencia para pensar que la relación entre el tipo de cambio real y el producto mexicano puede no ser positiva en el corto plazo, es decir, el TCR puede influir de manera negativa sobre el crecimiento económico de nuestro país tal como lo establece la hipótesis de la devaluación contraccionista.

Finalmente, en aras de establecer de una sola vez si dicha relación es positiva o negativa en el "corto plazo", en el siguiente capítulo se determina un modelo de vectores autorregresivos como una técnica econométrica auxiliar que nos permita identificar las relaciones de corto y largo plazo; así como, si fuese el caso, de precisar que tan prolongado resulta ser el periodo durante el cual la relación TCR-PIB difiere de su relación de largo plazo.

**Gráfico 3.11**



## CAPÍTULO IV

### EL MODELO DE VECTORES AUTORREGRESIVOS CON COINTEGRACIÓN DEL PRODUCTO

#### 4.1 Introducción

En este capítulo se elaboró un modelo de Vectores Autorregresivos (VAR)<sup>1</sup> a fin de determinar la consistencia analítica de los efectos del tipo de cambio real (TCR) en el crecimiento económico de México. Esto es, determinar cómo, cuándo, en cuánto tiempo y en que sentido el TCR influye sobre el PIB de México a partir de su impacto en el equilibrio interno y externo.

Tal metodología permite verificar la hipótesis de trabajo gracias a la información que resulta al obtener las funciones de impulso-respuesta y al realizar el análisis de la descomposición de varianza. Estas dos técnicas surgen de la representación de promedios móviles del sistema autorregresivo, así como de las pruebas de causalidad.

A la vez se estimó la relación de cointegración del producto pero ahora bajo el procedimiento de cointegración de Johansen y Juselius (1988), el cual es considerado como un método superior al procedimiento de ecuación simple de Engle-Granger ya que verifica simultáneamente el orden de integración de las variables y nos permite conocer el número de vectores de cointegración existentes entre ellas.

Debido a que los resultados de dicho método son muy sensibles al número de rezagos, se decidió aprovechar la *correcta especificación* del modelo VAR para determinar la ecuación de cointegración. La especificación del modelo VAR fue evaluada bajo los criterios de longitud máxima de rezagos, pruebas de diagnóstico, estabilidad y simulación lo que da a las estimaciones de impulso-respuesta y de cointegración por Johansen un carácter correcto y robusto.

Finalmente debe acotarse que el único propósito de calcular la ecuación de cointegración bajo este método es el de contrastar sus resultados con los obtenidos por el método de Engle-Granger, sin perder de vista que ambos procedimientos están fundamentados dentro de diferentes metodologías econométricas.

---

<sup>1</sup> Vector Auto Regressive Models, por sus siglas en ingles.

## 4.2 METODOLOGÍA DEL MODELO VAR

La metodología que se empleará es la de vectores autorregresivos (VAR) propuesta por Sims (1980)<sup>2</sup>. Los VAR son una técnica no estructural de estudio conjunto de series temporales, con un mínimo de restricciones a priori impuestas por la teoría económica y con un gran número de parámetros libres. Un sistema VAR está compuesto por ecuaciones estocásticas en diferencias, como una forma de modelar a las interacciones dinámicas de las series económicas consideradas. El enfoque se caracteriza por su gran generalidad, ya que todas las variables son consideradas como endógenas.

La forma en que se utiliza esta metodología se lleva a cabo en tres pasos. Primero se expresa a cada variable como función de: (a) valores rezagados de ella misma, (b) valores rezagados de otras variables, (c) variables deterministas, como son la constante, la tendencia y la estacionalidad y (d) un término de error<sup>3</sup>. Esto da la forma autorregresiva del sistema, la cual es difícil de interpretar ya que intervienen muchos coeficientes. Además, cuando hay rezagos en las variables no es razonable suponer que uno varíe y los demás permanezcan constantes, como se requiere para interpretar los coeficientes de una regresión.

En el segundo paso, cada variable se expresa como una función de innovaciones asociadas con ella y con otras variables, esto viene hacer la representación de promedios móviles del sistema, de la cual se obtiene *las funciones de impulso-respuesta*. Estas últimas funciones permiten examinar las respuestas del sistema vistas en función de rezagos en el tiempo, a innovaciones en diferentes variables, lo que nos permite caracterizar la relación entre ellas.

Por último, se calcula la descomposición de varianza de los errores de pronóstico, para cada una de las variables, en partes atribuibles a la varianza de sus correspondientes perturbaciones. En este cálculo se estima la importancia relativa de cada una de las innovaciones, para explicar las fluctuaciones en cada variable.

De manera formal, se parte de la estimación de una representación general para diferentes variables, como un proceso estocástico vectorial, en la que se considera una forma reducida autorregresiva sin restricciones como la siguiente:

$$Z_t = \sum_{i=1}^k A_i Z_{t-i} + D_t + \varepsilon_t \quad (4.1)$$

<sup>2</sup> Sims (1980) introduce el modelo VAR como una alternativa a la especificación clásica de los modelos estructurales de ecuaciones simultáneas. Los modelos VAR representan una técnica de análisis multivariado que utiliza la dependencia temporal de las series excluyendo la información teórica. La información teórica sólo es utilizada para seleccionar un conjunto de variables relevantes.

<sup>3</sup> La inclusión de las variables deterministas, así como el número de retrasos de las variables, esta sujeta a pruebas que determinen su significancia estadística.

Donde  $Z_t$  es un vector que incluye valores actuales de  $n$  variables económicas, que representa un proceso estacionario multivariado<sup>4</sup>,  $A_i$  son matrices con  $n \times n$  polinomios de rezago,  $Z_{t-i}$  son vectores con las variables de  $Z_t$  rezagadas ( $i$ ) periodos<sup>5</sup>,  $D_t$  es un vector de variables deterministas que sólo pueden ser utilizadas para mejorar la aproximación al proceso generador de información (PGI) y que comúnmente incluyen a un término constante y/o una tendencia polinomial y/o variables dummies que capturan los efectos estacionales o choques específicos. Por su parte,  $\varepsilon_t$  representa un proceso normal multivariado de ruido blanco  $n \times 1$  también llamado vector de error estocástico cuyos componentes (los errores aleatorios de cada ecuación) pueden estar correlacionados contemporáneamente pero *no autocorrelacionados*, lo que implica que los errores tengan una matriz de covarianza no diagonal y media cero, cuya especificación es:

$$\varepsilon_t \sim N(0, \Omega)$$

con  $\Omega$  como la matriz  $n \times n$  de varianza-covarianza.

En esta representación, todas las variables se toman como potencialmente endógenas y dependientes del mismo conjunto de variables, lo cual es útil para estudiar las propiedades dinámicas de una determinada relación entre variables, así como para generar pronósticos y simulaciones. La idea de considerar a todas las variables como potencialmente endógenas, responde a la preocupación de Sims (1980) acerca de los problemas que pueden surgir al fijar ordenamientos causales a priori, sin que surjan de los datos.

Ahora, para efectos de simplicidad, supongamos que la ecuación (4.1) representa un sistema VAR(2) con dos variables  $X_t$  y  $Y_t$  y dos rezagos<sup>6</sup>. Así de forma más específica, lo anterior puede expresarse como:

$$\begin{bmatrix} X_t \\ Y_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & b_{12} \\ a_{21} & b_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{t-1} \\ Y_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{11} & b_{12} \\ a_{21} & b_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{t-2} \\ Y_{t-2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} D_{1t} \\ D_{2t} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{bmatrix} \quad (4.2)$$

$$Z_t = A_1 Z_{t-1} + A_2 Z_{t-2} + D_t + \varepsilon_t$$

Donde en general,  $A$  ( $A = a, b$ ) es un polinomio de orden (2) que contiene a los parámetros estimados de la variables que multiplica al polinomio correspondiente, de tal manera que "a" corresponde al polinomio que multiplica a las  $X_t$  rezagadas y "b" al polinomio que

<sup>4</sup> Un proceso estacionario multivariado es aquel cuyas medias y varianzas para las  $n$  variables no varían en el tiempo, y las covarianzas entre diferentes valores del proceso dependen solamente de la distancia (rezago) entre los datos y no del tiempo.

<sup>5</sup> El hecho de que los vectores  $Z_{t-1}$  aparezcan como regresores en la ecuación (4.1) indica que todas las variables del vector  $Z_t$  son consideradas como endógenas y explicadas por ellas mismas.

<sup>6</sup> El hecho de haber supuesto un VAR (2) con dos variables se hizo con el propósito de mostrar con mayor claridad los fundamentos del método, sin embargo, como se verá mas adelante, en este trabajo se analizará un sistema VAR(4) con cinco variables.

multiplica a las  $Y_t$  rezagadas. Por ejemplo,  $a_{21}$  es un polinomio que multiplica a las  $X_t$  rezagadas en la segunda ecuación, por lo que los dos primeros términos son:

$$Y_t = a_{20}X_{t-1} + a_{21}X_{t-2} \quad (4.3)$$

El sistema se estima ecuación por ecuación mediante mínimos cuadrados ordinarios (MCO), un método que, sin correlación serial en los residuos, brinda estimadores consistentes de los parámetros de la representación autorregresiva considerada (Charemza y Deadman, 1997; Lütkepohl, 1993).

Una vez obtenidos los coeficientes mínimos cuadráticos de la matriz  $A_i$ , la ecuación (4.1) se puede resolver en términos del proceso  $\varepsilon_t$ , es decir, como la *representación de promedios móviles*. Para ello, consideramos un sistema VAR(1) de la forma:

$$Z_t = A_1 Z_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.4)$$

Rezagando la ecuación como  $Z_{t-1} = A_1 Z_{t-2} + \varepsilon_{t-1}$  y sustituyendo el valor de  $Z_{t-1}$  en la ecuación original, tenemos:

$$\begin{aligned} Z_t &= A_1(A_1 Z_{t-2} + \varepsilon_{t-1}) + \varepsilon_t \\ &= A_1^2 Z_{t-2} + \varepsilon_t + A_1 \varepsilon_{t-1} \end{aligned} \quad (4.5)$$

Repetiendo  $n$  veces el procedimiento anterior se obtiene una expresión generalizada de la forma:

$$Z_t = \sum_{i=0}^n A_1^i \varepsilon_{t-i} + A_1^{n+1} Z_{t-n-1} \quad (4.6)$$

Si la **condición de Estabilidad**, definida aquí como  $\lim_{n \rightarrow \infty} A_1^n = 0$ , se cumple, entonces es posible expresar a  $Z_t$  como:

$$Z_t = \sum_{i=0}^{\infty} A_1^i \varepsilon_{t-i} \quad (4.7)$$

que no es otra cosa que la *representación vectorial de promedios móviles* (VMA).

No obstante, el proceso  $\varepsilon_t$  puede estar compuesto por perturbaciones que estén correlacionadas contemporáneamente, con lo cual se presenta el problema de que para una correlación contemporánea, digamos  $\sigma_{12}$ , que fuese positiva y grande, no es posible saber si el shock o la innovación se produjo porque los residuales de  $X_t$  crecieron ya que también crecen los de  $Y_t$ . Por lo tanto, un shock en la variable  $i$ -ésima no solo afecta directamente a la variable  $i$ -ésima sino también transmite sus efectos a todas las otras variables endógenas a través de la estructura dinámica de rezagos del modelo. Esto rompe con el supuesto del análisis de impulso-respuesta de que un shock ocurre sólo en una

variable a la vez; de aquí que sea necesario transformar al proceso  $\varepsilon_t$  en uno cuyas perturbaciones sean ortogonales contemporáneamente, lo que equivale a separar los efectos contemporáneos de unos errores sobre otros<sup>7</sup>.

En otras palabras, de lo que se trata es de transformar el modelo en tal forma que el término de error no esté correlacionado contemporáneamente, proceso que se llevará a cabo mediante la denominada *descomposición de Cholesky*. Esto nos permitirá realizar análisis de política referentes al impacto de una innovación ortogonal en el sistema. Es decir, podremos conocer la respuesta dinámica de variables particulares ante un shock en  $\varepsilon_t$ <sup>8</sup>.

Así obtenemos la representación ortogonalizada de promedios móviles, mejor conocida como *la función de impulso-respuesta*:

$$Z_t = \sum_{i=0}^{\infty} \phi_i e_{t-i} \quad (4.8)$$

donde:  $\phi_i = \begin{bmatrix} \phi_{11}^{(i)} & \phi_{12}^{(i)} \\ \phi_{21}^{(i)} & \phi_{22}^{(i)} \end{bmatrix}$  y  $e_t = \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{bmatrix}$

El proceso  $e_t$  es un vector de impactos inducidos por variables particulares, los cuales son independientes uno del otro; de tal suerte que un cambio en un componente de  $e_t$  no tiene

<sup>7</sup> De acuerdo a Charemza y Deadman (1997) la transformación del proceso  $\varepsilon_t$  en perturbaciones ortogonales se da de la siguiente manera:

Supóngase un sistema VAR(2) con dos variables

$$\begin{bmatrix} X_t \\ Y_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & b_1 \\ c_1 & d_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{t-1} \\ Y_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_2 & b_2 \\ c_2 & d_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{t-2} \\ Y_{t-2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{bmatrix} \quad (1)$$

donde el término de error está correlacionado contemporáneamente, es decir:

$$E(\varepsilon_{1t}) = E(\varepsilon_{2t}) = 0 \quad ; \quad E(\varepsilon_{1t}^2) = \sigma_{11} \quad ; \quad E(\varepsilon_{2t}^2) = \sigma_{22} \quad ; \quad E(\varepsilon_{1t} * \varepsilon_{2t}) = \sigma_{12}$$

Con el objeto de obtener un modelo en el cual el término de error no esté correlacionado, podemos multiplicar la primera fila de (1) por  $\delta = \sigma_{12} / \sigma_{11}$  (donde  $\sigma_{12}$  es la covarianza entre  $\varepsilon_{1t}$  y  $\varepsilon_{2t}$  y  $\sigma_{11}$  es la varianza de  $\varepsilon_{1t}$ ) y restándolo con el resultado de la segunda fila, tenemos:

$$\begin{bmatrix} X_t \\ Y_t - \delta X_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & b_1 \\ c_1^* & d_1^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{t-1} \\ Y_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_2 & b_2 \\ c_2^* & d_2^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{t-2} \\ Y_{t-2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t}^* \end{bmatrix} \quad (2)$$

donde:

$$c_1^* = (c_1 - \delta a_1) \quad ; \quad d_1^* = (d_1 - \delta b_1) \quad ; \quad \varepsilon_{2t}^* = (\varepsilon_{2t} - \delta \varepsilon_{1t}) \quad ; \quad i=1,2.$$

Así, en (2) el término de error  $\varepsilon_{1t}$  y  $\varepsilon_{2t}^*$  no están correlacionados, dado que:

$$\begin{aligned} E(\varepsilon_{1t} \cdot \varepsilon_{2t}^*) &= E(\varepsilon_{1t} (\varepsilon_{2t} - \delta \varepsilon_{1t})) \\ &= E((\varepsilon_{1t} * \varepsilon_{2t}) - (\sigma_{12} / \sigma_{11}) E(\varepsilon_{1t}^2)) \\ &= \sigma_{12} - \sigma_{12} = 0 \end{aligned}$$

<sup>8</sup> Para un estudio detallado de la ortogonalización de los errores y del uso de la *descomposición de Cholesky* como la técnica empleada a tal fin véase (Guerrero, 1987) y (Lütkepohl, 1993. Capítulo 2 y apéndice A.9.3).

efectos sobre los otros componentes, ya que ahora los errores son ortogonales. A tal proceso se le conoce como el vector de innovaciones.

Por su parte, las matrices  $\phi_i$  representan multiplicadores dinámicos que muestran las respuestas del sistema a innovaciones en los componentes de  $e_t$ , esto una vez que se han tomado en cuenta las iteraciones contemporáneas en la estructura de los errores del modelo, por ello se les llama *funciones de impulso-respuesta*.

Cabe señalar que un problema con semejante análisis es que los resultados pueden ser sensibles al orden de las ecuaciones del VAR. Por ejemplo, en (4.8)  $\varepsilon_{1t}$ , componente del vector  $e_t$ , no está correlacionado con  $\varepsilon_{2t}$ ; debido a ello la variable  $X_t$ , componente de vector  $Z_t$ , no tiene efecto instantáneo sobre la variable  $Y_t$ . Esto muestra que el orden de las variables importa, es decir, es importante saber cual de las variables empleadas es llamada  $X_t$  y cual de ellas es nombrada  $Y_t$ .

De esta forma, el orden tiene que ser tal que la primera variable sea la única con un impacto potencial e inmediato sobre todas las otras variables, en tanto que la segunda variable puede tener un impacto inmediato sobre las últimas k-2 componentes de  $Z_t$  pero no sobre  $X_t$  y así sucesivamente. Establecer un orden semejante puede ser un ejercicio bastante difícil en la práctica. La elección del orden puede determinar la *función de impulso-respuesta* y es por tanto crítica para la interpretación del sistema.

A decir de Lütkepohl (1993), el orden de las variables tiene que ser determinado por el analista y debe estar especificado sobre la base de un conocimiento previo de la estructura de la relación entre las variables de interés.

Además, es posible decidir el orden de las ecuaciones aplicando pruebas de Granger bivariadas y multivariadas, las cuales se utilizan para detectar causalidad entre las variables (Guerrero, 1987).

Dado lo anterior, lo que tenemos que estimar es un vector autorregresivo

$$Z_t = \sum_{i=1}^k A_i Z_{t-i} + D_t + \varepsilon_t \quad (4.9)$$

donde  $A_i$  denota la matriz de coeficientes autorregresivos bajo las restricciones impuestas sobre el ordenamiento propuesto. Las variantes al ordenamiento propuesto se pueden considerar como pruebas para diferentes restricciones impuestas a priori y por lo tanto diferentes ordenes causales deberán analizarse para ver si son o no compatibles con los datos. Esto se hace tanto con las pruebas de causalidad de Granger como con los resultados de las funciones de impulso-respuesta y el análisis de la descomposición de varianza.

Una vez que se tiene el orden "correcto" en las variables, se obtiene el sistema de errores ortogonalizados. Esta nueva representación del modelo autorregresivo conocida como, la *función de impulso-respuesta*, 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. Asimismo, con el análisis de impulso-respuesta es posible sostener la presencia de relaciones de causalidad entre las variables, ya que en este tipo de análisis "...si una variable reacciona al impulso de otra variable, podemos afirmar que la última causa a la primera" (Lütkepohl, 1993, p. 43).

De aquí que sea necesario establecer la importancia relativa de cada variable en la explicación de otras, lo que se obtiene con la *descomposición de varianza*, que da las proporciones en los errores de pronóstico de cada variable que es explicada por las innovaciones en ella misma y en otras variables.

El error de pronóstico lineal  $i$ -años hacia delante de  $Z_t$ , dado por su pasado se obtiene de:

$$z_t - E_{t-1}Z_t = e_t - \phi_1 e_{t-1} - \phi_2 e_{t-2} - \dots - \phi_{i-1} e_{t-i+1} \quad (4.10)$$

donde  $E_{t-1}Z_t$  es el pronóstico lineal con error cuadrático medio mínimo de  $Z_t$ , dado  $Z_{t-1}$ ,  $Z_{t-1-1}$ ,  $Z_{t-1-2}$ , etc.

Debido a que la descomposición de la varianza depende de la ortogonalización dada por el vector  $e_t$  en (4.8), para diferentes ordenamientos se obtendrá una diferente descomposición. Con los resultados de estas distintas descomposiciones de varianza podemos obtener niveles de exogeneidad para las variables, ya que mientras más exógena sea una variable, una mayor proporción de la varianza de su pronóstico será atribuible a innovaciones en ella misma, para los diferentes horizontes en consideración.

Así pues, estamos en condiciones de poder presentar los resultados de la estimación mediante la técnica de vectores autorregresivos.

### 4.3 ESPECIFICACIÓN DEL MODELO VAR

Para estimar el modelo de vectores autorregresivos se decidió partir de la especificación de la ecuación de cointegración hallada anteriormente, con el objeto de evaluar la sensibilidad de sus resultados en lo general y determinar la consistencia analítica de los efectos del TCR en el crecimiento económico de México en lo particular.

Además, para determinar la correcta especificación del modelo se debió tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Utilizar un criterio para determinar el número de rezagos en el VAR.
- Aplicar pruebas de diagnóstico a fin de verificar que no existe información sistemática adicional, esto es, que el vector del término de error  $\varepsilon_t$  debe cumplir con los supuestos de normalidad, no autocorrelación y homoscedasticidad.
- Analizar las propiedades de estacionariedad del modelo.
- Validar la capacidad explicativa del VAR en términos históricos.

Estos aspectos son los que nos mantendrán ocupados en la presente sección.

### 4.3.1 La estructura de rezagos.

El primer paso para la especificación del modelo fue ver si era necesario incluir una constante, una tendencia lineal determinística y variables artificiales para capturar estacionalidad. Evaluando con pruebas de significancia (t de student) y con el estadístico de ajuste ( $R^2$  ajustada) se encontró con la necesidad de incluir dentro del modelo una constante, la tendencia (T) y una variable dicotómica (D95) que capta el efecto negativo de la crisis financiera de 1995, periodo durante el cual la mayoría de las series económicas reales presentan evoluciones atípicas, a fin de asegurar la normalidad de los residuos<sup>9</sup>.

El siguiente paso fue determinar la estructura adecuada de rezagos del VAR(p) a fin de que el modelo represente el PGI. "La elección de un (p) innecesariamente grande reducirá la precisión del pronóstico del correspondiente modelo VAR(p) estimado. Asimismo, la precisión en la estimación de la función de impulso-respuesta depende de la precisión de los parámetros estimados. Por lo tanto es útil tener un criterio para elegir el orden adecuado del VAR" (Lütkepohl, 1993, p.118).

Debido a ello se utilizaron los criterios de información de Schwarz (SC) y Hannan-Quinn (HQC)<sup>10</sup> según los cuales el número de rezagos para el cual todas las ecuaciones están bien especificadas es de cuatro. Véase cuadro 4.1.

**Cuadro 4.1**

Criterios para la estructura de rezagos en el VAR				
1984.2 - 2002.4				
Rezago	LogL	AIC	SC	HQ
0	506.675	-13.111	-12.648	-12.926
1	816.537	-20.708	-19.472	-20.214
2	859.072	-21.175	-19.167	-20.373
3	916.057	-22.028	-19.247	-20.918
4	984.819	-23.195	-19.641*	-21.776*
5	1014.316	-23.315	-18.989	-21.588
6	1041.364	-23.369*	-18.271	-21.334
7	1056.375	-23.103	-17.232	-20.759
8	1090.983	-23.360	-16.716	-20.707

\* Indica el orden de rezago seleccionado por el criterio  
 Cada prueba se evalúa al 5% de significancia.  
 AIC: Criterio de información Akaike  
 SC: Criterio de información de Schwarz  
 HQ: criterio de información Hannan-Quinn

<sup>9</sup> Las pruebas de significación estadística de la constante, la tendencia y la estacionalidad se hicieron de manera simultánea con la determinación del número apropiado de rezagos.

<sup>10</sup> Criterio de Schwarz (SC):  $-\frac{2\ell}{T} + n\log\frac{T}{T}$

Criterio de Hannan-Quinn (HQC):  $-\frac{2\ell}{T} + 2n\log\frac{(\log T)}{T}$

Donde  $n$  es el número total de parámetros estimados en el VAR, y  $T$  el número total de observaciones.

Generalmente se considera sólo un criterio, pero en este caso ambos determinaron el mismo número de rezagos para los cuales se minimizan, esto se debe a que ambos criterios se basan en el mismo principio. Es decir, dependen del estadístico “Log likelihood”, el cual se obtiene a partir de la matriz de covarianza de los errores estimados del VAR.

Cabe mencionar que se consideró el criterio de Akaike (AIC), el cual a diferencia de los anteriores, determinó que la longitud máxima de rezagos debía ser de seis. No obstante, al evaluar el modelo con las pruebas de diagnóstico y estabilidad se observó que el modelo incumplía con algunos de los supuestos de correcta especificación a diferencia del modelo estimado con cuatro rezagos. Además, como el objetivo central es encontrar la estructura adecuada de rezagos del PGI del VAR y no el obtener un buen modelo para pronosticar, resulta razonable elegir el estimador (criterio) que contenga la *propiedad asintótica* de muestreo más deseable. En ese sentido los criterios (SC) y (HQC) son superiores al criterio de (AIC) ya que cuentan con la *propiedad de consistencia*<sup>11</sup>.

La importancia particular de establecer el número adecuado de rezagos recae sobre el hecho de la posible existencia de autocorrelación en el término de error. Dado que un modelo VAR contiene variables dependientes rezagadas como regresores, la autocorrelación del término de error puede ser muy seria ya que puede conducir a estimaciones inconsistentes de los parámetros si se utiliza el método de mínimos cuadrados ordinarios como estimador. Sin embargo, variables dependientes rezagadas pueden proveer una buena aproximación a un proceso autorregresivo en el término de error. Por lo tanto, una guía intuitiva para establecer la mejor estructura de rezagos en un modelo VAR es seleccionar un *k* en (4.1) tal que no exista autocorrelación significativa en los residuales del modelo estimado<sup>12</sup>.

Así pues, la especificación del modelo VAR utilizada es la siguiente:

$$y^*ind_t = \mu_0 + \sum_{i=1}^4 \beta_1 y_{mi-t} + \sum_{i=1}^4 \beta_2 id_{i-t} + \sum_{i=1}^4 \beta_3 mm2_{i-t} + \sum_{i=1}^4 \beta_4 q_{i-t} + \sum_{i=1}^4 \beta_5 y^*ind_{i-t} + \psi_6 T + \psi_7 D95 + \varepsilon_s \tag{4.11}$$

$$q_t = \mu_0 + \sum_{i=1}^4 \beta_1 y_{mi-t} + \sum_{i=1}^4 \beta_2 id_{i-t} + \sum_{i=1}^4 \beta_3 mm2_{i-t} + \sum_{i=1}^4 \beta_4 q_{i-t} + \sum_{i=1}^4 \beta_5 y^*ind_{i-t} + \psi_6 T + \psi_7 D95 + \varepsilon_a \tag{4.12}$$

$$mm2_t = \mu_0 + \sum_{i=1}^4 \beta_1 y_{mi-t} + \sum_{i=1}^4 \beta_2 id_{i-t} + \sum_{i=1}^4 \beta_3 mm2_{i-t} + \sum_{i=1}^4 \beta_4 q_{i-t} + \sum_{i=1}^4 \beta_5 y^*ind_{i-t} + \psi_6 T + \psi_7 D95 + \varepsilon_y \tag{4.13}$$

$$id_t = \mu_0 + \sum_{i=1}^4 \beta_1 y_{mi-t} + \sum_{i=1}^4 \beta_2 id_{i-t} + \sum_{i=1}^4 \beta_3 mm2_{i-t} + \sum_{i=1}^4 \beta_4 q_{i-t} + \sum_{i=1}^4 \beta_5 y^*ind_{i-t} + \psi_6 T + \psi_7 D95 + \varepsilon_z \tag{4.14}$$

$$y_{mi} = \mu_0 + \sum_{i=1}^4 \beta_1 y_{mi-t} + \sum_{i=1}^4 \beta_2 id_{i-t} + \sum_{i=1}^4 \beta_3 mm2_{i-t} + \sum_{i=1}^4 \beta_4 q_{i-t} + \sum_{i=1}^4 \beta_5 y^*ind_{i-t} + \psi_6 T + \psi_7 D95 + \varepsilon_r \tag{4.15}$$

<sup>11</sup> La consistencia es una propiedad asintótica deseable de un estimador, según la cual el orden estimado (*p*) del VAR es igual al orden correcto (*p*) del PGI cuando el tamaño de la muestra (T) tiende a infinito. En términos formales, un estimador (*p*) es consistente si:

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \Pr\{\hat{p} = p\} = 1$$

De esta propiedad se demuestra que los criterios de SC y HQC son superiores al criterio de AIC al momento de determinar el orden correcto del VAR. Véase (Lütkepohl, 1993. Sección 4.3).

<sup>12</sup> Véase (Charemza y Deadman, 1997. Capítulos 5 y 6).

o de forma reducida el modelo VAR(4) irrestricto puede expresarse como:

$$Z_t = \mu_0 + A_1 Z_{t-1} + A_2 Z_{t-2} + A_3 Z_{t-3} + A_4 Z_{t-4} + \Psi D_t + \varepsilon_t \quad (4.16)$$

donde:

$\mu_0$  = es el vector intercepto de  $5 \times 1$

A = son las matrices de los parámetros rezagados de  $5 \times 5$

$\Psi$  = es el vector de las variables deterministas (Tendencia y D95) de  $5 \times 1$

$\varepsilon_t$  = es el vector de términos de error de  $5 \times 1$

Aun cuando por el momento el ordenamiento de las variables no es indispensable, cabe mencionar que es éste el ordenamiento que se utilizará, dado los resultados de las pruebas de impulso-respuesta y descomposición de varianza así como del hecho de que obedece a una ordenación lógica desde el punto de vista teórico, según se expuso en el capítulo uno y dos de esta investigación.

Entonces, estimando el modelo bajo esta especificación se encontró que la bondad de ajuste ( $R^2$ ) de las ecuaciones (4.11) a (4.15) fue, en el mismo orden, 0.99, 0.98, 0.99, 0.95 y 0.99; lo que sugiere una excelente capacidad explicativa del modelo. Los resultados para el mismo coeficiente ajustados por grados de libertad ( $\bar{R}^2$  ajustado) no varían mucho, además, se logró minimizar la suma de los errores al cuadro (SSR) así como el error estándar de cada ecuación (SEE). (Véase anexo estadístico).

No obstante, estos resultados no son suficientes para determinar que el modelo está correctamente especificado.

#### 4.3.2 Pruebas de Diagnóstico.

Una forma más adecuada para determinar la correcta especificación del VAR es verificar que las ecuaciones del modelo no presenten problemas de autocorrelación, heteroscedasticidad y normalidad; problemas que pudiesen generar información sistemática adicional. Así al evaluar al sistema VAR(4) con las variables antes descritas encontramos que:

- a) Los residuales de manera conjunta se distribuyen de forma normal, es decir, el vector del término de error del modelo VAR en su conjunto se distribuye normal<sup>13</sup>. Este resultado es de suma importancia pues favorece la potencia de las otras pruebas incluyendo las estimaciones de la función de impulso-respuesta. No obstante, la prueba deja ver que para la inversión doméstica y la oferta monetaria la condición de normalidad no se cumple. Realizando pruebas para cada ecuación, componentes del modelo VAR, encontramos que los resultados fueron distintos ya que todas las ecuaciones, a excepción de la ecuación que define a la producción

<sup>13</sup> La prueba conjunta de normalidad fue determinada mediante la prueba de raíz cuadrática inversa de la matriz de covarianza del residuo propuesta por Urzua (1997). Para mayor información remítase al Help del Programa E-views 4.1.

industrial de Estados Unidos, cumplen con el supuesto de normalidad. Así, mientras la prueba conjunta de normalidad señala que los residuos de la inversión y la oferta monetaria no se distribuyen normal; la prueba individual determina que son los residuos de la producción industrial de E.U los que incumplen con dicho supuesto. De cualquier forma lo que nos interesa es que el modelo en su conjunto no presentó problemas de normalidad. Véase cuadro 4.2 y 4.3

- b) Utilizando la prueba conjunta LM de Autocorrelación hallamos que para el primer y cuarto rezago los residuales del VAR están autocorrelacionados, mientras que para el resto de los rezagos parecen no estarlo. Debe hacerse notar que todas las pruebas son evaluadas al 95% de significancia pues de hecho, si se considera un nivel de confianza menor, digamos del 90%, entonces, la prueba conjunta indicaría que el modelo no presenta problemas de autocorrelación para ningún rezago. Lo que se trata de establecer es que no necesariamente, el hecho de que los residuales estén autocorrelacionados en los rezagos uno y cuatro implica que deba descartarse el orden del modelo VAR; más aún, cuando en el cuarto rezago la probabilidad de que se cumpla con el supuesto de no autocorrelación se encuentra en el límite. Además, como se mencionó antes, el haber encontrado la longitud máxima de rezagos minimiza la existencia de autocorrelación significativa en los residuales del modelo. Véase cuadro 4.3.

Las pruebas conjuntas no permiten determinar cuál es la causa del problema, por ello se realizan las pruebas individuales para cada ecuación. De esta forma encontramos que la probable causa de que el modelo incumpla con el supuesto de autocorrelación para los rezagos uno y cuatro se deba a que los residuos de la ecuación de inversión están autocorrelacionados. Por el contrario, los residuos de las otras ecuaciones no lo están.

- c) No existe problemas de heteroscedasticidad de acuerdo a la prueba conjunta de White. Congruente con este resultado, la prueba ARCH aplicada a cada ecuación del VAR determinó la existencia de homoscedasticidad en los residuos de cada una de las ecuaciones. Por lo tanto, los errores tienen varianza uniforme y mínima.

Cuadro 4.2

PRUEBAS DE DIGNÓSTICO INDIVIDUAL DEL MODELO VAR							
Vector	Pruebas	Autocorrelación		Heteroscedasticidad		Normalidad	
		LM(4)	Pr	ARCH(4)	Pr	J-B	Pr
	<i>y</i>	0.627	0.646	1.426	0.235	0.928	0.629
	<i>id</i>	2.847	0.034	1.358	0.258	0.752	0.687
	<i>mm2</i>	1.224	0.313	1.674	0.167	0.181	0.913
	<i>q</i>	1.766	0.151	0.659	0.623	1.334	0.513
	<i>y*ind</i>	1.942	0.119	2.086	0.092	9.038	0.011

Nota: LM (prueba de autocorrelación: Breusch-Godfrey con cuatro rezagos)  
 ARCH (prueba de Heteroscedasticidad con cuatro rezagos)  
 J-B (prueba de normalidad: Jarque-Bera)  
 Pr = probabilidad

Cuadro 4.3

PRUEBAS DE DIAGNÓSTICO CONJUNTAS DEL MODELO VAR			
<b>NORMALIDAD</b>			
Componente	Jarque-Bera*	df	Probabilidad
1	4.0187	2	0.1341
2	11.0674	2	0.0040
3	8.6839	2	0.0130
4	5.3024	2	0.0706
5	5.7746	2	0.0557
Conjunta	<b>111.5698</b>	105	<b>0.3121</b>
<b>AUTOCORRELACIÓN</b>			
Rezagos	LM-Stat**		Probabilidad
1	39.5838		0.0322
2	<b>33.0390</b>		<b>0.1301</b>
3	<b>20.7736</b>		<b>0.7052</b>
4	38.1067		0.0452
5	<b>25.8347</b>		<b>0.4165</b>
<b>HETEROSCEDASTICIDAD</b>			
	White***	df	Probabilidad
Prueba Conjunta:			
Ji-cuadrada	<b>668.1499</b>	645	<b>0.2561</b>
* El método de ortogonalización utilizado para realizar la prueba de normalidad fue el de la raíz cuadrada de la covarianza propuesto por Urzua (1997).			
**La prueba de autocorrelación corresponde al método del multiplicador de Lagrange.			
***La prueba White de heteroscedasticidad se estimó con términos no cruzados.			
Período de estimación: 1984.2 - 2002.4			
Nota: Se acepta la hipótesis nula al 5% de significancia ( $\alpha = 0.05$ ).			
Ho: existe normalidad			
Ho: no existe autocorrelación			
Ho: existe homoscedasticidad			

### 4.3.3 Condición de Estacionariedad.

El hecho de que un modelo VAR no cumpla con la condición de estacionariedad implica que las funciones de impulso-respuesta serán erróneas, pues como se indicó antes, se requiere del supuesto de estabilidad, según la cual  $\lim_{n \rightarrow \infty} A_1^n = 0$ , para poder expresar a:

$$Z_t = \sum_{i=0}^n A_1^i \varepsilon_{t-i} + A_1^{n+1} Z_{t-n+1}$$

como la representación vectorial de promedios móviles (VMA); la cual una vez ortogonalizado sus errores genera la función de impulso-respuesta:

$$Z_t = \sum_{i=0}^{\infty} \phi_i e_{t-i}$$

De lo contrario es muy probable que las funciones de impulso-repuesta muestren evoluciones que no sean asintóticamente estables y, por tanto, se observen comportamientos explosivos y no convergentes.

Además, un VAR no estacionario genera pronósticos sobrestimados y puede afectar el análisis de la descomposición de varianzas, el de las pruebas de causalidad en el sentido de Granger y el análisis de cointegración que se deriva de esta técnica.

Aquí la condición de estacionariedad será determinada por las raíces características ( $\lambda_n$ ) del sistema dada la relación que existe entre la estacionariedad y la representación de la matriz característica singular de un sistema dinámico.

Siguiendo a Lütkepohl (1993), consideremos un modelo VAR(1) de la forma:

$$Z_t = A_1 Z_{t-1} + \varepsilon_t$$

resolviendo para  $\varepsilon_t$  obtenemos un polinomio autorregresivo

$$Z_t - A_1 Z_{t-1} = \varepsilon_t$$

$$Z_t (I - AL) = \varepsilon_t$$

donde I es la matriz identidad y L el operador de rezago.

Despejamos a  $Z_t$  postmultiplicando por  $(I - AL)^{-1}$  a ambos lados de la ecuación, tenemos:

$$Z_t = (I - AL)^{-1} \varepsilon_t$$

Se ha demostrado que:

$$(I - AL)^{-1} = (A - \lambda I)$$

con lo cual se establece la asociación entre la estacionariedad y el problema característico<sup>14</sup>. Así para determinar la condición de estacionariedad se debe resolver el problema característico:

$$\det(A - \lambda I) = 0$$

a fin de encontrar las raíces características del sistema que determinarán si el modelo es o no estacionario.

Si todas las raíces características son menores a uno en valor absoluto ( $|\lambda_n| < 1$ ), el modelo VAR será *estacionario*, de lo contrario se dice que genera un proceso *no estacionario*.

<sup>14</sup> Para un especificación de un VAR(p) el proceso es:

$$Z_t = A_1 Z_{t-1} + A_2 Z_{t-2} + \dots + A_p Z_{t-p} + \varepsilon_t$$

Aplicando el operador de rezago para cada ecuación y despejando  $\varepsilon_t$ :

$$Z_t - A_1 Z_{t-1} - A_2 Z_{t-2} - \dots - A_p Z_{t-p} = \varepsilon_t$$

$$[I - A_1 L - A_2 L^2 - \dots - A_p L^p] Z_t = \varepsilon_t$$

Las condiciones de estacionariedad se pueden analizar por medio de las raíces del polinomio de rezago inverso:

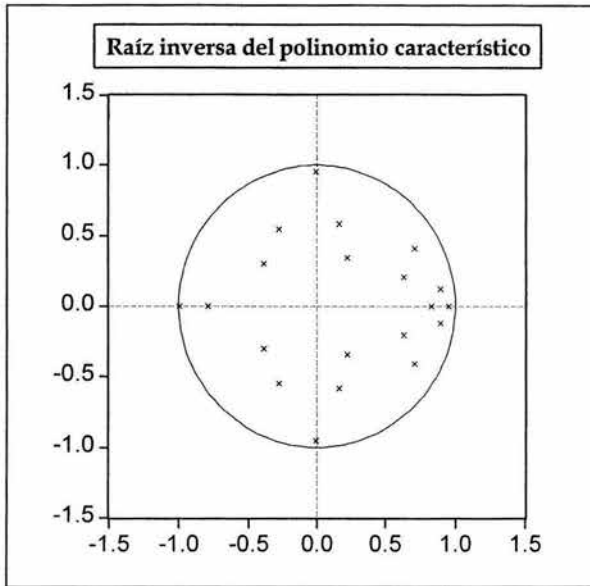
$$Z_t = [I - A_1 L - A_2 L^2 - \dots - A_p L^p]^{-1} \varepsilon_t$$

Se demuestra que el polinomio inverso de rezago es igual al polinomio característico de las matrices de coeficientes del VAR

$$[I - A_1 L - A_2 L^2 - \dots - A_p L^p]^{-1} = [I - A_1 \lambda - A_2 \lambda^2 - \dots - A_p \lambda^p]$$

Dicho lo anterior se realizó la prueba correspondiente para determinar la estabilidad del modelo, cuyos resultados pueden apreciarse en el gráfico 4.1.

Gráfico 4.1



Como puede observarse los módulos de todas las raíces características del modelo son menores a uno, por lo que el VAR estimado satisface la condición de estacionariedad. (Para mayor detalle de los resultados de la prueba de estabilidad véase anexo estadístico).

Gráficamente se puede ver que todos los valores característicos ( $\lambda$ ) se encuentran dentro del círculo unitario lo que significa que el modelo es estable. De esta forma podemos esperar que nuestras *funciones de impulso-respuesta* registren evoluciones asintóticamente estables, es decir, que converjan a cero a medida que aumenta el tiempo. Por lo tanto, las *funciones de impulso-respuesta* y el *análisis de descomposición de varianza* estarán correctamente estimados. Además, la estabilidad del modelo VAR, junto con los resultados de las pruebas de diagnóstico antes referidas, garantizan que el modelo estimado pueda generar pronósticos más estables sin que después de cierto tiempo se vuelva explosivo.

#### 4.3.4 La Simulación del Modelo.

Finalmente evaluaremos la simulación de nuestro modelo con respecto a las variables en el tiempo, para ello se procedió a realizar la simulación histórica, lo que consiste básicamente en contrastar la estimación del modelo con los datos observados. Esto permite validar la capacidad explicativa del modelo en términos históricos, es decir, en qué proporción el modelo empleado representa o refleja el comportamiento pasado del sistema económico real.



Klein (1983) sugiere realizar la simulación en forma estática o dinámica. La primera consiste en resolver el modelo para cada año de acuerdo con los valores observados de las variables endógenas, mientras que la segunda utiliza valores observados solamente para las variables exógenas y para los valores iniciales de las variables endógenas introducidas con rezagos en las ecuaciones. Después de la observación inicial, los valores de las variables endógenas actuales y rezagadas son calculadas por el modelo, esto constituye una prueba rigurosa de sus propiedades dinámicas; ya que después del punto inicial su evaluación depende enteramente de las iteraciones endógenas y por tanto evoluciona libremente.

Klein señala que la simulación dinámica genera más errores que la estática debido a que acumula errores de estimación cada año. No obstante, una de sus ventajas es que incorpora la tendencia histórica para la resolución simultánea y es el modelo empleado para realizar pronósticos.

Por otra parte, existen dos métodos de evaluación: el gráfico, que consiste en comparar la trayectoria de las variables simuladas con las observadas y el método estadístico mediante el coeficiente de desigualdad de Theil (U) cuya medida se descompone en tres tipos de error: sesgo ( $U_s$ ), varianza ( $U_v$ ) y covarianza ( $U_c$ )<sup>15</sup>. Si el coeficiente de Theil es igual a cero existe una simulación perfecta y en la medida en que su valor se acerque a uno la calidad de la simulación disminuye. Por ello, el objetivo es buscar la minimización de los dos primeros tipos de error ( $U_s$  y  $U_v$ ) dado que se refieren al sesgo sobre la media y sobre la desviación estándar respectivamente. Por su parte, ( $U_c$ ) está asociado con la parte estocástica, ya que mide la correlación entre las variables, por lo que se deseará obtener valores cercanos a uno; esto es, una alta correlación.

Así pues, los resultados de la simulación estática y dinámica para nuestro sistema VAR(4) se muestran en el gráfico 4.2.

<sup>15</sup> El coeficiente de Theil (U) es una medida estandarizada entre cero y uno que se encuentra determinada por los siguientes criterios:

$$U = \frac{\sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (y_i^o - y_i^s)^2}}{\sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (y_i^o)^2} + \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (y_i^s)^2}}$$

$$U_s = \frac{(y^s - y^o)^2}{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (y_i^s - y_i^o)^2}$$

$$U_v = \frac{(\sigma_s - \sigma_o)^2}{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (y_i^s - y_i^o)^2}$$

$$U_c = \frac{2(1 - \theta)\sigma_s - \sigma_o}{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (y_i^s - y_i^o)^2}$$

Donde:

(U) = al coeficiente de desigualdad de Theil.

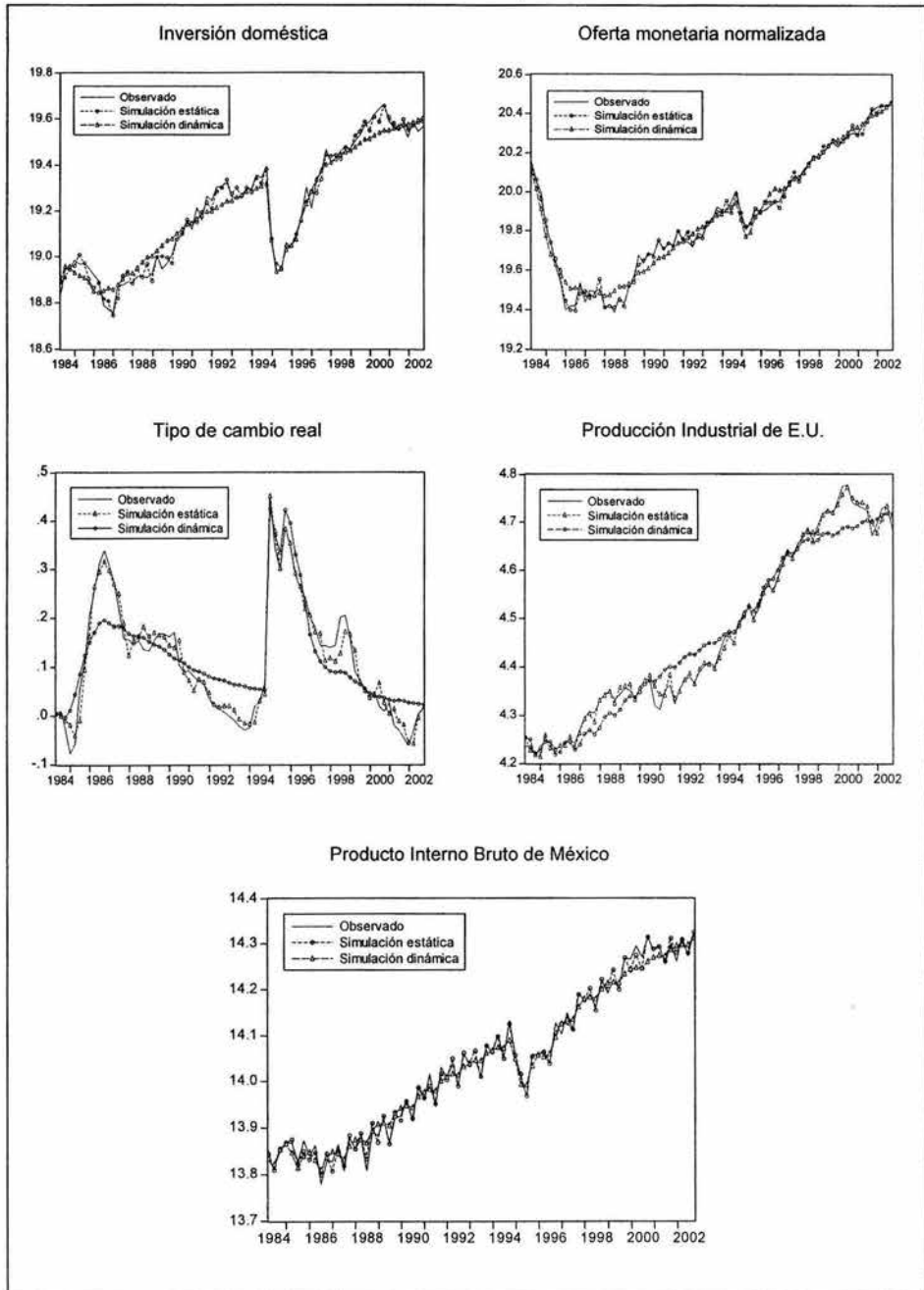
( $U_s$ ) = una medida de sesgo que muestra la diferencia de las medias al cuadrado.

( $U_v$ ) = una medida de variación desigual e indica la diferencia entre las desviaciones estándar al cuadrado.

( $U_c$ ) = la medida que muestra el grado de correlación entre las variables simuladas y observadas.

$\bar{Y}$ ,  $\theta$ ,  $\sigma$  son los coeficientes de las medias, las correlaciones y las desviaciones estándar de las series simuladas y observadas.

**Gráfico 4.2**  
Evaluación gráfica de la simulación histórica de las series  
(1984-2002)



Como puede observarse, en términos generales las simulaciones estáticas generan menores errores que las simulaciones dinámicas, dada las características propias en la estimación de cada simulación. Las simulaciones estáticas generaron errores mínimos con respecto a la evolución real de las series, lo que nos indica un buen acercamiento al PGI. Esto se verifica con la evaluación estadística<sup>16</sup>, según la cual, el coeficiente de Theil es bastante satisfactorio para todas las series de estudio; pues tienen un valor prácticamente igual a cero indicativo de una muy adecuada simulación. (Véase anexo estadístico).

En términos de la descomposición del coeficiente de Theil los resultados de la simulación estática no son distintos. El componente correspondiente al sesgo es nulo para todas las variables, lo que da una amplia certeza a la estimación realizada, mientras que la varianza es mínima y la covarianza es mayor al 97% en todos los casos; mostrando así, una considerable correlación entre lo simulado y lo observado.

Cabe mencionar que de todas las variables, el TCR fue la serie que en forma relativa mostró mayores errores en la simulación, al reportar una varianza de 0.0111 y una correlación del 97.8%; generando con ello, un coeficiente de Theil superior al resto de las variables, y que sin embargo resulta ser bastante bueno. (Véase anexo estadístico).

En cuanto a los resultados de la simulación dinámica puede establecerse que aun cuando ésta no logra captar con exactitud los múltiples cortes debidos a problemas de estacionalidad y/o volatilidad en las series, como lo hace la simulación estática, sí capta la tendencia y los cambios abruptos síntoma de que el modelo incorporó adecuadamente la tendencia histórica para la resolución simultánea. Además, como puede observarse la simulación dinámica no parece distar mucho del comportamiento real de las series sobre todo para variables como la inversión doméstica, la oferta monetaria y el producto mexicano; en tanto que el tipo de cambio real continua siendo la variable con más problemas para simular.

Con el objeto de obtener un análisis más formal se realizó, de igual forma, la evaluación estadística de la simulación dinámica cuyos resultados refuerzan nuestro análisis previo. De acuerdo al coeficiente de Theil la simulación dinámica de las series es en general satisfactoria. El coeficiente de sesgo muestra valores muy pequeños, lo que da confiabilidad a la estimación realizada, en tanto que la varianza también presenta valores mínimos. Por su parte, el valor de covarianza es mayor al 98% en todas las series, a excepción del TCR cuya covarianza fue del 89% dejando ver la alta correlación existente entre lo simulado y lo observado. (Véase anexo estadístico).

Del mismo análisis estadístico puede determinarse que la variable más difícil de simular fue el TCR seguida de la producción industrial de Estados Unidos, mientras que la serie que mejores resultados presentó fue la simulación del PIB mexicano. Estos resultados son concordantes con el análisis gráfico.

Cabe resaltar que a pesar de que en el análisis gráfico la simulación dinámica del TCR no parece ser lo suficientemente buena, el análisis estadístico determinó que en realidad la

<sup>16</sup> Los resultados de la evolución estadística se presentan en el anexo de esta investigación.

simulación es aceptable a pesar de haber mostrado la mayor varianza y la menor correlación con respecto a las demás variables. No obstante, debe acotarse que el pronóstico no es el objetivo de haber realizado la simulación dinámica sino más bien el de realizar una prueba rigurosa de la capacidad explicativa del modelo en términos históricos, lo que de hecho basta con la simulación estática.

Así pues, podemos concluir diciendo que nuestro modelo estimado tiene una excelente capacidad de reproducción de las variables de estudio ya que, en términos de la simulación estática, captura los múltiples cortes debidos a estacionalidad y volatilidad y; en términos de la simulación dinámica, incorpora adecuadamente la tendencia histórica para la resolución simultánea del modelo.

Además, cumple con la condición de estacionariedad, no presenta problemas de heteroscedasticidad y normalidad; y si bien sus residuales están correlacionados en el primer y cuarto rezago no parece ser muy significativa, más aun cuando se encontró el número adecuado de rezagos para los cuales se minimizaron los errores (SSR y SEE), a la vez que se obtuvo la mayor capacidad explicativa según reportó el coeficiente de determinación.

En suma, el modelo VAR no presenta evidencia de estar mal especificado por lo que se procede a estimar *las funciones de impulso-respuesta* y a realizar el análisis de *la descomposición de varianza*.

#### 4.4 LA CAUSALIDAD EN LAS VARIABLES

Una vez que se ha establecido la correcta especificación del modelo VAR, es conveniente determinar si los cuatro rezagos de cada variable que componen el sistema contienen en conjunto información estadística para predecir los valores de las cinco variables de estudio, es decir, mediremos la significancia estadística de una variable, con todos sus rezagos, dentro de una determinada ecuación; lo anterior está asociado con el concepto de causalidad de Granger (1969).

Se dice que Y es causado en el sentido de Granger por X si X ayuda en la predicción de Y o si los rezagos de X son estadísticamente significativos. Normalmente, existe causalidad en dos direcciones, esto es, X causa Y y Y causa a X. Lo importante en esta prueba es reconocer que si X causa a Y en el sentido de Granger no significa que Y es el efecto o resultado de X, ya que la prueba no es capaz de identificar causalidad en el sentido amplio<sup>17</sup>. Sean dos variables X y Y, la prueba reside en una regresión de Y con sus propios valores rezagados y lo valores rezagados de X, en donde el número de rezagos k es arbitrario:

$$Y_t = \sum_{i=1}^K \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^K \beta_i X_{t-i} + U_t$$

<sup>17</sup> "Leamer sugiere el uso de la sencilla palabra 'precedencia' en lugar de la complicada 'causalidad de Granger', ya que lo que se prueba es si cierta variable precede a otra, y no la causalidad como se entiende en forma normal" (Maddala, 1996, p. 449).

Si  $\beta = 0$  para todo  $(i = 1, 2, \dots, k)$ , entonces se dice que  $X_i$  falla en causar a  $Y_i$  en el sentido de Granger.

La hipótesis nula reside en afirmar que  $X$  no causa a  $Y$  en el sentido de Granger, para lo que se utilizan estadísticos-F. No obstante, la prueba empleada en este apartado requiere contrastar los resultados con una  $X^2$  (Ji-cuadrada) debido a que se basa en una prueba de Wald lo que nos permitirá, además, obtener conclusiones sobre la exogeneidad de las variables, pues de acuerdo a Engle, Hendry y Richard (1983) si  $Y_i$  es débilmente exógena y no es causada en el sentido de Granger por ninguna de las variables endógenas del sistema, entonces se define a  $Y_i$  como fuerte exógena. De esta forma se prueba si una variable endógena puede ser tratada como exógena.

El siguiente cuadro resume los resultados de las pruebas de no causalidad en el sentido de Granger<sup>18</sup>.

Cuadro 4.4

Prueba de Causalidad de Granger (Bloque de pruebas de Exogeneidad de Wald)			
Variable dependiente		Ji-cuadrada	Prob.
y	id	32.6667	0.0000
	mm2	13.5035	0.0091
	q	7.9782	0.0924
	y*ind	7.3129	0.1202
	<b>Todas</b>	<b>196.5074</b>	<b>0.0000</b>
id	y	16.0390	0.0030
	mm2	5.5964	0.2314
	q	19.7773	0.0006
	y*ind	3.6452	0.4561
	<b>Todas</b>	<b>75.9671</b>	<b>0.0000</b>
mm2	y	27.6634	0.0000
	id	11.1192	0.0253
	q	13.8434	0.0078
	y*ind	2.7172	0.6062
	<b>Todas</b>	<b>70.0439</b>	<b>0.0000</b>
q	y	2.5259	0.6400
	id	0.8688	0.9290
	mm2	14.3713	0.0062
	y*ind	2.4748	0.6492
	<b>Todas</b>	<b>26.8453</b>	<b>0.0432</b>
y*ind	y	25.0560	0.0000
	id	8.4670	0.0759
	mm2	1.7812	0.7759
	q	4.8314	0.3050
	<b>Todas</b>	<b>75.9135</b>	<b>0.0000</b>

Nota: Se acepta la hipótesis nula al 5% de significancia ( $\alpha = 0.05$ ).  
 Ho: X no causa en el sentido de Granger a Y  
 Y no causa en el sentido de Granger a X

<sup>18</sup> Para un estudio detallado de las implicaciones de la prueba de causalidad de Granger en los modelos VAR véase (Lütkepohl, 1993) y (Charemza y Deadman, 1997).

Los resultados muestran que para el caso de la determinación del producto mexicano la inversión y la oferta monetaria, con todos sus rezagos, son las únicas variables que causan en el sentido de Granger al nivel de producto; es decir, son las únicas variables que contienen información estadística para predecir o “preceder” los valores del PIB.

A pesar de ello, todas las variables, en conjunto con sus respectivos rezagos, son estadísticamente significativas en la predicción del PIB mexicano. De lo anterior se infiere que el producto mexicano no puede ser considerado como una variable exógena ya que por lo menos dos variables endógenas del sistema (id y mm2) causan en el sentido de Granger a (y).

En cuanto a las ecuaciones de inversión y oferta monetaria se encontró que el PIB mexicano y el TCR contienen información estadística importante en la predicción de los valores de ambas variables (id y mm2), pero además la inversión doméstica es estadísticamente significativa en la predicción de (mm2). A su vez, la prueba para el conjunto de las variables determinó que la inversión doméstica y la oferta monetaria no pueden ser tratadas como variables exógenas debido a que en conjunto todas las variables causan en el sentido de Granger a (id) y (mm2).

Relevantes son los resultados obtenidos para el TCR. En principio, la oferta monetaria es la única variable que causa en el sentido de Granger al TCR, variables como el PIB mexicano, la inversión y la producción industrial de Estados Unidos no ayuda en su predicción. No obstante, todas las variables en conjunto, con sus respectivos rezagos, son estadísticamente significativos en la predicción del TCR, por lo que no puede considerársele como una variable exógena.

Es importante señalar que de no ser por la oferta monetaria el TCR podría usarse como una variable exógena. Además, de acuerdo al estadístico  $X^2$  (Ji-cuadrada), la decisión de rechazar o aceptar la hipótesis nula de no causalidad se encuentra en el límite, a un nivel de confianza del 5%, por lo que podemos inferir que la presencia de mm2 en el cálculo de la prueba conjunta definitivamente altera el resultado final.

Si bien es cierto que el TCR no puede ser definido como una variable fuertemente exógena en el sentido de Engle, Hendry y Richard (1983); sí existe cierta evidencia para pensar que el TCR es una variable que puede ser tratada como exógena.

Por otra parte, hemos omitido el análisis de los resultados de la producción industrial de los Estados Unidos debido al poco sentido económico que tienen, a menos que se crea que el PIB mexicano cause a la producción industrial del país vecino, y que sea este hecho lo que impida considerarla como exógena.

De los resultados previos surgen otras implicaciones importantes, tales como:

- a) *Existe causalidad bidireccional* entre el PIB mexicano y la inversión, entre la oferta monetaria y el producto mexicano y entre el tipo de cambio real y la oferta monetaria.

$$Y \Leftrightarrow id$$

$$mm^2 \Leftrightarrow Y$$

$$TCR \Leftrightarrow mm^2$$

- b) *No existe causalidad en ningún sentido* entre en el TCR y el PIB mexicano. Esto contrasta con la relevancia estadística del TCR en la ecuación de cointegración estimada anteriormente por MCO y posteriormente por Johansen, pudiendo significar que las pruebas de causalidad realizadas no son correctas. El éxito de estas pruebas depende del grado en que se acepte o no la existencia de exógenidad débil o fuerte, que como se vió, no fue posible determinar tajantemente la no existencia de exógenidad en la serie.

Aun ante la presencia de tal fenómeno, las pruebas anteriores no son suficientes para dejar al TCR fuera del modelo, debido a que existe evidencia empírica que confirma la importancia del TCR en la determinación del producto mexicano. Además, debe hacerse notar que las pruebas se evalúan al 5% de significancia, de lo contrario evaluando a un nivel de confianza menor, digamos al 10%, el TCR no solo causa en el sentido de Granger al PIB mexicano sino que también puede utilizarse como una variable de control, esto es, como variable de política económica.

Kamin y Rogers (1997) demuestran que para el periodo que va de 1980.1 a 1996.2 la causalidad en México corrió del tipo de cambio real al producto, más que viceversa. Sin embargo, establecen que los resultados de las pruebas pueden verse afectadas por el tipo de régimen cambiario, así para periodos en los que el tipo de cambio nominal estaba frecuentemente depreciado la causalidad fue bidireccional; mientras que para periodos en los que se mantuvo un régimen cambiario fijo, la causalidad corrió del producto al TCR. Entonces, puede entenderse que al considerar todo el periodo muestral, sin distinción del tipo de régimen cambiario utilizado, los resultados no sean lo suficientemente robustos para asegurar que el TCR no cause al PIB mexicano.

- c) *Existe causalidad en un sentido*. El TCR causa a la inversión doméstica, lo que provee, de forma indirecta, evidencia de la importancia del TCR como variable de control no solo sobre la inversión doméstica sino también sobre el PIB al ser ésta un componente importante del producto mexicano, según se verá más adelante. A su vez, la inversión causa en el sentido de Granger a la oferta monetaria.

De acuerdo al análisis previo es posible determinar que el TCR es la variable que “precede” a todas las variables aquí empleadas, mientras que la inversión sólo es precedida por el TCR. Aunque se encontró evidencia de que  $mm^2$  precede al TCR, lo cierto es que  $mm^2$  no precede a la inversión a diferencia del TCR que sí lo hace. Un problema similar ocurre con el PIB; de ahí la dificultad de proponer un ordenamiento causal apropiado.

Sin embargo, consideramos que la decisión de proponer un ordenamiento causal de las variables debe partir, de acuerdo con este análisis, del siguiente arreglo:

$$q \rightarrow id \rightarrow mm2 \rightarrow y$$

con posibles cambios de posición para (id) y (mm2).

#### **4.5 LA DESCOMPOSICIÓN DE VARIANZA**

Como fue establecido anteriormente, hay que obtener un ordenamiento apropiado de las variables incluidas en el vector autorregresivo con base en pruebas de causalidad y de descomposición de varianza, sin fijar ordenamientos causales a priori (sin que surjan de los datos) pero con una alta coherencia económica; lo que en la práctica no resulta de todo fácil.

En este sentido, el ordenamiento en nuestro modelo VAR estará condicionado por los resultados de las pruebas de causalidad de Granger y de la descomposición de varianza pero, además, por la consideración teórica económica expuesta en el primer capítulo, que ayude a incorporar los canales potenciales a través de los cuales el tipo de cambio podría afectar al producto. Cumplir con ambos preceptos implicaría que nuestro modelo fuese analíticamente consistente con la teoría y la evidencia empírica.

Como se vio antes, la prueba de causalidad determinó que la decisión de proponer un ordenamiento de las variables debía partir del acomodo:  $q \rightarrow id \rightarrow mm2 \rightarrow y$ , con posibles cambios de posición para (id) y (mm2).

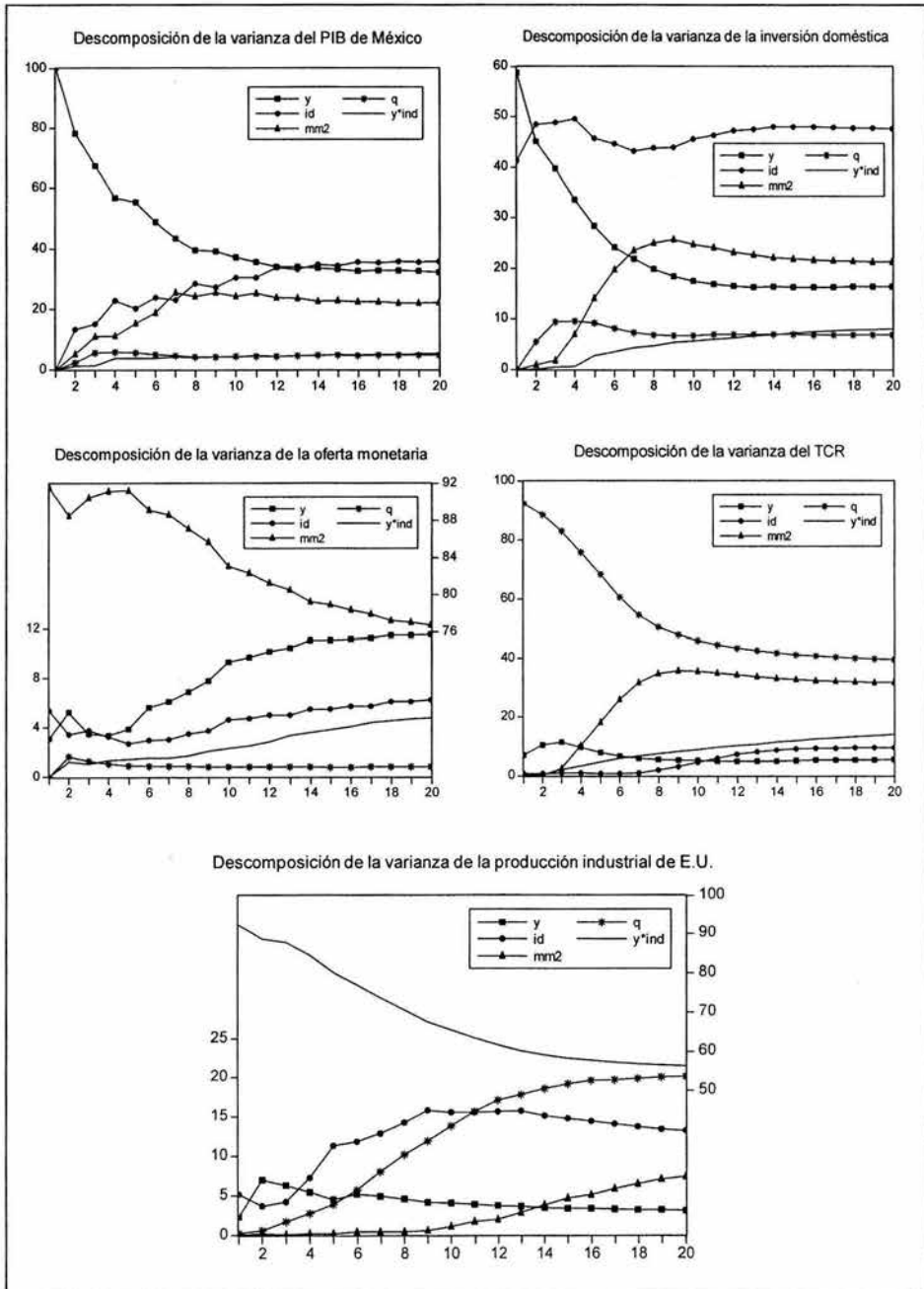
Con el propósito de obtener el ordenamiento final y despejar la incógnita sobre la correcta posición de (mm2) y (y), se utilizó el siguiente criterio: si para diferentes descomposiciones de varianza, se observa que X explica más de Y que lo que Y explica de X, entonces X es más exógena que Y.

En este caso, los resultados de la descomposición de varianza indicaron la conveniencia de la ordenación de las variables según las ecuaciones (4.11) a (4.15), la cual mantiene una estrecha relación con lo expuesto en el capítulo uno; por lo que los resultados empíricos son acordes con la teoría.

En la gráfica 4.3 se observan los resultados del ejercicio con base en la ordenación del modelo VAR propuesto.



**Gráfico 4.3**  
Descomposición de varianza del modelo VAR



Lo que caracteriza a la descomposición de varianza del error de pronóstico (DV) del producto mexicano ( $y$ ) es:

- Más del 50% de la varianza del error de pronóstico del PIB está constituido por sus propias innovaciones (shocks) al finalizar el primer año y del 40% al terminar el segundo, mientras que en el largo plazo la varianza atribuible a sus propias innovaciones parece mantenerse constante alrededor del 30%.
- La segunda fuente de varianza es la inversión ( $id$ ) cuya importancia relativa de sus innovaciones va aumentando hasta representar el 35.85% al finalizar el quinto año y de hecho constituye la mayor fuente de varianza a partir del segundo trimestre del cuarto año.
- Con sorpresa se halló que la tercera fuente de varianza fue la oferta monetaria con 11.12% al concluir el primer año y más del 22% al finalizar el quinto, lo que demuestra la no neutralidad del dinero en el corto y largo plazo, verificando a su vez los resultados hallados en las ecuaciones de cointegración.
- Si bien es cierto que en el corto plazo la cuarta fuente de la varianza en el PIB es atribuida a innovaciones en el TCR ( $q$ ) con 5.70% al término del primer año, puede establecerse que en el largo plazo este lugar es compartido con la producción industrial de los Estados Unidos ( $y_{ind}^*$ ); ya que la importancia relativa de las innovaciones de ambas variables en ( $y$ ) oscila alrededor de 4.5%.

Aun cuando para fines de esta investigación el vector que nos interesa es el correspondiente al producto mexicano, la metodología de Vectores Autorregresivos permite conocer otros resultados importantes, tales como:

- La importancia de las innovaciones de ( $mm2$ ) para ( $id$ ), ( $q$ ) y para si misma, llegando a representar entre el 20 y 35% de la varianza en las dos primeras variables y entre el 75 y 90% de la varianza atribuible a sus propias innovaciones después del sexto trimestre, constituyéndose así como una de las dos primeras fuentes de varianza en todo el sistema VAR.

Parece que la oferta monetaria es una de las variables clave en la determinación del crecimiento macroeconómico de México, sin embargo, la importancia relativa de las innovaciones de ( $mm2$ ) podría solo reflejar el efecto que tienen los shocks del TCR en el producto a través de su impacto en ( $mm2$ ). Es decir, es posible que el efecto del TCR se minimice porque la oferta monetaria “recoja” la información del TCR.

Desafortunadamente como la oferta monetaria ha sido normalizada por el tipo de cambio nominal, no es posible determinar con exactitud la importancia de las innovaciones del TCR en ( $mm2$ ). No obstante, es evidente que los shocks del TCR han sido importantes en los movimientos de la oferta monetaria y del producto

mexicano, por lo que es posible que los shocks de ( $mm2$ ) capturen en cierto grado los efectos de las innovaciones del TCR en el producto.

- La poca relevancia del TCR y la producción industrial de Estados Unidos para explicar a variables como el producto mexicano, la inversión doméstica y la oferta monetaria normalizada.

#### 4.6 LA FUNCIÓN IMPULSO-RESPUESTA

En vista de que el objetivo del presente capítulo se encuentra en analizar los efectos de corto y largo plazo del tipo de cambio real en el crecimiento económico de México, la atención se centra en la respuesta del producto mexicano ante cambios en el tipo de cambio real.

Además, a fin de evaluar la consistencia analítica de los resultados de nuestra ecuación de cointegración, se ilustran los efectos dinámicos que se originan en el producto como consecuencia de los impactos del resto de las variables en el PIB, es decir, se podrá determinar si los resultados hallados en la ecuación de cointegración de largo plazo son acordes con los encontrados aquí.

En ese sentido, el análisis de impulso-respuesta determinó que:

- a) La respuesta del producto mexicano ante un aumento (depreciación) del tipo de cambio real es contractiva durante los primeros siete trimestres, después revierte su efecto volviéndose expansivo y eventualmente converge a cero, lo que refleja la estabilidad del modelo. Por lo tanto se comprueba el efecto contractivo de corto plazo de una depreciación en el tipo de cambio real, a su vez, se verifica el efecto expansivo de la depreciación en el largo plazo; concordando con los resultados de la ecuación de cointegración.

No obstante, debe señalarse que el efecto contraccionista que la devaluación produce en el corto plazo es superior en magnitud al efecto expansivo que genera en el largo plazo, de hecho constituye el efecto reductor más intenso de todas las variables, pero también el más corto en extensión. Esto sugiere que el efecto contractivo de corto plazo compensa en cierta medida el efecto expansivo de largo plazo pero de ninguna manera lo revierte como lo establece la *hipótesis de la devaluación contraccionista*. Véase gráfico (4.4).

Como puede notarse, son casi dos años el periodo durante el cual la relación TCR-PIB difiere de su relación de largo plazo. Este resultado evidencia la disyuntiva a la cual tienen que enfrentarse los encargados de la política económica a la hora de instrumentar una política cambiaria.

En un trabajo previo, Galindo y Guerrero (2001) obtienen los mismos resultados para una depreciación sostenida del tipo de cambio real, no obstante, los resultados de la *función impulso-respuesta* son inconscientes con los resultados de su ecuación

de cointegración. En ella, los autores señalan que el TCR mantiene una relación negativa con el producto mexicano en el largo plazo.

Por el contrario, nuestros resultados han sido consistentes en todos los modelos estimados: el modelo de cointegración por Engle-Granger y posteriormente por Johansen, el modelo de corrección de error y el modelo de Vectores Autorregresivos.

Por lo tanto, contamos con evidencia empírica robusta que señala que *la hipótesis de la devaluación contraccionista no se cumple* para la economía mexicana, según la cual una devaluación del tipo de cambio real podría tener efectos contractivos en el largo plazo sobre la actividad económica, en la medida en que los efectos expansivos de la devaluación son compensados y revertidos por los efectos contractivos de corto plazo.

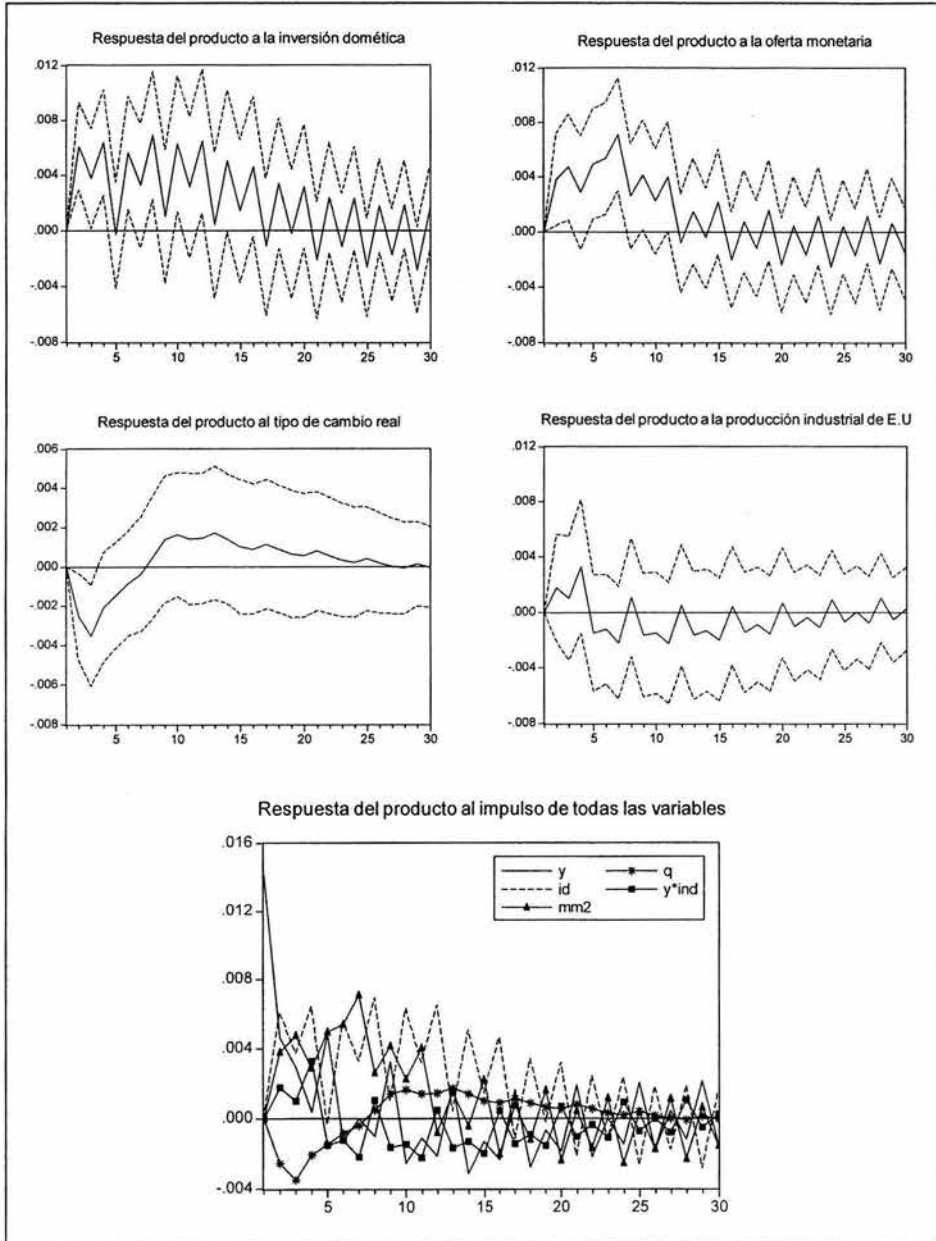
A pesar de ello aceptamos que los efectos contractivos de la devaluación, a través de los canales señalados por la hipótesis de la devaluación contraccionista, existen y se dan en la economía mexicana pero sólo en el corto plazo. Véase gráfico (4.4).

- b) Una innovación positiva en la inversión doméstica genera un aumento en el producto que parece diluirse conforme pasa el tiempo, además, muestra un fuerte patrón estacional que se presenta dos veces cada año. Esto comprueba el efecto positivo que tiene la inversión en el crecimiento económico de nuestro país. Véase gráfico (4.4).
- c) Un incremento en la oferta monetaria normalizada también genera un aumento en el producto solo que éste parece diluirse al cabo de tres años, después de este periodo la innovación de (*mm2*) en (*y*) no parece generar ningún efecto; aunque presenta un fuerte componente estacional.

Bajo esta metodología econométrica no es del todo claro si la neutralidad del dinero se cumple o no, eso depende de qué se considere como largo plazo. En términos microeconómicos, se considera como largo plazo al periodo durante el cual los costos fijos desaparecen, es decir, cuando los costos totales dependen exclusivamente de los costos variables. En ese sentido, si después de un año o dos los costos fijos de la economía han desaparecido, la neutralidad del dinero no se cumple; en caso contrario se acepta la visión clásica. De cualquier forma el modelo provee evidencia empírica que soporta la visión teórica de la escuela Keynesiana de la no neutralidad del dinero en el corto plazo. Véase gráfico (4.4).

- d) Un resultado interesante es la respuesta que tienen el producto mexicano a una innovación positiva de la producción industrial de Estados Unidos. En el gráfico (4.4) puede observarse como un aumento en (*y\*ind*) causa un incremento inicial en el producto de México, a pesar de ello el efecto se revierte muy rápido (apenas pasado un año) y no vuelve aumentar después de dicho periodo, aunque sí se desvanece gradualmente. Cabe mencionar, además, la existencia de un típico patrón estacional. Este resultado sugiere que en el largo plazo un aumento de la producción

**Gráfico 4.4**  
**Respuesta del producto a una desviación estándar**  
**de las innovaciones en las variables de estudio**



industrial de Estados Unidos ocasionará un efecto contractivo en el producto de México, lo que en definitiva se contrapone a los resultados hallados en nuestra ecuación de cointegración.

- e) En el gráfico (4.4) también se muestra en conjunto la respuesta del producto a un shock en todas las variables. De éste se desprende que: 1) el único efecto contractivo en el corto plazo esta dado por el TCR; 2) el mayor efecto expansivo lo genera la inversión y la oferta monetaria, sólo que el primero persiste hasta después de seis años mientras que el segundo se diluye en el tercer año; 3) el efecto expansivo de la depreciación del TCR en el largo plazo es relativamente pobre al igual que el sorprendente efecto contractivo de la producción industrial de E.U.
- f) La ausencia de respuestas explosivas ante shocks unitarios refleja la estabilidad del modelo estimado, de ahí que los resultados de *las funciones de impulso-respuesta* eventualmente convergen a cero.

De lo anterior podemos concluir que la respuesta del producto mexicano a las innovaciones del TCR, la inversión doméstica y la oferta monetaria normalizada son consistentes con las teorías macroeconómicas de corto y largo plazo y con los resultados hallados en nuestra ecuación de cointegración, lo que da a nuestros resultados un fuerte sustento teórico y empírico.

#### **4.7 EL MÉTODO DE JOHANSEN**

Ya hemos establecido la relación que guarda el tipo de cambio real con el crecimiento económico en nuestro país, tanto en el corto como en el largo plazo. Sin embargo, consideramos necesario verificar esta relación bajo un método más riguroso, es por ello que ahora estimamos la relación de cointegración del producto bajo el procedimiento de Johansen.

Los resultados que se deriven de esta estimación nos permitirá contrastarlos con los obtenidos por el método de Engle-Granger, sin perder de vista que ambos procedimientos están fundamentados dentro de diferentes metodologías econométricas.

##### **4.7.1 La metodología de cointegración por Johansen.**

Este procedimiento permite contrastar simultáneamente el orden de integración de las variables y la presencia de relaciones de cointegración entre ellas, estimando todos los vectores de cointegración.

La estimación por el procedimiento de Johansen examina la hipótesis de no cointegración, esto es, que las variables de estudio no tienen una condición de equilibrio de largo plazo y la hipótesis se rechaza a favor de la cointegración. Asimismo, prueba la hipótesis de un vector de cointegración contra la hipótesis alternativa de que las series son estacionarias, lo que supone la existencia de dos o más ecuaciones cointegradas.

El procedimiento parte de la modelización de Vectores Autorregresivos, de ahí que utilicemos la correcta especificación de nuestro modelo VAR (4.16) para realizar la prueba de cointegración dada la sensibilidad de dicha prueba al número de rezagos.

De acuerdo a Charemza y Deadman (1997) el modelo VAR (4.1) también puede representarse como:

$$\Delta Z_t = \Pi Z_{t-k} + \sum_{i=1}^{k-1} \Gamma_i \Delta Z_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4.17)$$

donde:

$$\begin{aligned} \Gamma_i &= -I + A_1 + \dots + A_i \\ \Pi &= -(I - A_1 - \dots - A_k) \end{aligned}$$

La matriz  $\Pi$ , de orden  $(n \times N)$ , contiene la información sobre la relación de largo plazo entre las variables, llamándose también matriz de impactos. La expresión (4.17) es la de un MCE en forma matricial. Además, debe notarse que a fin de que la expresión (4.17) esté equilibrada es necesario que  $\Pi Z_{t-k}$  sea  $I(0)$ , lo que implica que la matriz  $\Pi$  recoge las relaciones de cointegración.

Dado el rango de  $\Pi$ , expresado aquí como  $r(\Pi)$ , puede demostrarse que:

- Si  $r(\Pi) = 0$ ,  $\Pi$  es una matriz nula, por lo que la expresión (4.17) únicamente presentaría variables en primeras diferencias y las variables del vector  $Z_t$  serían  $I(1)$ . No existiría, por lo tanto, ninguna combinación lineal de variables no estacionarias que fuera  $I(0)$  y no existiría ninguna relación de cointegración.
- Si  $r(\Pi) = n$ , el proceso multivariante  $Z_t$  sería estacionario, ya que entre  $n$  variables solo puede haber como máximo  $n-1$  vectores de cointegración que formen una base en el espacio de cointegración. Es decir, en el espacio generado por las columnas de  $\beta$ , donde  $\beta$  es la matriz de los vectores de cointegración,  $\beta' Z_t$  es  $I(0)$ , rango  $(\beta) = n-1$  y todas las variables de  $Z_t$  son  $I(1)$ . En este caso existiría una tendencia común en varianza entre las variables de  $Z_t$  que originaría la estacionariedad univariante de las variables. Por lo tanto, habría  $n-1$  vectores de cointegración linealmente independientes que cancelarían esta tendencia común. Así  $Z_t$  será estacionario si  $\Pi_{n \times n}$  tiene rango pleno, ya que esta matriz contiene los vectores de cointegración (relaciones a largo plazo), y entre  $n$  variables sólo puede haber como máximo  $n-1$  vectores de cointegración linealmente independientes.
- Si  $0 < r(\Pi) < n$ , se esta entre las dos situaciones anteriores, por lo que habrá  $r$  relaciones de cointegración. Desde otro punto de vista, (4.1) se puede escribir como  $\Pi(L)Z_t = \mu + \varepsilon_t$ , donde  $\Pi(L) = I - \Pi_1 L - \dots - \Pi_k L^k$ . El sistema será no estacionario si el  $\det[\Pi(L)] = \det(I - \Pi_1 - \dots - \Pi_k) = \det(-\Pi) = 0$ , lo que implica que el rango de  $(\Pi) = r(\Pi) < n$ . El rango de  $\Pi$  mostrará el número de columnas linealmente independientes de esta matriz (vectores de cointegración).

Por otro lado, si  $r(\Pi) > 0$ ,  $\Pi$  puede describirse como el producto de dos matrices de dimensión  $(n \times r)$ ;  $\Pi = \alpha\beta'$  siendo  $\beta$  la matriz de vectores de cointegración (por lo que  $\beta'Z_t$  sería estacionario y (4.17) representaría el término de corrección de error), y  $\alpha$  la matriz de parámetros que mediría el ajuste de  $\Delta Z_t$  respecto a los errores de desequilibrio. Es decir, recogería la velocidad del ajuste de cada vector de cointegración en cada ecuación de (4.17). Así queda clara la afirmación de que (4.17) es un MCE. Hay que destacar que al sustituir  $\Pi$  por  $\alpha\beta'$  se está ante una sobreparametrización del modelo. De esta manera, no se puede estimar una única  $\beta$ , sino que lo único que se podrá estimar es una base del espacio generado por las columnas de ésta.

Para el análisis empírico, el problema esencial es determinar el rango de la matriz  $\Pi$ , es decir, identificar el número de vectores de cointegración así como el de estimar la matriz de cointegración  $\beta$ .

La idea intuitiva que hay detrás de este procedimiento de estimación es que se deben encontrar las combinaciones lineales del vector  $Z_t$  que estén correlacionadas al máximo con  $\Delta Z_t$ . La secuencia de contrastación sería empezar planteando la hipótesis nula  $H_0: r(\Pi) = 0$  (no cointegración) frente a una alternativa  $r(\Pi) = 1$ . En caso de rechazar esta hipótesis se contrastaría la  $H_0: r(\Pi) = 1$  frente a la alternativa de  $r(\Pi) = 2$ , y así sucesivamente hasta el momento en que no se rechace la hipótesis nula, o bien hasta que se tuviera que aceptar la hipótesis alternativa de  $r(\Pi) = n$ , es decir, que todas las variables son estacionarias.

Así pues, siguiendo tal metodología estimamos nuestra ecuación de cointegración del producto.

#### 4.7.2 La prueba de cointegración de Johansen.

La prueba de cointegración de Johansen realizada para las variables seleccionadas rechaza la hipótesis nula de no cointegración, debido a que las pruebas de la traza y de máxima verosimilitud, que se relacionan con la máxima raíz característica, son mayores a los valores críticos para aceptar dicha prueba. De esta forma se comprueba la presencia de dos relaciones estables de largo plazo entre las variables de estudio. Véase cuadro (4.5)

En el ejercicio se excluye la tendencia determinística en los datos, lo que es acorde con la forma en que se obtuvieron series  $I(0)$  mediante primeras diferencias. Además, es importante señalar que todas las series utilizadas tienen el mismo orden de integración, por lo que las regresiones obtenidas no serán espúreas.



Cuadro 4.5

Estadístico de la prueba de Johansen							
Ho: rango = p	valor propio	$-T \log(1 - \lambda)$	95%	99%	$-T \Sigma \gamma (1 - \lambda_{p+1})$	95%	99%
p = 0	0.3891	103.6426**	76.07	84.45	36.96332*	34.40	39.79
p ≤ 1	0.3485	66.67927**	53.12	60.16	32.13252*	28.14	33.24
p ≤ 2	0.224	34.5468	34.91	41.07	19.0191	22.00	26.81
p ≤ 3	0.1071	15.5276	19.96	24.60	8.4934	15.67	20.20
p ≤ 4	0.0895	7.0342	9.24	12.97	7.0342	9.24	12.97

Notas:  
 $-T \log(1 - \lambda)$  estadístico de la traza  
 $-\lambda_{p+1}$  valor característico máximo  
 \*(\*\*) rechazo al 5% (1%) de significancia estadística.  
 p = número de vectores de cointegración.  
 El VAR incluye cuatro rezagos. Período: 1984:2 - 2002:4

Normalizando al primer vector de cointegración como una ecuación de determinación del producto mexicano se obtiene la siguiente relación de largo plazo:

$$y_t = 2.5848 + 0.0634mm2_t + 0.1583y_{indt}^* + 0.1664q_t + 0.4957id_t \quad (4.18)$$

De esta forma puede comprobarse la importancia del tipo de cambio real en la determinación del crecimiento económico de México, así como la relación positiva de largo plazo que guarda éste con el tipo de cambio real.

Como una prueba más de la consistencia de nuestros resultados se encuentra la extraordinaria similitud entre el vector de cointegración hallado bajo el método de Johansen y la ecuación simple de cointegración de Engle-Granger. En principio, los coeficientes de ambas relaciones de cointegración (3.2) y (4.18) tienen los mismos signos para cada variable, pero además la magnitud en que cada una de ellas afecta al producto no parece variar mucho entre una y otra estimación. Esto implica que la inversión doméstica sea en definitiva la variable con mayor impacto en el producto, y que la oferta monetaria ejerza en el largo plazo un efecto expansivo aun cuando sea menor el resto de las variables.

No obstante, una diferencia entre ambas estimaciones es la que resulta de la magnitud en que el tipo de cambio real y la producción industrial de Estados Unidos afectan al producto. Por una parte, el método de Engle-Granger determinó que la producción industrial estadounidense constituye la segunda variable más importante en la designación del producto nacional, relegando al tipo de cambio real al tercer sitio. Por la otra, el método de Johansen establece que la magnitud en que ambas variables impactan al producto es similar, y de hecho señala al TCR como una variable más importante que la producción del país vecino en la determinación de la actividad económica. Tales resultados concuerdan con nuestro análisis de descomposición de varianza. Véase sección 4.5

Nótese que la diferencia entre uno y otro método se debe básicamente a la distinta magnitud en que impacta la producción industrial de Estados Unidos al producto mexicano, ya que la magnitud en que el tipo de cambio real lo afecta es prácticamente la misma en ambos métodos<sup>19</sup>.

De igual forma el primer elemento en la primera columna de la matriz  $\alpha$  es negativo (-0.005045), lo cual es consistente con la hipótesis de un mecanismo corrector de error dado por las desviaciones de la trayectoria de largo plazo del producto mexicano. Véase cuadro 4.6.

Finalmente, concluimos el capítulo diciendo que de acuerdo al análisis econométrico el crecimiento económico de México dependerá fundamentalmente del comportamiento de las variables macroeconómicas internas, más que de factores externos.

Así, en la medida en que se incentive la inversión, se minimice el riesgo y la incertidumbre que sienten los agentes económicos por observar un tipo de cambio real sobrevaluado y se coordinen la políticas fiscales y monetarias; la recuperación de una senda estable de crecimiento económico en México será posible.

Cuadro 4.6

Coeficientes ( $\alpha$ ) irrestrictos de Ajuste					
D(y)	-0.005045	-8.08E-05	-0.001387	-0.000951	-0.003379
D(id)	0.000691	0.00934	-0.000133	-0.003462	-0.011183
D(mm2)	-0.0036	-0.004657	0.013824	-0.000717	-0.001468
D(q)	0.00297	-0.019998	-0.008994	0.009515	0.001227
D(y*ind)	-0.002596	0.003741	0.000431	0.002763	-0.001159

<sup>19</sup> En Johansen, por cada unidad porcentual en que  $y_{ind}$  aumente, (y) aumentará el 0.15%; mientras que en el método de Engle-Granger el producto mexicano aumenta en 0.20%.

## DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En este trabajo se ha estudiado la relación que guarda el tipo de cambio real con el crecimiento económico a través de sus múltiples y opuestos efectos sobre las variables de demanda interna y externa, considerando como caso particular a la economía mexicana.

De nuestra investigación se ha constatado que el desalineamiento cíclico del tipo de cambio real ha condicionado de manera importante el ciclo económico de la economía mexicana, por lo que inferimos que el tipo de cambio real es una variable importante en el ritmo y la estabilidad del crecimiento económico nacional.

Con el propósito de verificar rigurosamente tal afirmación, se examinaron las relaciones existentes entre el producto interno, el tipo de cambio real, la oferta monetaria, la inversión doméstica y la producción industrial de Estados Unidos a través de procedimientos estadísticos. En concreto, contrastamos los resultados de dos modelos especificados bajo las metodologías de Vectores Autorregresivos con cointegración y el método bietápico de Engle-Granger.

Mediante la batería de pruebas de la econometría moderna de series de tiempo, se probó asimismo la correcta especificación de los modelos, con los cuales pudo verificarse la existencia de relaciones estables de largo plazo, así como su dinámica en el corto plazo. Los resultados fueron los que a continuación se señalan:

- 1) Bajo el procedimiento bietápico de Engle-Granger se encontró que el tipo de cambio real en México es estadísticamente significativo en la determinación del crecimiento económico de largo plazo, pero además que la relación que guardan ambas variables es positiva lo que implica el cumplimiento de la *Condición Marshall-Lerner*.
- 2) De igual forma, el vector de cointegración hallado bajo el método de Johansen no solo confirmó la importancia estadística del tipo de cambio real en el producto mexicano, sino que además su elasticidad con respecto al tipo de cambio real resultó ser prácticamente de la misma magnitud y con el mismo signo que los encontrados por el método de Engle-Granger. Ello evidencia la consistencia de nuestros resultados y hace poco probable que relaciones falaces puedan generar tales resultados.
- 3) Asimismo, con un MCE se halló que la velocidad del ajuste del modelo a sus valores de equilibrio de largo plazo es relativamente lenta, por lo que es posible observar durante periodos prolongados que las variables no mantengan una congruencia con su relación de largo plazo. El desequilibrio a corto plazo de la tasa de crecimiento del producto es corregida a una velocidad de 21.8% por trimestre,

por tanto la relación observada entre el tipo de cambio real y el producto puede no ser positiva en el corto plazo.

- 4) Finalmente, se estimó un VAR con el objeto de determinar la consistencia analítica de los resultados previos y establecer de una sola vez si la relación TCR – PIB es positiva o negativa en el corto plazo. Del análisis de *impulso-respuesta* pudo comprobarse, entonces, que un aumento (depreciación) del tipo de cambio real genera en el corto plazo un efecto contractivo en el producto mexicano. No obstante, este efecto se revierte después de siete trimestres lo que implica que en el largo plazo una devaluación puede producir un efecto expansivo. Son prácticamente dos años el periodo durante el cual la relación TCR – PIB difiere de su relación de largo plazo, lo que evidencia la difícil decisión que tienen que enfrentar los diseñadores de la política económica al momento de aplicar una política cambiaria. Con este resultado podemos concluir que *la hipótesis de la devaluación contraccionista* se cumple en el corto plazo pero no aplica en el largo plazo para la economía mexicana.

Así pues, nuestros modelos arrojan una fuerte evidencia empírica que señala que el tipo de cambio real sí es una variable cuya influencia es significativa en la determinación del crecimiento económico de México y, dado que su efecto sobre el producto es positivo en el largo plazo, es posible implementar una política cambiaria de objetivos de equilibrio externo y crecimiento que evite el desalineamiento (sobreevaluación) del tipo de cambio real de su nivel de equilibrio de largo plazo lo que a su vez coadyuvará a recuperar una senda estable de crecimiento.

De esta forma, se prueba económicamente nuestra hipótesis central, esto significa que las autoridades económicas pueden usar la devaluación para conseguir los objetivos de equilibrio externo sin sacrificar el crecimiento económico de largo plazo. Asimismo, en el contexto de un régimen de flotación libre, el tipo de cambio nominal puede convertirse en el mecanismo de ajuste que tenga como propósito principal preservar el tipo de cambio real de largo plazo. Esto implica optar por una política cambiaria de objetivos de equilibrio externo y crecimiento y no de inflación.

Tal afirmación, además, es reforzada con los resultados obtenidos de la *descomposición de varianza* y del análisis de *causalidad de Granger*. Como se recordará, en el análisis de causalidad se determinó que el tipo de cambio real es una variable que puede ser tratada como exógena debido a que la oferta monetaria fue la única variable que precedió al tipo de cambio real y a que su decisión de rechazar la hipótesis de no causalidad se encontraba en el límite. Por otro lado, más del 75% de su descomposición de varianza esta constituida por sus propias innovaciones al finalizar el primer año y cerca del 50% al concluir el segundo, mostrando con ello un considerable grado de exogeneidad.

De esta forma, se cuenta con cierta evidencia que prueba que el tipo de cambio real es una variable que puede ser tratada como exógena por lo que puede utilizarse como una variable de control, es decir, como una variable de política económica que contrarreste los ciclos económicos ya que, como hemos visto, actúa simultáneamente sobre el equilibrio interno y externo.

De ahí que, en el contexto de un régimen de flotación libre, el objetivo de las autoridades económicas debería ser el mantener un tipo de cambio real cercano a su valor de equilibrio de largo plazo, que evite la sobrevaluación de la moneda y, por tanto, las recurrentes crisis cambiarias que han deteriorado enormemente el crecimiento económico de nuestro país.

Si bien, la *descomposición de varianza* y el análisis de *causalidad de Granger* no prueban exogeneidad (débil, fuerte y súper) en el sentido de Engle, Hendry y Richard (1983); sí están estrechamente relacionadas con este concepto<sup>1</sup>, por lo que nuestra recomendación no es errada.

Ahora bien, el haber encontrado que la depreciación del tipo de cambio real genera en el largo plazo efectos expansivos en el crecimiento económico de México, no necesariamente provee sustento para mantener un nivel de tipo de cambio *altamente competitivo* como un objetivo de política económica, ya que esto podría desembocar en una elevada inflación y por tanto en la erosión del poder adquisitivo de la sociedad, sobre todo cuando se probó econométricamente que en el corto plazo la depreciación del tipo de cambio real genera efectos contractivos.

Aun cuando esto es cierto, debe recordarse que a pesar de que las devaluaciones en México han sido implementadas como respuesta a shocks externos y sólo durante periodos adversos, éstas han generado efectos expansivos en el largo plazo; lo cual sugiere que si las devaluaciones son efectuadas en un marco en el que las circunstancias internas y externas sean relativamente favorables, una devaluación podría redituar en mayores beneficios con menor inflación. Es decir, en la medida en que los mercados financieros mantengan cierta estabilidad, se generen condiciones adecuadas para el fomento de los mercados internacionales de capital, exista una coordinación adecuada de las políticas económicas, se obtenga financiamiento al consumo y la inversión y se genere una mayor tasa de ahorro interno; los efectos contractivos de corto plazo de la devaluación podrán ser menores y, por tanto, será posible obtener mayores beneficios. Además, los efectos contractivos de la devaluación pueden aminorarse e incluso contrarrestarse si las autoridades económicas instrumentan otras medidas de política económica (fiscales, monetarias y/o comerciales) expansivas que acompañen a la devaluación. Entonces, el gobierno bien puede reaccionar aumentando su gasto, por ejemplo, cuando la demanda y la producción interna se contraen a consecuencia del mayor nivel de inflación generado por la devaluación; en tanto que el saldo de la cuenta corriente mejora y con ella el nivel de producto.

Este argumento se refuerza con los resultados del análisis econométrico que también permitió concluir que el crecimiento económico de nuestro país depende fundamentalmente del comportamiento de las variables macroeconómicas internas más que de factores externos. Así por ejemplo, de acuerdo al análisis de cointegración, la inversión doméstica resultó ser la variable más importante en la determinación del producto mexicano por encima de la producción industrial de Estados Unidos; mientras que el análisis de descomposición de varianza la señala como la segunda fuente de varianza y cuya importancia relativa de sus innovaciones en el producto va aumentando con el tiempo.

<sup>1</sup> Lütkepohl (1993) señala que es posible determinar cierto grado de exogeneidad con estas pruebas.

Adicionalmente, las reformas estructurales que han sido implementadas en décadas pasadas ---como privatizaciones, eliminación de barreras a la importación, reducción del déficit fiscal, etc.--- junto con aquellas que aun no han sido aprobadas como la reforma hacendaría, energética y del Estado; pueden provocar que el producto mexicano sea más receptivo a los efectos positivos de la devaluación y menos propenso a los de inflación.

Por otra parte, resulta lógico que si el tipo de cambio está sobrevaluado, una devaluación sostenida que llevara al tipo de cambio a su nivel de equilibrio podría tener más efectos positivos que negativos, lo que sugiere mantener el tipo de cambio real competitivo. En ese sentido, debería haber menos riesgo inherente en la adopción de políticas que mantienen el tipo de cambio real en su nivel de equilibrio de largo plazo y que evitan, a su vez, fuertes apreciaciones reales.

La dificultad en todo caso está en determinar cuál es el nivel de equilibrio de largo plazo, ya que permitir que el tipo de cambio real llegue a estar apreciado indudablemente sentará la base para revivir nuevas crisis financieras y económicas. En ese sentido, en la presente investigación se ha partido del supuesto de que la PPP se cumple, por lo que es posible calcular el valor de equilibrio del tipo de cambio real de largo plazo.

Si bien es cierto que la PPP es una teoría incompleta a la que se le presentan desviaciones sistemáticas por dejar de lado varios factores considerados en otras teorías como la paridad de tasas de interés, el enfoque monetario o los fundamentales del tipo de cambio real; también lo es el hecho de que estas teorías en la medida en que enfatizan determinados aspectos, marginan a otros, por lo que presentan alcances pero también debilidades y limitaciones. De esta forma, la teoría de la PPP es un punto de partida obligado y generalmente aceptado para la determinación del tipo de cambio real de equilibrio de largo plazo, por lo que la consideramos como una buena referencia para medir el nivel de sobrevaluación o subvaluación del tipo de cambio real de equilibrio.

De lo anterior queda claro que el tipo de cambio real es una variable sumamente importante en la determinación del crecimiento económico de México, por lo que asignarle únicamente el carácter de instrumento desinflacionario resulta muy limitado.

En décadas pasadas la política cambiaria se utilizó como ancla nominal de precios lo que llevó a la apreciación del tipo de cambio real y con ello a las constantes crisis cambiarias. Actualmente con un régimen de libre flotación y una vez logrado el abatimiento de la inflación y reducido los principales desequilibrios macroeconómicos mediante fuertes políticas de ajuste, consideramos que otros problemas deben encabezar la lista de prioridades de la política económica. En particular, el crecimiento económico y, con él, la recuperación del empleo y el nivel de vida de la población.

Por ello, de acuerdo a lo planteado en este trabajo, los diseñadores de la política económica deberían instrumentar una política de tipo de cambio real que implicara crecimiento económico con un ligero nivel de inflación a cambio de ciclos económicos más estables. Esto implica optar por una política que privilegie el objetivo de tipo de cambio real y por tanto el del crecimiento por encima del de inflación; lo cual no significa aplicar

devaluaciones abruptas irregularmente (maxidevaluaciones), sino establecer una política monetaria y cambiaria en función de objetivos de tipo de cambio.

A decir de Loría (2003), ello podría conseguirse si se institucionaliza *la regla de Taylor* la cual ha contribuido a estudiar la conveniencia de manejar la política monetaria con base en “reglas activistas” para el crecimiento y no sólo para la estabilidad de precios.

Ultimadamente, en un régimen de tipo de cambio flexible, la política monetaria es eficiente en impulsar el crecimiento económico a través de sus efectos sobre las tasas de interés y sobre el tipo de cambio. Más aun cuando se probó empíricamente que la neutralidad del dinero no se cumple para la economía mexicana en el largo plazo así como el alto grado de exogeneidad de la oferta monetaria normalizada y su causalidad bidireccional con el producto y el tipo de cambio real.

En todo caso lo que se plantea es dejar que el tipo de cambio real desempeñe el papel que le corresponde en un régimen de tipo de cambio flexible: el de conseguir de manera simultánea los objetivos de equilibrio externo y de aumento del crecimiento económico interno. Esto una vez que se ha comprobado el cumplimiento de *la condición Marshall – Lerner* en la economía mexicana.

# ANEXO ECONOMÉTRICO

**Cuadro A.1**

Prueba de Chow*			
Punto de quiebre	Variable	F-estadística	Probabilidad
<b>Periodo 1980:1 - 2002:4</b>			
1981:04	<i>y</i>	10.5265	0.0017
1983:03	<i>y</i>	20.8709	0.0000
1986:03	<i>y</i>	52.9930	0.0000
1994:04	<i>y</i>	200.2756	0.0000
1982:01	<i>m2</i>	8.1200	0.0035
1984:04	<i>m2</i>	4.1861	0.0440
1989:01	<i>m2</i>	55.0946	0.0000
1994:04	<i>m2</i>	119.8563	0.0000
1999:04	<i>m2</i>	11.6748	0.0010
1983:03	<i>q</i>	50.1722	0.0000
1985:01	<i>q</i>	40.1431	0.0000
1986:04	<i>q</i>	23.6290	0.0000
1994:04	<i>q</i>	8.5371	0.0044
1981:04	<i>id</i>	10.4662	0.0034
1985:01	<i>id</i>	5.3886	0.0225
1994:04	<i>id</i>	68.0978	0.0000
2000:04	<i>id</i>	37.9850	0.0000
1982:04	<i>y* ind</i>	20.4446	0.0000
2000:03	<i>y* ind</i>	42.2987	0.0000
1986:01	<i>mm2</i>	64.8275	0.0000
1988:03	<i>mm2</i>	22.2038	0.0000
1994:04	<i>mm2</i>	2.3196	0.1315*
<b>Periodo 1984:2 - 2002:4</b>			
1986:01	<i>m2</i>	4.5841	0.0360
1986:01	<i>mm2</i>	0.2573	0.6135*
1988:03	<i>mm2</i>	16.3689	0.0001
1994:04	<i>mm2</i>	99.0479	0.0000
* Se acepta la hipótesis nula al 5% de nivel de confianza. Ho: no hay cambio estructural			

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



**Cuadro A.2**

<b>Resultados de la estimación del modelo VAR</b>					
<b>1984.2 - 2002.4</b>					
	<b>y</b>	<b>id</b>	<b>mm2</b>	<b>q</b>	<b>y* ind</b>
R-squared	0.9946	0.9857	0.9930	0.9570	0.9951
Adj. R-squared	0.9923	0.9797	0.9900	0.9388	0.9931
Sum sq. resids	0.0104	0.0725	0.0493	0.0466	0.0115
S.E. equation	0.0141	0.0373	0.0308	0.0299	0.0149
Mean dependent	14.0401	19.2056	19.8830	0.1148	4.4688
S.D. dependent	0.1610	0.2622	0.3078	0.1210	0.1791

Fuente: Estimación del modelo VAR.

**Cuadro A.3**

<b>Condición de Estabilidad</b>	
<b>Raíz*</b>	<b>Módulos</b>
-0.995417	0.9954
0.954854	0.9549
-0.002798 + 0.953250i	0.9533
-0.002798 - 0.953250i	0.9533
0.892796 - 0.120339i	0.9009
0.892796 + 0.120339i	0.9009
0.826447	0.8264
0.707961 + 0.407073i	0.8167
0.707961 - 0.407073i	0.8167
-0.792734	0.7927
0.631542 + 0.207358i	0.6647
0.631542 - 0.207358i	0.6647
-0.280757 - 0.548624i	0.6163
-0.280757 + 0.548624i	0.6163
0.161645 - 0.581763i	0.6038
0.161645 + 0.581763i	0.6038
-0.390128 - 0.301426i	0.4930
-0.390128 + 0.301426i	0.4930
0.226578 + 0.345204i	0.4129
0.226578 - 0.345204i	0.4129

Nota: Se acepta la hipótesis nula  $|\lambda_i| < 1$  de estabilidad  
 \* Raíz del polinomio característico  
 Ninguna raíz se localiza fuera del círculo unitario  
 EL VAR satisface la condición de estabilidad

**Cuadro A.4**

Evaluación estadística de la simulación histórica 1984 - 2002				
Variables	Coefficiente Theil	Us	Uv	Uc
<b>Estática</b>				
<i>y</i>	0.0004	0.0000	0.0014	0.9973
<i>id</i>	0.0008	0.0000	0.0036	0.9928
<i>mm2</i>	0.0006	0.0000	0.0018	0.9965
<i>q</i>	0.0754	0.0000	0.0111	0.9783
<i>y* ind</i>	0.0014	0.0000	0.0012	0.9976
<b>Dinámica</b>				
<i>y</i>	0.0008	0.0090	0.0807	0.9897
<i>id</i>	0.0014	0.0190	0.1599	0.9815
<i>mm2</i>	0.0012	0.0001	0.0336	0.9884
<i>q</i>	0.1716	0.0046	0.1811	0.8948
<i>y* ind</i>	0.0039	0.0054	0.0631	0.9811
Fuente: Elaboración propia con datos de la estimación del sistema VAR (4). Us = sesgo Uv = varianza Uc = covarianza				

**SALIDA DE LA ECUACIÓN DE COINTEGRACIÓN**

Dependent Variable: LPIB  
Method: Least Squares  
Date: 11/04/04 Time: 04:32  
Sample: 1984:2 2002:4  
Included observations: 75

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3.418866	0.642497	5.321214	0.0000
LMM2	0.095698	0.024098	3.971132	0.0002
LPIBUSIND	0.205189	0.060007	3.419418	0.0011
LTCR	0.157985	0.046575	3.392031	0.0011
LINVERSION	0.405269	0.039613	10.23080	0.0000
R-squared	0.971636	Mean dependent var		14.04012
Adjusted R-squared	0.970015	S.D. dependent var		0.161013
S.E. of regression	0.027881	Akaike info criterion		-4.257388
Sum squared resid	0.054415	Schwarz criterion		-4.102888
Log likelihood	164.6520	F-statistic		599.4787
Durbin-Watson stat	1.834864	Prob(F-statistic)		0.000000

## SALIDA DEL MODELO DE CORRECCIÓN DE ERROR

Dependent Variable: DLPIB

Method: Least Squares

Sample(adjusted): 1984:4 2002:4

Included observations: 73 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLPIB(-1)	-0.157768	0.054416	-2.899291	0.0051
DLPIB(-4)	0.203133	0.075537	2.689199	0.0091
DLMM2(-2)	0.165443	0.033007	5.012293	0.0000
DLMM2(-3)	-0.150336	0.034793	-4.320926	0.0001
DLPIBUSIND(-3)	0.432408	0.101049	4.279196	0.0001
DLTCR	0.070800	0.032318	2.190745	0.0321
DLINVERSION	0.322434	0.030782	10.47474	0.0000
ECM(-1)	-0.214247	0.084970	-2.521438	0.0141
R-squared	0.925068	Mean dependent var		0.006895
Adjusted R-squared	0.916999	S.D. dependent var		0.047196
S.E. of regression	0.013597	Akaike info criterion		-5.654823
Sum squared resid	0.012017	Schwarz criterion		-5.403814
Log likelihood	214.4011	Durbin-Watson stat		2.062821

## SALIDA DEL ESTADÍSTICO DE LA PRUEBA DE JOHANSEN

Sample: 1984:2 2002:4

Included observations: 75

Trend assumption: No deterministic trend (restricted constant)

Series: LPIB LINVERSION LMM2 LTCR LPIBUSIND

Lags interval (in first differences): 1 to 4

### Unrestricted Cointegration Rank Test

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	5 Percent Critical Value	1 Percent Critical Value
None **	0.389114	103.6426	76.07	84.45
At most 1 **	0.348471	66.67927	53.12	60.16
At most 2	0.223989	34.54675	34.91	41.07
At most 3	0.107069	15.52761	19.96	24.60
At most 4	0.089525	7.034183	9.24	12.97

\*(\*\*) denotes rejection of the hypothesis at the 5%(1%) level

Trace test indicates 2 cointegrating equation(s) at both 5% and 1% levels

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	5 Percent Critical Value	1 Percent Critical Value
None *	0.389114	36.96332	34.40	39.79
At most 1 *	0.348471	32.13252	28.14	33.24
At most 2	0.223989	19.01914	22.00	26.81
At most 3	0.107069	8.493427	15.67	20.20
At most 4	0.089525	7.034183	9.24	12.97

\*(\*\*) denotes rejection of the hypothesis at the 5%(1%) level

Max-eigenvalue test indicates 2 cointegrating equation(s) at the 5% level

Max-eigenvalue test indicates no cointegration at the 1% level

### COEFICIENTES IRRESTRICITOS DE LAS MATRICES A (ALFA) Y B (BETA)

Unrestricted Cointegrating Coefficients (normalized by b\*S11\*b=l):

LPIB	LINVERSION	LMM2	LTCR	LPIBUSIND	C
33.72241	-16.71858	-2.138897	-5.614231	-5.338640	-87.16746
-14.05089	12.23903	6.481734	21.57179	-14.21724	-105.2246
11.27745	4.945450	-7.250784	9.054919	-2.595893	-98.75861
67.37461	-15.80509	-4.724659	-1.932666	-31.39285	-408.0140
-29.57605	22.86674	2.487767	10.71375	-4.572265	-54.66715

Unrestricted Adjustment Coefficients (alpha):

D(LPIB)	-0.005045	-8.08E-05	-0.001387	-0.000951	-0.003379
D(LINVERSIO N)	0.000691	0.009340	-0.000133	-0.003462	-0.011183
D(LMM2)	-0.003600	-0.004657	0.013824	-0.000717	-0.001468
D(LTCR)	0.002970	-0.019998	-0.008994	0.009515	0.001227
D(LPIBUSIND )	-0.002596	0.003741	0.000431	0.002763	-0.001159

## BIBLIOGRAFÍA

- Alexander, S.S. (1959), "Effects of a Devaluation: a simplified synthesis of elasticities and absorption approaches", *The American Economic Review*, vol. XLIX, num. 1, march, pp. 22-43.
- Aspe, P. (1992), "Estabilización macroeconómica y cambio estructural. La experiencia de México (1982-1988)", Bazdresch, Bucal, Loaeza y Lustig (comps). *Auge, crisis y ajuste*. Lecturas del trimestre económico, num. 73. Fondo de Cultura Económica. pp. 67-103.
- Cárdenas, E. *La política económica en México, 1950 – 1994*. Fondo de Cultura Económica, Ed. El Colegio de México, México, 1996.
- Charemza, W.W and D.F. Deadman. *New directions in econometric practice: General to specific modeling, cointegration, and vector autoregression*, Edward Elgar Publishing 2<sup>nd</sup> ed, Great Britain University Press Cambridge, 1997.
- Clark, P. and R. Macdonald (1998), "Exchange rates and Economic Fundamentals – A methodological comparison of BEERs and FEERs", *Working paper, International Monetary Fund*, num. 98/67, May, pp. 1-38.
- Copelman, M. and A. Werner (1996), "The Monetary transmissions mechanism in Mexico", *Working Paper, Board of Governors of the Federal Reserve System*, num. 521.
- Cruz, M.A. *Crecimiento económico y equilibrio externo en algunos países latinoamericanos*, Tesis de maestría en economía, UNAM, México, 1999.
- Cuthbertson, K; S.G. Hall; and M.P. Taylor. *Applied Econometric Techniques*, Ed. Philip Allan, University of Michigan, USA, 1992.
- Dornbusch, R. (1975), "Exchange rate and fiscal policy in a popular model of international trade", *The American Economic Review*, vol. 65, num. 5, December, pp. 859-871.
- Dornbusch, R. *Macroeconomía de una Economía Abierta*. Ed. Antoni Bosch, Barcelona España, 1981.
- Edwards, S. (1985), "Are devaluations contractionary?", *Working Papers Series, National Bureau of Economic Research (NBER)*, num.1676, august, pp.1-23.

- Edwards, S. (1988), "Exchange Rate Misalignment in Developing Countries", *Occasional Papers*, num. 2, New Series. The World Bank. pp. 1-77.
- Edwards, S. *Real Exchange Rate, devaluation and adjustment*, Cambridge, Massachusetts, 1989.
- Engle, R.F. and C.W. Granger (1987), "Cointegration and Error Correction: Representation, estimation and testing", *Econometrica*, vol. 55, num. 2, pp. 251-276.
- Galindo, L.M. (1995), "Una nota sobre el tipo de cambio en México", *Investigación Económica*, num. 212, abril-junio, pp. 125-134.
- Galindo, L.M. y C. Guerrero, (1997), "Factores Determinantes de la Balanza Comercial en México, 1980-1995", *Comercio Exterior*, vol. 47, num.10, octubre, pp. 789-794.
- Galindo, L.M. y C. Guerrero, (2001), "Los efectos de la recesión estadounidense y el tipo de cambio real sobre el crecimiento económico en México en 2001", *Momento Económico*, num. 116, Julio-Agosto, pp. 2-9.
- Garcés, D.G. (2003), "La relación de largo plazo del PIB mexicano y de sus componentes con la actividad económica en los Estados Unidos y con el tipo de cambio real", *Documentos de investigación*, num. 2003-4, marzo, Dirección General de Investigación Económica, Banco de México. pp. 1-28.
- Guerrero, V.M. (1987), "Los Vectores Autorregresivos como herramienta de análisis econométrico", *Documento de Investigación*, num. 64, diciembre, Dirección General de Investigación Económica, Banco de México. pp. 1-29.
- Johansen, S. (1988), "Statistical analysis of cointegrating vector", *Journal of Economic Dynamics and control*, num. 12, pp. 231-254.
- Johnson, H.G. (1976), "Elasticity, absorption, Keynesian multiplier, Keynesian policy and monetary approaches to devaluation theory: A simple geometric exposition", *The American Economic Review*, num. 66, pp. 448-452.
- Kamin, S.B. and J. Rogers, (1997), "Output and the real Exchange rate in developing countries: An application to Mexico", *International Finance Discussion Papers*, num. 580, May, Board of Governors of the Federal Reserve System, pp. 1-66.
- Kamin, S.B. and M. Klau, (1998). "Some Multi-country evidence on the effects of real exchange rates on output", *International Finance Discussion Papers*, Board of Governors of the Federal Reserve System, num. 611, May, pp. 1-18.

- Krugman, P. and L.Taylor, (1978). "Contractionary Effects of Devaluation", *Journal of International Economics*, vol. 8, num. 3, august pp. 445-456.
- Krugman, P. (1978b), "Purchasing power parity and exchange rate", *Journal of international Economics*, vol. 8, num. 3, august, pp. 397-407.
- Krugman, P. y M. Obstfeld. *Economía Internacional. Teoría y Política* Ed. Mc. Graw Hill. España. 1999.
- Lizondo, S and P. Montiel (1989), "Contractionary devaluation in developing countries: An analytical overview", Staff Paper, IMF, vol. 36, pp. 182-227.
- López, J y A. Cruz (1999), "Crecimiento económico y tipo de cambio real: un análisis de cointegración para América Latina", *Momento Económico*, num. 102, marzo-abril, pp. 23-34.
- Loría, E. (1995), "Las nuevas restricciones al crecimiento económico de México", *Investigación Económica*. num. 212, abril-junio, pp.51-85.
- Loría, E. (2002), "La integración monetaria silenciosa de México: la evidencia empírica, 1980-2000", *Investigación Económica*. Vol. LXII, num. 240, abril-junio, pp. 51-76.
- Loría, E. (2003), "La integración Monetaria, o cómo desatar el nudo Gordiano de crecimiento de México", en: Chávez, F. (coordinador). *Moneda y régimen cambiario en México. Contribuciones a un debate de política económica*. UAM – Azcapotzalco- Fundación Friedrich Ebert, México, 2003.
- Lütkepohl, H. *Introduction to Multiple time series analysis*. Second Edition. Ed. Springer – Verlag Berlin, Germany, 1993.
- Macdonald, R. (1997), "What determines real exchange rate? The long and short of it", *Working paper, International Monetary Fund*, num. 97/21, february, pp. 1-53.
- Macdonald, R. (1993), "Long-run purchasing power parity: Is it for real?", *The review of economics and statistics*, vol. LXXV, num. 4, November, pp.690-695.
- Maddala, G.S. *Introducción a la econometría*. Segunda edición. Ed. Prentice – Hall Hispanoamericana, S.A. México, 1996.
- Ocegueda, J.M. (2000), "La hipótesis de crecimiento restringido por Balanza de Pagos: Una evaluación de la economía mexicana, 1960-1997", *Investigación económica*, vol. LX, num. 232, abril-junio, pp.91-122.

- Officer, L.H. (1976), "The purchasing power parity theory of exchange rate: A review article", *International Monetary Fund, Staff papers*, vol. XXIII, num. 1, march.
- Rincón, H. (2001), "Tipos de cambio y Balanza comercial: comprobando la relación a corto y largo plazo con datos de los países latinoamericanos", *Monetaria, Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos (CEMLA)*, vol. XXIV, num., 2, abril-junio, pp. 131-187.
- Rogers, J.H. and P. Wang (1995), "Output, inflation, and stabilization in a small open economy: Evidence from Mexico", *Journal of Development Economics*, vol. 46, pp. 271-293.
- Santaella, J. and A.E Vela (1996), "The 1987 Mexican disinflation program: An exchange rate –based stabilization?", *Working paper, International Monetary Fund*, num. 96/24.
- Sims, C. (1980), "Macroeconomics and Reality", *Econometrica*, vol. 48, num.1, january, pp. 1-48.
- Uribe, M. (1995), "Exchange rate based inflation stabilization: The initial real effects of credible plans". *International Finance Discussion Paper*, num. 503, Board of Governors of the Federal Reserve System.
- Villarreal, R.P. (1974), "El equilibrio externo en el crecimiento económico de México. Su naturaleza y mecanismo de ajuste optimo, devolución, estabilización y liberalización", *El trimestre Económico*, vol. XLI, num. 164, octubre-diciembre, pp. 775-810.
- Yotopoulos, A. (1996), "Are devaluations possibly contractionary?: A quasi-Australian model with tradables and nontradables", *Exchange rate Parity for trade and development. Theory, test and case studies*. Cambridge University Press. pp.158-185.