



EL COLEGIO DE MÉXICO CENTRO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS

MAESTRÍA EN ECONOMÍA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN ECONOMÍA

*EVIDENCIA EMPÍRICA DE LA PARIDAD DE
INTERÉS DESCUBIERTA EN MÉXICO Y SU USO
COMO PRONÓSTICO DEL TIPO DE CAMBIO*

DADDHIAT ASBEL ITZAME MARES PARIS

PROMOCIÓN 1998-2000

ASESOR:

DR. ARTURO PÉREZ MENDOZA

*Biblioteca Daniel Cosío Villegas
EL COLEGIO DE MÉXICO, A.C.*



ABRIL DE 2003



A mi familia



RESUMEN

Uno de los conceptos teóricos más importantes de las finanzas internacionales es la Paridad de Interés Descubierta (PID). La PID establece que un país con altas tasas de interés tendrá una moneda próxima a depreciarse, pues la ganancia obtenida por altas tasas compensará la depreciación futura.

El presente trabajo establece dos objetivos principales, el primero de ellos prueba la hipótesis de la PID para el caso de México, concretamente para el periodo de 1995 al 2001. En este punto encontraremos que los resultados empíricos no concuerdan con la teoría, básicamente por razones como que los inversionistas formulan sus expectativas de tipo de cambio y la influencia de los organismos que formulan la política cambiaria.

El segundo objetivo pretende comprobar la eficacia de la PID para realizar pronósticos del tipo de cambio, esto se hará a través de su comparación con otros instrumentos de pronóstico como los tipos de cambio forward. Para esta sección se comprobará que el mejor pronosticador del tipo de cambio es la hipótesis de la PID.

Nuestro trabajo pretende de esta forma contribuir a un estudio más exhaustivo de diferentes factores que afectan el tipo de cambio actual, en este caso, un sencillo modelo explica el comportamiento de una de las principales variables dentro de las finanzas internacionales: el tipo de cambio.

Índice

Introducción	pág. 6
1. Revisión de la evidencia empírica	pág. 7
Capítulo 1. Revisión de las hipótesis de la paridad de interés cubierta y descubierta	
1.1. Paridad de interés cubierta	pág. 10
1.2. Paridad de interés descubierta	pág. 12
Capítulo 2. Datos del modelo	
2.1. Tipos de cambio spot y expectativas cambiarias	pág. 15
2.2. Tasas de interés	pág. 16
Capítulo 3. Pruebas empíricas	
3.1. Prueba empírica de la hipótesis de la paridad de interés descubierta	pág. 19
3.2. Prueba de la hipótesis de la paridad de interés descubierta con expectativas a dos meses	pág. 21
Capítulo 4. Pronóstico del tipo de cambio	
4.1. Prueba con datos forward	pág. 23
4.2. Prueba con datos observados	pág. 25
4.3. Determinación del mejor modelo de predicción	pág. 26
4.3.1. Análisis de residuos de los modelos de pronóstico del tipo de cambio	pág. 26
4.3.2. Criterio del cuadrado medio del error	pág. 28
Conclusiones	pág. 30

Anexos

pág. 33

Bibliografía

pág. 36

Introducción

Uno de los conceptos teóricos más importantes de las finanzas internacionales es la Paridad de Interés Descubierta (PID). La PID establece que un país con altas tasas de interés tendrá una moneda próxima a depreciarse, pues la ganancia obtenida por altas tasas compensará la depreciación futura.

El presente trabajo establece dos objetivos principales, el primero de ellos prueba la hipótesis de la PID para el caso de México, concretamente para el periodo de 1995 al 2001. Actualmente la PID se utiliza por ser un instrumento sencillo que vincula dos de las variables más importantes de la economía: tipos de cambio y tasas de interés. Como se verá más adelante, los resultados no concuerdan con lo que marca dicha hipótesis, básicamente por la forma en que los inversionistas formulan sus expectativas de tipo de cambio y la influencia de los organismos que formulan la política cambiaria.

Se pretende con este trabajo contribuir al estudio del mercado cambiario, aún cuando nuestros resultados empíricos no concuerden con la teoría, y de esta forma, abrir otras posibilidades de investigación en nuestro país respecto a la dinámica del mercado cambiario.

Se puede adelantar también que la incongruencia empírica de la PID con la teoría obedece a factores externos, como son las políticas económicas, monetarias y financieras tanto de nuestro país como del exterior, además de la forma en que se ajustan las expectativas de los inversionistas.

Se complementa el trabajo con un segundo objetivo, que es comprobar la eficacia de la PID para realizar pronósticos del tipo de cambio, esto se hará a través de su comparación con otros instrumentos de pronóstico como los tipos de cambio forward.

La importancia de pronosticar el tipo de cambio radica en que empresas y grandes inversionistas compran o venden monedas de acuerdo a decisiones en¹:

¹ Hsing. Fang y Kern Kwong, "Forecasting Foreign Exchange Rates", The Journal of Business Forecasting, Invierno 1991-1992.

1. Precio. En el comercio internacional el tiempo de negociar un contrato de maquinaria, equipo, bienes o servicios; y el tiempo de pago de los mismos son diferentes.
2. Especulación. Donde los inversionistas se basan en obtener una ganancia por el diferencial en el precio de los tipos de cambio.
3. Financiamiento. Una empresa puede obtener fondos en diferentes monedas para hacer frente a sus obligaciones de pago. La decisión de en qué moneda pedir prestado depende no sólo de la tasa de interés sino de los valores futuros del tipo de cambio.
4. Inversión financiera. Cuando una firma tiene exceso de efectivo puede considerar invertir en otras monedas.
5. Inversión económica. Si una corporación desea instalar una subsidiaria en otro país, debe tomar la decisión también a través de un análisis de rentabilidad, influido por el tipo de cambio.

Estas son algunas de las razones por las que es importante saber el valor futuro del tipo de cambio, ya que de su conocimiento dependen muchas decisiones, especialmente las de política económica, monetaria y cambiaria.

1. Revisión de la evidencia empírica

Los estudios empíricos relacionados con la hipótesis de la PID comenzaron en los años setenta del siglo pasado, y si bien resulta una herramienta útil, los resultados son contrarios a la teoría, aunque aún no se ha llegado a un consenso por la razón del fallo. A continuación, se presentan algunos de los últimos estudios relacionados a nuestro tema de interés.

Robert Flood y Andrew Rose (1994) realizaron pruebas econométricas a partir de la PID con tipos de cambio fijo en lugar de los tipos de cambio flotante que señala la hipótesis. Utilizaron datos diarios entre 1980 a 1990 comportándose los resultados como debieran de acuerdo a la teoría, especialmente la paridad cambiaria del dólar contra la moneda del Sistema Monetario Europeo, obteniendo

un coeficiente del diferencial de tasas de interés positivo y cercano a 0.6, aún lejano a la unidad.

MacCallum (1994) realizó pruebas con la PID en su modalidad de pronosticador del tipo de cambio y concluyó que los estimadores de la PID son mejores que aquellos obtenidos a partir del tipo de cambio forward. La principal contribución de McCallum es su explicación de la falla del no-sesgo² (en los coeficientes de las variables en la regresión) y resulta importante para la consistencia de la misma hipótesis. Utilizó un sistema de dos ecuaciones con una función de reacción monetaria donde las tasas de interés responden a movimientos de los tipos de cambio.

Meredith y Chinn (1998) estudiaron la paridad de interés descubierta en los países que conforman el Grupo de los 7³ observando una mejora en los resultados a medida que utilizan tasas de interés anuales con plazos mayores de maduración. Con esta información, el coeficiente de la variable independiente, una vez realizadas las pruebas econométricas, es positivo y más cercano a la unidad que a cero, sin embargo, los resultados encontrados explican una pequeña porción de la varianza observada en los tipos de cambio.

Los trabajos mencionados anteriormente coinciden en que sus resultados no obtienen lo que marca la teoría al respecto, más sin embargo, no rechazan el uso de la PID sino la consideran como una buena y sencilla fórmula de pronóstico del tipo de cambio, más útil que el uso de los tipos de cambio forward.

En dichos estudios se observa además que la hipótesis se cumple cuando se utilizan los tipos de cambio fijo y cuando los plazos de los rendimientos corresponden a periodos más largos.

Se debe mencionar también el trabajo de Agustín Carstens (1987), quien probó, a través de un modelo de maximización de utilidad, la hipótesis de la paridad cubierta, diferente a nuestra propuesta de la PID. Entre los resultados de este estudio destacan los relacionados a que la hipótesis no cumple empíricamente lo

² Esta explicación se refiere a que la autoridad monetaria de cada país puede manipular el valor de la paridad cambiaria a través de diferentes políticas monetarias.

³ Japón, Alemania, Reino Unido, Francia, Italia, Canadá y Estados Unidos.

que señala la teoría, excepto en el caso de que se den como una condición de equilibrio variables tales como riesgo político, de intervención y de política.

El trabajo se divide en cuatro capítulos, el primero de ellos introduce brevemente las hipótesis de la paridad de interés cubierta (PIC) y descubierta, sus especificaciones y los resultados empíricos a los que deberíamos de llegar. Se incluye el estudio de la PIC porque de su construcción puede derivarse la PID y porque vincula tasas de interés con tipos de cambio.

En el siguiente capítulo se describen brevemente los datos necesarios para realizar la regresión econométrica, como son las tasas de interés tanto de México como de Estados Unidos y los tipos de cambio, así como las expectativas del tipo de cambio a uno y dos meses. En el capítulo tres se realiza la prueba empírica de la hipótesis de la paridad de interés descubierta, para las expectativas a uno y dos meses, donde se observa que con las expectativas a dos meses los resultados son mejores a los previos.

En el cuarto capítulo se ve lo relacionado a pronóstico de tipo de cambio. Una vez aceptada a la PID como un buen pronosticador del tipo de cambio, se hace su comparación con otros modelos que sirven para tal. Se observa al final del capítulo que la hipótesis de la PID es la que mejor pronostica al tipo de cambio. Y finalmente, se presenta el capítulo destinado a las conclusiones.

Revisión de las Hipótesis de la paridad de interés cubierta y descubierta

1. 1. Paridad de interés cubierta

La condición de la paridad de interés cubierta (PIC) proviene de las acciones de arbitraje entre el tipo de cambio spot y el forward⁴. Si el arbitraje está bajo condiciones de libre riesgo, la diferencia entre el forward y el spot deberá ser igual al diferencial de las tasas de interés de activos con características similares medidas en tipos de cambio domésticos.

“La principal predicción de esta teoría es que la existencia de movimientos de capital entre países traerá como resultado la igualación de los rendimientos de activos idénticos en todos los aspectos, cuando estos rendimientos se expresan en términos de la misma moneda y luego de cubrir el riesgo cambiario en el mercado de cambios a futuros”⁵. Esto es, los precios de dos monedas deberán ser iguales, dadas las tasas de interés de cada país si no existe premio alguno y hay una neutralidad al riesgo cambiario.

La situación de arbitraje, vinculando tasas de interés y tipos de cambio es:

$$1 + i_t = [1 / S_t] [(1 + i_t^*) F_t] \quad (1)$$

donde:

S_t es el tipo de cambio spot en el periodo t ;

F_t es el tipo de cambio forward en el periodo t ;

i_t es la tasa de interés nominal interna o doméstica en el periodo t ; e

i_t^* es la tasa de interés nominal externa en el periodo t .

Por manipulación algebraica de (1) se puede llegar a la hipótesis de la paridad de interés cubierta como sigue:

⁴ El forward es el tipo de cambio establecido en un punto del tiempo para una transacción que tomará lugar en una fecha futura específica. Los bancos permiten que se establezca el tipo de cambio forward a partir del diferencial en tasas de interés para reducir las ganancias por especulación.

$$i_t = F_t/S_t - 1 + F_t/S_t i_t^*$$

$$i_t = i_t^* + (F_t - S_t)/S_t + i_t^* (F_t - S_t)/S_t$$

$$i_t = i_t^* + (F_t - S_t)/S_t$$

donde $i_t^* (F_t - S_t)/S_t$ se asume igual a cero porque el producto de los integrantes de dicha ecuación es cercano a cero en este caso.⁶

El que el tipo de cambio spot y forward no satisfagan la ecuación de la PIC y no se den las condiciones de arbitraje, se debe básicamente a que las tasas de interés de los instrumentos utilizados no son equivalentes y pueden tener premios al riesgo diferentes, esta no equivalencia se verá en el capítulo siguiente.

Si lo anterior no sucede y las tasas de interés son más altas en el país doméstico, entonces la moneda extranjera se venderá con un premio en el mercado forward; y si las tasas del país doméstico son menores, entonces la moneda se venderá a descuento, es decir:

Si $i_t > i_t^*$, entonces $F_t > S_t$, por lo que el forward tiene una prima o premio.

Si $i_t < i_t^*$, entonces $F_t < S_t$, por lo que el forward tiene un descuento.

Cuando la tasa de interés doméstica sube respecto a la extranjera, algunos autores señalan que es porque se espera que la moneda doméstica pierda valor y se deprecie. Además, si existe esta desigualdad, el capital fluirá de un país a otro por la existencia de beneficios no aprovechados, y las operaciones de arbitraje vendrán a restablecer esta igualdad.

⁵ Carstens, Agustín; "Paridad de tasas de interés y riesgo político: el caso de México", Estudios Económicos, V. 2, n.2, julio-diciembre 1987.

⁶ Tomemos como ejemplo los datos de octubre de 1999, donde el producto es igual a 0.00889672, muy cercano a cero.

1.2. Paridad de interés descubierta

La paridad de interés descubierta establece que un país con altas tasas de interés esperará que su moneda se deprecie, y la ganancia por tener altas tasas de interés podría estar compensada, en promedio, por la pérdida de capital debido a la depreciación.

Para el caso de la PID, se utilizan expectativas de los inversionistas en lugar del tipo de cambio forward. Esta paridad se expresa con una ecuación que relaciona los tipos de cambio esperado y spot con las tasas de interés de dos países.

Esta paridad resuelve los problemas que podrían acarrear los especuladores, ya que las expectativas de los inversionistas se corrigen rápidamente una vez observado algún evento, sea este político, económico o social.

La hipótesis de la paridad de interés descubierta puede ser expresada como:

$$(1 + i_t) = [(1 + i_t^*) E_t(S_{t+\Delta})]/S_t$$

donde:

i_t es la tasa de interés nominal de un activo doméstico al tiempo t ;

i_t^* es la tasa de interés nominal de un activo externo equivalente al doméstico;

S_t es el precio de la moneda doméstica respecto a otra moneda formada en el tiempo t ; y

$E_t(\cdot)$ representa el operador de esperanza condicional sobre la información disponible en el tiempo t .

Se hacen las siguientes operaciones algebraicas, donde Δ es igual a 1:

$$\begin{aligned} i_t &= i_t^* + [(E(S_{t+1}) - S_t)]/S_t + [i_t^*(E(S_{t+1}) - S_t)]/S_t \\ i_t &= i_t^* + E(S_{t+1})/S_t - S_t/S_t \end{aligned} \quad (2)$$

donde se asume que $i_t^*[(E(S_{t+1}) - S_t)] / S_t$ es igual a cero porque el producto de los integrantes de dicha ecuación es cercano a cero en este caso⁷.

Como la segunda parte de la igualdad en (2) es una tasa de crecimiento en términos discretos, se aplican logaritmos para obtener una tasa de crecimiento en términos continuos, aproximada a la primera parte de la igualdad, es decir:

$$E_t(s_{t+\Delta} - s_t) \approx (i - i^*)_t$$

Por lo tanto, es natural representar a la PID en una ecuación de regresión de esta forma:

$$E(s_{t+\Delta}) - s_t = \alpha + \beta(i - i^*)_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

donde:

$E(s_{t+\Delta})$ es el valor esperado del logaritmo natural del tipo de cambio en $t+\Delta$;

s_t es el logaritmo natural de S_t ;

ε_t es el error de pronóstico en $t+\Delta$; y

α y β son los coeficientes de la regresión.

Si los inversionistas son neutrales al riesgo y tienen expectativas racionales, entonces los pronósticos del tipo de cambio están implícitos en el diferencial de tasas de interés. La diferencia que exista precisamente en las tasas de interés doméstica y extranjera es el estimado del cambio futuro del spot. Si las expectativas son racionales, esta estimación futura del tipo de cambio provista por el diferencial en tasas de interés deberá ser insesgada.

Como el propósito de la investigación es referente a la PID, entonces se utilizará la ecuación (3) para realizar las pruebas, observándose los siguientes supuestos:

⁷ Tomemos como ejemplo los datos de junio de 1999, donde el producto es igual a -0.000499 , muy cercano a cero.

- a) $E(s_{t+\Delta})$ es una esperanza matemática basada en una distribución de probabilidad sobre los eventos que afectan al mercado financiero; toda la información disponible para pronosticar el tipo de cambio estará incluida en dicho operador.
- b) El mercado de cambios es débilmente eficiente en el sentido de que las expectativas del tipo de cambio spot están siempre condicionadas al conjunto de información que incluye errores de pronóstico pasados.
- c) Debido a que ε_t es un error de pronóstico, se asume que es estacionario y ortogonal a toda la información disponible en el tiempo t , incluidas las tasas de interés, por lo que podemos utilizar el método de mínimos cuadrados ordinarios y el estimador de β será consistente.

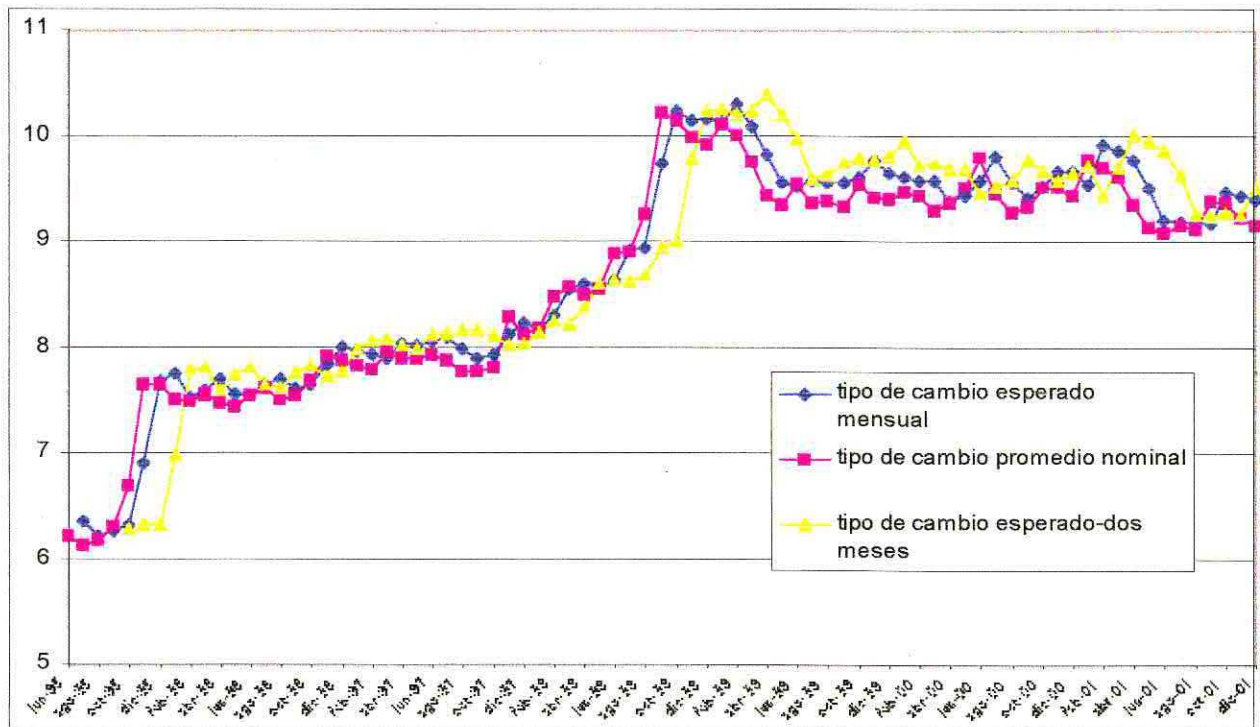
Datos del modelo

Las series del tipo de cambio que se utilizan en el modelo son mensuales y fueron obtenidas a partir de las bases de datos que pone a disposición del público el Banco de México.

2.1. Tipos de cambio spot y expectativas cambiarias

Para el caso de las expectativas cambiarias, se utilizaron las "Encuestas sobre las expectativas de los especialistas en economía del sector privado", que comenzaron a publicarse a partir de julio de 1995. El tipo de cambio mensual que se utiliza es el "tipo de cambio para solventar obligaciones en moneda extranjera".

Se observa en la siguiente gráfica los tipos de cambio nominal y las expectativas cambiarias a un mes, entre julio de 1995 hasta diciembre del 2001 y las expectativas cambiarias a dos meses, de septiembre de 1995 a diciembre del 2001.



En la gráfica se observa una gran similitud en el valor de las variables, sobre todo porque las expectativas cambiarias se ajustan mensualmente (o bimensualmente según sea el caso) de acuerdo a lo observado en cada periodo de estudio.

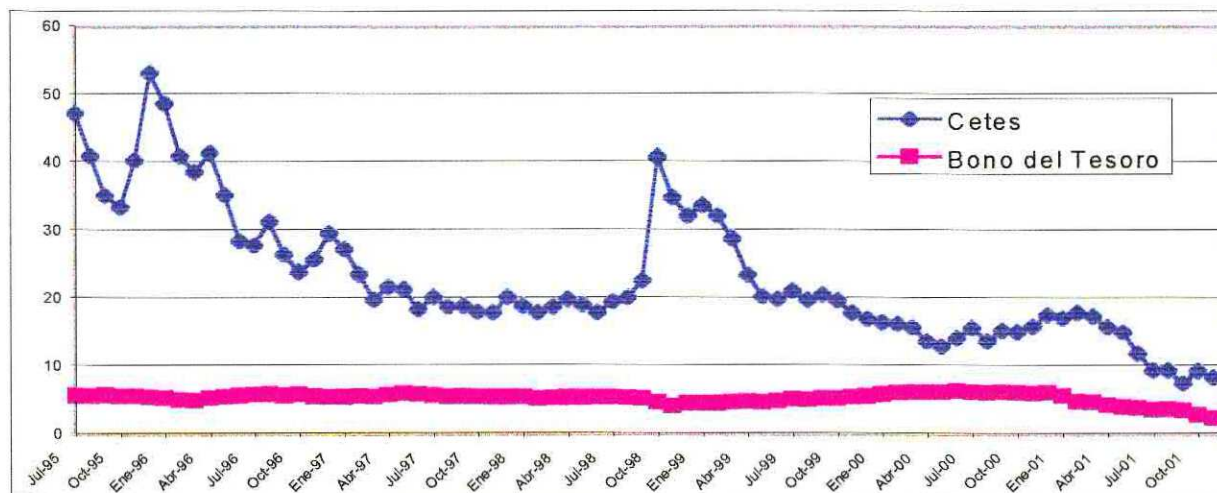
En la gráfica se puede notar también la apreciación del peso contra el dólar desde enero de 1999, mismo suceso que continua hasta principios de julio del 2002.

2.2. Tasas de interés

Para el caso de las tasas de interés, se realizó un estudio sobre aquellas tasas, tanto de Estados Unidos como de México, que fueran equivalentes en plazo, rendimiento y aplicación financiera, resultando las tasas de Cetes a 28 días de México y las del bono del Tesoro a un mes de Estados Unidos las más similares.

Si bien esta equivalencia de tasas no concuerdan en su totalidad, se presentan como las más similares de la gama de tasas de interés mensuales, requisito necesario para evitar la existencia de especulación dentro de nuestro modelo.

El comportamiento de ambas tasas de interés se ilustra con la siguiente gráfica que va desde julio de 1995 hasta diciembre del 2001.



Como se observa en la gráfica, las tasas de Cetes a 28 días tienen un comportamiento distinto al del bono del Tesoro de Estados Unidos; en la serie se observa que el primero es mayor pero tienden a reducir el diferencial de ambas tasas a partir de agosto de 1999.

De acuerdo a lo que hemos observado hasta ahora, la relación existente entre el tipo de cambio y las tasas de interés, tanto de México como de Estados Unidos es positiva, aunque no de forma lineal, además de que las series se muestran estacionarias. Con respecto al estudio de las gráficas, en ellas se pueden observar dos momentos que hacen que los tipos de cambio se deprecien bruscamente y las tasas de interés se incrementen notablemente, que son diciembre de 1995 y octubre de 1998. A continuación se describirán brevemente algunas de las razones por las que los tipos de cambio y las tasas de interés en México sufrieron tales alteraciones:

1. Diciembre de 1995. Eventos referidos la secuela de la crisis económica de 1994 en México. A partir de dicha fecha hasta mayo de 1996, la tasa de Cetes se incrementó más de 10 puntos base y el bono del Tesoro se recortó en un cuarto de punto. En un balance económico de 1995 se dio un retroceso en el crecimiento económico del país porque se redujo la volatilidad del tipo de cambio y se cambió al régimen de flotación cambiario. Se aplicaron, además, mayores políticas de información, dando paso a las "Encuestas sobre las expectativas de los especialistas en economía del sector privado" que publica mensualmente el Banco de México y que tienen que ver con información macroeconómica.
2. Octubre de 1998, suavizándose después de abril del año siguiente. Los eventos que se atribuyen son una reducción de las tasas de interés de Estados Unidos y una intranquilidad financiera en México, en gran medida por la crisis rusa. La reducción en tasas de Estados Unidos es porque pretendía restablecer la confianza de los depositantes y evitar la deflación. En el caso mexicano, las tasas de interés se incrementaron

más de veinte puntos base y se dio una brusca devaluación del tipo de cambio.

Una vez que ya se conocen las variables a utilizar en el modelo de la PID, es necesario saber si son estacionarias, es decir, la media y varianza de los datos deben ser constantes en el tiempo, y el valor de la covarianza entre dos periodos debe depender solamente de la distancia o rezago de esos dos periodos en el cual se ha calculado la covarianza.

La prueba de Dickey Fuller realizada a cada una de las variables del modelo indican que el tipo de cambio del peso contra el dólar tiene un orden de integración de 1 al igual que las tasas de interés, por lo tanto, su combinación lineal dará una ecuación con orden de integración de 0 (Ver Cuadro 1 en el Anexo). Con esto, se prueba que las variables que utilizaremos son estacionarias.

Pruebas empíricas

3.1. Prueba empírica de la hipótesis de la paridad de interés descubierta

Para probar la PID se utilizará la ecuación (3) con un Δ igual a 1:

$$E(s_{t+1}) - s_t = \alpha + \beta(i - i^*)_t + \varepsilon_t$$

La muestra consta de 78 observaciones, datos mensuales de entre julio de 1995 a diciembre del 2001, de acuerdo a las variables del capítulo anterior.

En la prueba, los resultados requeridos son:

Hipótesis Nula (H_0) de la PID	Hipótesis Alternativa (H_1) de la PID
$H_0 = \alpha = 0, \beta = 1$	$H_1 = \alpha \neq 0, \beta \neq 1$
Se acepta la hipótesis	Se rechaza la hipótesis

Para realizar la prueba empírica se utiliza el método de mínimos cuadrados y en la primera regresión se obtiene:

	α	β	R ²	DW	Estadístico F
Regresión de la PID	0.009932 (4.472087)	-0.004280 (-3.149051)	0.115420	1.251514	9.916520

Los estadísticos T están en paréntesis

Para esta primera regresión se observan problemas de autocorrelación y de cambio estructural. Acepta la prueba de Jarque-Bera donde los errores se distribuyen con una densidad normal y la prueba de heterocedasticidad.

Al ser un modelo donde los eventos pasados (específicamente en la información que van recabando los inversionistas periodo tras periodo) se corrigen en el periodo de tiempo inmediato posterior al de su formulación (por las expectativas corregidas), es normal encontrar, en primera instancia, problemas de

autocorrelación, por lo que para corregirlo usaremos los métodos de AR(1) y el de MA(1) para conocer cuál de ellos se ajusta mejor a los resultados esperados.

Se debe hacer notar que se utilizarán un AR(1) y un MA(1) para las 78 observaciones porque en el correlograma se denota la presencia de autocorrelación y correlación parcial en el primer rezago.

Para resolver el problema de normalidad se reduce la muestra, que ahora abarca de noviembre de 1995 a diciembre del 2001, un mes después al que se presentaron altas tasas de interés en México y una devaluación del peso. En el caso donde se utiliza un MA(1) se agrega una variable dummy, igual a uno en los meses de diciembre de 1995 y octubre de 1998 y cero en cualquier otro caso para mejorar los resultados y especialmente para resolver la normalidad de los errores. Se obtiene finalmente:

	α	β		Dummy	R ²	DW	Estadístico F
AR(1)	0.011271 (3.631416)	-0.005505 (-2.550900)	0.365799 (3.369604)		0.231828	1.926707	10.71359
MA(1)	0.011520 (2.947291)	-0.005652 (-1.795696)	0.489693 (4.210096)	0.010364 (1.677487)	0.282013	2.048826	9.164916

Los estadísticos T están en paréntesis

Para el caso de la constante, se puede percibir que cuando se utiliza un MA(1) y un AR(1) es significativa, por lo que podemos aceptar la primera parte de la Hipótesis Nula, donde el valor de α debe ser igual a cero.

El coeficiente β en ambos casos resulta negativo y menor a la unidad, sin embargo, cuando se utiliza un MA(1) no es significativo en contra de lo obtenido en el caso del AR(1). Para este caso donde el coeficiente de la variable independiente es menor a 1, los estudios de Froot y Frenkel (1989) y McCallum (1994) señalan que esta evidencia no es suficiente para rechazar la segunda parte de la Hipótesis Nula, porque puede tener otras interpretaciones relacionadas a las expectativas de los inversionistas y la forma en cómo se formulan.

Además se observa en los resultados que la R², en ambos casos, se eleva en comparación al primer resultado, y al no ser cercana a 1, no se observará el

problema de regresión espuria, aunque esto puede significar que el diferencial en tasas de interés explica cerca del 20 por ciento del comportamiento de las tasas de interés.

3.2. Prueba de la hipótesis de la paridad de interés descubierta con expectativas a dos meses

Para complementar las regresiones y los resultados a los que hemos llegado, se realizará una prueba con datos relacionados a dos meses de pronósticos del tipo de cambio, es decir, un s_{t+2} , y, para este caso específico, se tomarán igualmente un AR(1) y un MA(1), ambos de orden 1, porque las expectativas de los inversionistas se ajustan de forma mensual.

El hecho de que Δ sea mayor a uno induce a ε_t tener una estructura de promedio móvil con observaciones traslapadas.

Las expectativas del tipo de cambio a dos meses comenzaron a publicarse en septiembre de 1995, por lo que nuestra muestra se reduce de esta fecha a diciembre del 2001, obteniendo los siguientes resultados:

	α	β		R^2	DW	Estadístico F
AR(1)	0.049302 (3.463165)	-0.036422 (-8.680152)	0.901519 (17.71389)	0.627753	1.481792	60.70986
MA(1)	0.025977 (5.852962)	-0.014612 (-5.332448)	0.777864 (10.46829)	0.596550	1.577700	53.96963

Los estadísticos T están en paréntesis

Podemos observar que para el caso de una expectativa a dos meses, los resultados son mejores a los relativos de un mes a otro; para este caso, además, los resultados respecto al coeficiente MA(1) no resultan significativos para nuestro modelo, no se cumplen las pruebas de normalidad y sigue presentando autocorrelación, por lo que un AR(1) es el que mejor explica la tendencia futura del tipo de cambio en el caso de expectativas a dos meses.

Con los resultados obtenidos con un AR(1) la primera parte de la hipótesis nula se cumple, no obstante el coeficiente de la variable independiente es negativo, sin

embargo, es significativo, por lo que revela una continua apreciación del peso respecto al dólar.

La bondad de ajuste es superior a los resultados previos, por lo que podemos observar que, si las expectativas se establecen a tiempos más largos, los resultados econométricos tenderán a mejorar, de acuerdo a los resultados de Guy y Chinn (1998).

Con esto, los modelos utilizados concuerdan con la evidencia empírica de la PID, donde no se rechaza de forma tajante dicha hipótesis, sino a partir de los resultados obtenidos es donde se formulan otros modelos para explicar la razón del fallo.

Pronóstico del tipo de cambio

En el capítulo anterior se cumplió el primer objetivo del presente trabajo, el de probar la hipótesis de la paridad de interés descubierta para el caso de México en un periodo de tiempo determinado. En el presente capítulo se desarrollará el segundo objetivo, correspondiente al pronóstico de tipo de cambio.

Se pretende probar si la hipótesis de la PID es un buen pronosticador del tipo de cambio futuro, comparándolo con otras dos hipótesis utilizadas continuamente para tal fin, además de contrastarla con dos series de datos que no requieren de cálculos y que también son empleadas con frecuencia para conocer el valor futuro del tipo de cambio.

De acuerdo con los resultados de McCallum (1994), "la PID es un instrumento útil para realizar pruebas de pronóstico y se presenta además como un instrumento clave en la relación de casi todos los modelos importantes de la determinación del tipo de cambio"⁸. Por esa misma razón es que en este capítulo nos centramos en el uso de la PID como pronosticador del tipo de cambio.

Antes de hacer las comparaciones entre los otros dos modelos de pronóstico de tipo de cambio y las series de datos, realizaremos las regresiones de dichos modelos. El primero de ellos utiliza el tipo de cambio forward y fue realizado por Fama (1984), y el otro, es el uso de la hipótesis de la PID utilizando datos observados, es decir, donde $E(s_{t+1}) = s_{t+1}$, para después hacer las comparaciones pertinentes.

Por esta razón se comienza el capítulo con las regresiones de los modelos con datos forward y datos observados, para posteriormente compararlos entre sí de acuerdo a los criterios de análisis de residuos y el cuadrado medio del error.

4.1. Prueba con datos forward

Para el primer modelo de esta sección se utilizarán los tipos de cambio forward con Δ igual a uno y cuyos datos están en logaritmos:

⁸ McCallum, Bennett. "A reconsideration of the uncovered interest parity relationship". *Journal of Monetary Economics* 1994, Vol. 33, North Holland.

$$S_{t+1} - S_t = \alpha + \beta(f_t - S_t) + \varepsilon_{t+1}$$

La ecuación anterior nos dice si el diferencial entre el forward y el tipo de cambio spot tiene el poder suficiente para predecir el cambio futuro en la tasa spot. Evidencia de que el coeficiente de la variable independiente es diferente a cero significa que la tasa forward observada en t tiene información acerca del tipo de cambio spot que se observará en t+1.

La serie utilizada de tipos de cambio forward corresponde a la información comprendida entre noviembre de 1995 y octubre del 2001. Esta serie de datos se obtuvieron de la publicación mensual "El Mercado" editada por el Grupo Financiero Banamex - Accival.

Como se hizo anteriormente, es necesario aplicar la prueba de Dickey Fuller a la serie de tiempo de los tipos de cambio forward. De acuerdo a los resultados, se observa que el orden de integración es de uno, por lo que la combinación lineal con los tipos de cambio spot será de orden 0. (Los resultados pueden observarse en el Cuadro 2 del Anexo).

En una primera regresión se obtuvieron los problemas de normalidad de los errores y de cambio estructural. Para eliminar el problema de normalidad se adelantó un periodo la variable dependiente y se agregó un promedio móvil de orden uno para eliminar el problema de autocorrelación. Los valores de los coeficientes y de algunas de las pruebas son:

α	β	MA(1)	R ²	DW	Estadístico F
0.004596 (2.657477)	-0.483643 (-4.073781)	0.487519 (4.188736)	0.171360	2.002486	7.134505

Los estadísticos T están en paréntesis

En estos resultados β es mayor a cero pero significativa y no se observan los problemas de normalidad en los errores aunque el grado de ajuste es poco mayor a cero, esto último, porque las variables en cuestión están relacionadas entre sí. De igual forma, el estadístico F para probar la hipótesis de que el coeficiente de la

variable independiente es diferente a cero es mayor, en una probabilidad del 95%, al valor crítico de 3.48. Por esta razón es que esta hipótesis no se rechaza y se muestra como una forma de pronóstico del tipo de cambio, esto es, si las tasas de interés en México son mayores a las de Estados Unidos, habrá una apreciación de nuestra moneda, cuestión que pudo observarse hasta mediados del año 2002.

4.2. Prueba con datos observados

Para esta prueba, se utilizará la ecuación (3) pero sustituyen a las expectativas de los inversionistas los datos observados en $t+\Delta$, donde Δ es igual a uno y cuyos datos están en logaritmos:

$$s_{t+1} - s_t = \alpha + \beta(i - i^*)_t + \varepsilon_t$$

Se utilizan las series de tiempo que comprenden los meses de julio de 1995 a diciembre del 2001.

Los primeros resultados no cumplen con la prueba de cambio estructural y los valores de las variables no son significativos. Se puede apreciar de igual forma que el grado de ajuste del modelo es muy bajo, imposibilitando, de alguna forma, una relación espuria entre las variables. De igual forma, el estadístico F es lejano a la unidad y se observa un problema de autocorrelación.

Para resolver el problema de cambio estructural se agrega una variable dummy, que es igual a uno en los meses comprendidos entre octubre de 1998 y marzo del año 2000 y cero en cualquier otro caso. Se obtienen los siguientes resultados:

α	β	Dummy	R^2	DW	Estadístico F
0.002649 (0.964657)	0.001142 (0.726263)	-0.007023 (-2.552277)	0.089558	1.661262	3.688791

Los estadísticos T están en paréntesis

En este resultado se resuelven todos los problemas existentes, aunque los valores de las variables siguen siendo no significativos (y cercanos a cero), pero se observa un pequeño incremento en la bondad de ajuste de la regresión. Como el

estadístico F está por arriba de su valor crítico al 95% de significancia, se acepta dicho modelo.

En resumen, este modelo sirve también para hacer pronóstico de tipo de cambio, si las tasas de interés en México son más altas a las de Estados Unidos, entonces el peso se depreciará respecto al dólar, como señala la teoría al respecto.

4.3. Determinación del mejor modelo de predicción

Una vez determinados los modelos alternativos para pronosticar el tipo de cambio, además de las series de tiempo, es necesaria una forma de determinar aquellos que son los mejores para describir la mejor respuesta promedio. Para ello, hacemos uso de dos pruebas: el análisis de residuos y el criterio del cuadrado medio del error.

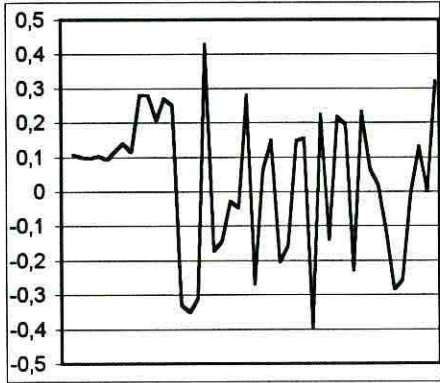
4.3.1 Análisis de residuos de los modelos de pronóstico del tipo de cambio

El análisis de los residuos, visto a través de gráficas, puede utilizarse para conocer cuál de los tres modelos de pronóstico es el mejor. De acuerdo a Canavos⁹ este análisis se realiza a través de observar las gráficas de los residuos de cada modelo, mismos que no deberán comportarse de acuerdo a algún patrón, es decir, no existirá ninguna relación entre los residuos y los valores ajustados o entre los residuos y los valores de las variables de predicción.

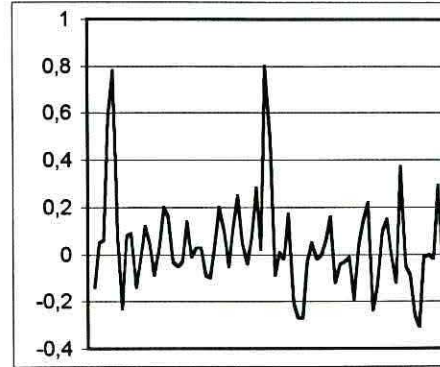
Se agregará a la prueba los residuales de las series de datos forward y de expectativas a un mes, esto, con el propósito de comparar los modelos con los datos disponibles de primera mano y que no consisten en costo alguno para los inversionistas y público en general.

⁹ Canavos, George; "Probabilidad y estadística"; McGraw Hill; México 1988.

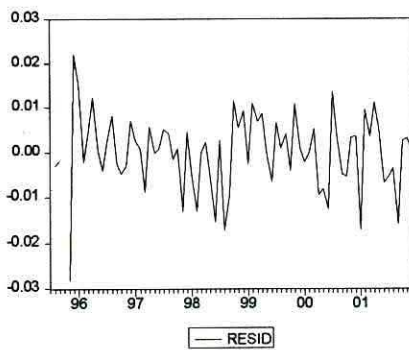
Datos Forward



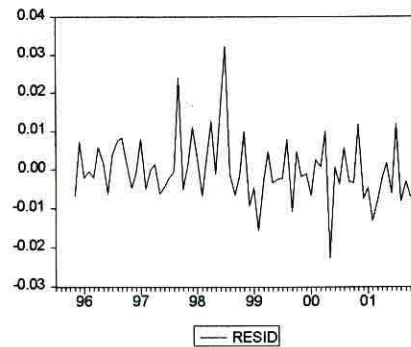
Expectativas a 1 mes



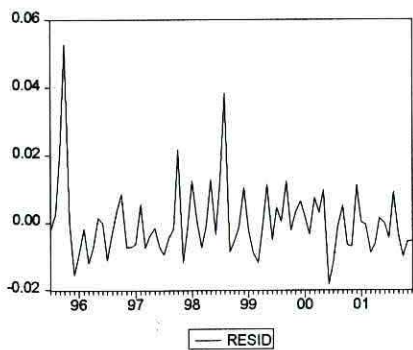
Modelo de PID



Modelo con tasas forward



Modelo con datos observados



De acuerdo a lo que señala la teoría, se aceptarán los modelos si los residuos tienden a encontrarse dentro de una banda horizontal centrada alrededor del valor cero, sin ninguna tendencia sistemática a ser positivos o negativos, y en el intervalo que comprende de -3 a 3 , cualquier desviación significativa con respecto a este comportamiento indicará la existencia de un problema.

De las cinco gráficas presentadas no se muestra un patrón de conducta definido, y sólo dos de ellas cumplen con la condición del intervalo de -3 a 3 y la de no mostrar una conducta sistemática, ya sea para números positivos o negativos. Se puede observar también que el modelo de datos observados tiene una tendencia a que los residuales sean positivos y los residuales de la serie de datos forward una tendencia negativa.

4.3.2. Criterio del cuadrado medio del error

Otra prueba para saber cuál de los modelos utilizados para pronosticar el tipo de cambio es el mejor, es el criterio del cuadrado medio del error (CME), que es igual a la varianza residual. Dado que el criterio del CME es la suma de los cuadrados de los residuos dividida entre el número de grados de libertad, este criterio toma en cuenta el número de parámetros en el modelo a través del número de grados de libertad. Se muestran a continuación los resultados:

Modelo	CME
PID con: AR(1) MA(1) y dummy	0.016852 0.016294
Con datos forward	0.016756
Con datos observados	0.021806
Serie datos forward	0.045247
Serie de expectativas a 1 mes	0.042215

De acuerdo a estos datos, los modelos econométricos son mejores pronosticadores del tipo de cambio futuro que las series de datos, en vista de que el valor del CME son menores en general.

Como se observó en las pruebas para pronóstico de tipo de cambio, los resultados obtenidos mantienen una congruencia, esta es, que el modelo que mejor pronostica al tipo de cambio futuro es el de la paridad de interés descubierta. Es necesario señalar que si se desea hacer predicciones de primera instancia, sin costo para el empresario o inversionista, las series de datos son útiles pronosticadores del tipo de cambio. Si en cambio, lo que se desea es realizar pronósticos con modelos más sofisticados, el de la PID es la mejor opción que podemos brindar para ello.

Conclusiones

Como se vio en el capítulo tres, los coeficientes β son negativos y significativamente menores al valor hipotético de uno, lo que implica la existencia de una correlación no trivial entre ε_t , el error de (3), y el diferencial de tasas de interés. Y de acuerdo a la bondad de ajuste, se observa que el modelo sólo explica hasta poco más del 50% del comportamiento de tipos de cambio a través del diferencial en tasas de interés.

Se observa que altas tasas de interés están asociadas típicamente con apreciaciones futuras en el tipo de cambio, sin embargo, se debe tomar en cuenta la reducción, a través del tiempo, del diferencial en tasas de interés.

Los mejores resultados que se obtuvieron, de acuerdo a lo indicado por la teoría, son las regresiones con expectativas de tipo de cambio a un periodo de tiempo mayor al de un mes, esto obedece a la forma y el tiempo en que los formadores de expectativas toman en cuenta la información del mercado.

Las regresiones se hicieron con tipos de cambio flotantes, que como marca la generalidad de los estudios empíricos, no cumplen con lo establecido por la PID, sin embargo, y de acuerdo a la observación de los datos, se pueden inferir algunas cuestiones importantes:

- a) La dependencia de eventos e información previas a la formulación de expectativas y la forma en cómo se ajustan de un periodo a otro. Este cúmulo de información se ve afectado por sucesos externos, modificando los valores de las expectativas tanto a un mes como a periodos más largos mientras se incorpora toda la información del mercado.
- b) Algunos autores argumentan a esta falla el que a los países en desarrollo con crecimiento nulo o negativo no se aplica, en general, la PID. Esta cuestión obedece principalmente a que las tasas de interés de este tipo de países son superiores a un dígito, mientras que en las de los países desarrollados son de más de un dígito.

- c) La participación de intermediarios financieros y monetarios, como el Banco de México para el caso de nuestro país y la Reserva Federal para Estados Unidos producirán estimaciones insesgadas ya que manejan instrumentos de política cambiaria y monetaria acordes a sus prioridades nacionales y a sucesos económicos internacionales.

El último inciso de conclusiones es una aplicación de un posible motivo del no cumplimiento de la PID de Froot y Thaler (1990), que podría explicar parte del comportamiento no pronosticable del tipo de cambio. Los eventos externos afectan primeramente a las variables nominales y hasta que se observan en términos reales es cuando las empresas, inversionistas y público en general realizan sus movimientos.

En este punto señala McCallum (1994) lo siguiente: "Existe la posibilidad de que la política es conducida manipulando $i_t - i_t^*$, con ajustes a movimientos de tipos de cambio que implican una segunda relación de aquellos que llevan a cabo las encuestas de estimaciones que son típicamente observadas"¹⁰.

En ambos estudios se aprecia que este problema afecta a dos de nuestras series de tiempo en forma directa: tanto en la formulación de expectativas como en una tasa de interés que posiblemente no sea la aceptada para cierto tipo de operaciones.

Respecto a lo obtenido en el capítulo cuatro, sobre pronóstico de tipo de cambio, las conclusiones son categóricas, ya que para las pruebas realizadas el modelo de la PID resultó ser el mejor pronosticador del tipo de cambio. De esta forma, la hipótesis de la paridad de interés descubierta es la mejor opción, de nuestros modelos para realizar pronósticos futuros del tipo de cambio. Estos modelos sofisticados de pronóstico son utilizados en su mayoría por las grandes empresas, gobierno y bancos centrales, ya que los resultados obtenidos son más precisos en cuanto se utilizan herramientas como la econometría y análisis más tecnificados.

¹⁰ McCallum, Bennett. Op. cit.

Pero podemos concluir que la hipótesis de la paridad de interés descubierta es un excelente pronosticador del tipo de cambio y una herramienta útil para realizar este tipo de estudios. De esta forma, se deja abierto un aspecto importante de trabajo para los interesados el pronóstico de tipo de cambio.

Anexo

Cuadro 1.

Pruebas de Dickey Fuller y Dickey Fuller aumentada para conocer la estacionalidad de las variables de estudio.

Prueba de Dickey Fuller orden de integración Sin constantes					
	Expectativa de tipo de cambio de un mes al siguiente	Expectativa de tipo de cambio de dos meses al siguiente	Tipo de cambio spot	Cetes	Bono del Tesoro
Prueba de Dickey Fuller	1.44922	1.30269	1.35099	-1.504720	-1.078685
Prueba de Dickey Fuller Aumentada	-4.28531	-4.47450	-4.72355	-5.513897	-3.093223

Cuadro 2.

Pruebas de Dickey Fuller y Dickey Fuller aumentada para conocer la estacionalidad de los tipos de cambio forward.

Prueba de Dickey Fuller orden de integración Sin constantes	
Prueba de Dickey Fuller	-0.680962
Prueba de Dickey Fuller Aumentada	-3.717568

Series de datos

Se enlistan las series de datos utilizadas durante los capítulos tres y cuatro.

	tipo de cambio esperado mensual	tipo de cambio esperado-dos meses	tipo de cambio promedio nominal	tipo de cambio forward	Cete	Bono Tesoro
jul-95	6,36		6,1394		47,25	5,64
ago-95	6,22		6,1909		40,94	5,59
sep-95	6,27	6,3	6,3025		35,14	5,75
oct-95	6,33	6,32	6,6911		33,46	5,62
nov-95	6,91	6,5	7,6584		40,29	5,59
dic-95	7,69	6,98	7,6597		53,16	5,43
ene-96	7,76	7,79	7,5048		48,62	5,31
feb-96	7,53	7,82	7,5042		40,99	5,09
mar-96	7,61	7,61	7,5736		38,58	4,94
abr-96	7,7	7,75	7,4713		41,45	5,34
may-96	7,56	7,81	7,4345		35,21	5,54
jun-96	7,54	7,66	7,5425		28,45	5,64
jul-96	7,66	7,62	7,6229		27,81	5,81
ago-96	7,71	7,76	7,5141		31,25	5,85
sep-96	7,62	7,83	7,5447		26,51	5,67
oct-96	7,65	7,73	7,6851		23,9	5,83
nov-96	7,85	7,77	7,9189		25,75	5,55
dic-96	8,01	8	7,8767		29,57	5,42
ene-97	7,98	8,07	7,8299		27,23	5,47
feb-97	7,93	8,08	7,7926		23,55	5,61
mar-97	7,9	8,03	7,9628		19,8	5,53
abr-97	8,04	8	7,9037		21,66	5,8
may-97	8,03	8,14	7,9057		21,35	5,99
jun-97	8,06	8,13	7,9465		18,42	5,87
jul-97	8,09	8,17	7,8857		20,17	5,69
ago-97	8	8,16	7,7843		18,8	5,54
sep-97	7,9	8,11	7,7792		18,93	5,56
oct-97	7,94	8,03	7,8114		18,02	5,52
nov-97	8,14	8,04	8,2837		17,92	5,46
dic-97	8,24	8,15	8,136	8,263	20,16	5,46
ene-98	8,19	8,25	8,1798	8,369	18,85	5,53
feb-98	8,31	8,23	8,4932	8,468	17,95	5,24
mar-98	8,56	8,38	8,5689	8,563	18,74	5,31
abr-98	8,61	8,61	8,4996	8,666	19,85	5,39
may-98	8,57	8,65	8,5612	8,757	19,03	5,38

jun-98	8,65	8,63	8,8948	8,872	17,91	5,44
jul-98	8,93	8,69	8,904	9,012	19,5	5,41
ago-98	8,95	8,95	9,2596	9,126	20,08	5,36
sep-98	9,75	9,02	10,2154	9,406	22,64	5,21
oct-98	10,24	9,79	10,1523	9,686	40,8	4,71
nov-98	10,15	10,24	9,9874	9,891	34,86	4,12
dic-98	10,16	10,26	9,9117	10,161	32,12	4,53
ene-99	10,14	10,21	10,1104	10,411	33,66	4,52
feb-99	10,31	10,24	10,015	10,082	32,13	4,51
mar-99	10,1	10,4	9,7694	9,73	28,76	4,7
abr-99	9,83	10,21	9,4461	9,419	23,47	4,78
may-99	9,56	9,98	9,3623	9,848	20,29	4,69
jun-99	9,53	9,6	9,5418	9,676	19,89	4,85
jul-99	9,58	9,64	9,3671	9,532	21,08	5,1
ago-99	9,56	9,74	9,3981	9,504	19,78	5,03
sep-99	9,56	9,79	9,3403	9,457	20,54	5,2
oct-99	9,62	9,78	9,5403	9,737	19,71	5,25
nov-99	9,78	9,82	9,4205	9,466	17,87	5,43
dic-99	9,66	9,95	9,4151	9,529	16,96	5,55
ene-00	9,62	9,72	9,4793	9,678	16,45	5,84
feb-00	9,59	9,74	9,4456	9,473	16,19	6,12
mar-00	9,58	9,69	9,2959	9,316	15,81	6,22
abr-00	9,39	9,69	9,3748	9,463	13,66	6,22
may-00	9,44	9,46	9,5081	9,618	12,93	6,15
jun-00	9,59	9,53	9,7978	9,22	14,18	6,33
jul-00	9,81	9,59	9,4688	9,442	15,65	6,17
ago-00	9,57	9,77	9,2846	9,302	13,73	6,08
sep-00	9,43	9,68	9,3319	9,518	15,23	6,18
oct-00	9,53	9,59	9,5182	9,713	15,06	6,13
nov-00	9,68	9,66	9,5179	9,484	15,88	6,01
dic-00	9,67	9,72	9,4439	9,716	17,56	6,09
ene-01	9,55	9,45	9,7701	9,782	17,05	5,6
feb-01	9,92	9,70	9,7027	9,799	17,89	4,81
mar-01	9,87	10,01	9,6186	9,676	17,34	4,68
abr-01	9,78	9,947	9,3513	9,391	15,8	4,3
may-01	9,52	9,87	9,1467	9,133	14,96	3,98
jun-01	9,21	9,63	9,0957	9,129	11,95	3,78
jul-01	9,20	9,27	9,156	9,26	9,43	3,58
ago-01	9,20	9,25	9,1272	9,26	9,39	3,62
sep-01	9,18	9,28	9,3841	9,58	7,51	3,47
oct-01	9,47	9,26	9,3685		9,32	2,82
nov-01	9,45	9,51	9,2223		8,36	2,33
dic-01	9,40	9,53	9,1672		7,43	2,18

Bibliografía

- a) Canavos, George; "Probabilidad y estadística"; McGraw Hill; México 1988.
- b) Carstens, Agustín; "Paridad de tasas de interés y riesgo político: el caso de México", Estudios Económicos, vol. 2, n.2, julio-diciembre 1987.
- c) Eaton, Jonathan y Turnovsky, Stephen, "Interest parity, uncovered interest parity and exchange rate dynamics"; The Economic Journal, Yale University, Septiembre 1983.
- d) El Mercado. Revista mensual publicada por el Grupo Financiero Banamex – Accival. Diversos años.
- e) Fama, Eugene, "Forward and spot exchange rates", Journal of Monetary Economics, North Holland, 1984.
- f) Fang, Hsing y Kwong Kern, "Forecasting foreign exchange rates", The Journal of Business Forecasting, Invierno 1991-1992.
- g) Flood, Robert y Rose, Andrew, "Fixes: of the forward discount puzzle". International Macroeconomics. Centre for Economic Policy Research, Diciembre 1994.
- h) Froot, Kenneth y Frenkel, Jeffrey, "Forward discount bias: is it an exchange risk premium?", The Quarterly Journal of Economics, vol. 104, n. 146, 1989.
- i) Froot, Kenneth y Thaler, Richard. "Anomalies. Foreign exchange". Journal of Economic Perspectives", vol. 4, n 3, Verano 1990.
- j) Grabbe, J. Orlin; "International financial markets"; The Wharton School of the University of Pennsylvania; 1986.
- k) Greene, William; "Econometric analysis"; Prentice Hall; 3ra. Edición, EUA, 1997.
- l) International Monetary Fund. "International financial statistics", vol. LIII, n. 6, Junio 2000.
- m) McCallum, Bennett. "A reconsideration of the uncovered interest parity relationship". Journal of Monetary Economics 1994, vol. 33, North Holland.

- n) Meredith, Guy y D. Chinn, Menzie. "Long-horizon uncovered interest rate parity". NBER Working Paper Series. Working Paper 6797, Cambridge, Massachusetts, Noviembre 1998.
- o) Sobiechowski, David. "Rational expectations in the foreign exchange market? Some Survey Evidence". Journal of Applied Economics 1996, n. 28.