

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

ACTUARIO

## **FINANZAS INTERNACIONALES**

CHRISTIAN BUCIO PACHECO

FES-ACATLÁN, UNAM

México 2006



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.



*A mi madre por supuesto.*



## Agradecimientos

Expreso mi agradecimiento a todos aquellos familiares, maestros y amigos que a lo largo de toda mi vida, han contribuído con mi orientación y superación personal. Gracias a mi asesor y amigo el Doctor Luis Alejandro Tavera Pérez por toda su ayuda y enseñanza. Doy las gracias también al Maestro Iván Mejía Guevara por su amistad y colaboración en ésta obra.



# Índice general

Introducción	XIII
<b>I Mercado Cambiario</b>	<b>1</b>
<b>1. Introducción al Mercado Cambiario</b>	<b>3</b>
1.1. Tipo de cambio Nominal, Efectivo y Real . . . . .	3
1.2. Participantes en el Mercado Cambiario . . . . .	4
1.3. Hechos Estilizados del Mercado Cambiario . . . . .	5
1.4. Fechas de Valor (Settlement Dates) . . . . .	6
1.4.1. Fecha de valor spot . . . . .	6
1.4.2. Fechas de valor forward . . . . .	7
1.5. Mercado de Divisas . . . . .	9
1.5.1. Demanda de Divisas . . . . .	9
1.5.2. Oferta de Divisas . . . . .	10
1.5.3. Diferencias en el mercado de divisas . . . . .	12

---

1.6.	Regímenes de Tipo de Cambio . . . . .	13
1.6.1.	Régimen de tipo de cambio flotante . . . . .	13
1.6.2.	Régimen de tipo de cambio fijo . . . . .	14
1.6.3.	Régimen de flotación manejada . . . . .	15
1.6.4.	Régimen de deslizamiento controlado . . . . .	15
1.6.5.	Régimen de tipo de cambio dual y múltiple . . . . .	16
1.7.	Riesgo en el Mercado de Divisas . . . . .	16
1.7.1.	Distribución del tipo de cambio . . . . .	17
<b>2.</b>	<b>Contratos Forward y la Paridad de Interés Cubierta</b>	<b>19</b>
2.1.	Establecimiento de Tasas Forward . . . . .	19
2.2.	Paridad de Interés Cubierta . . . . .	21
2.2.1.	Supuestos . . . . .	21
2.2.2.	Notación . . . . .	22
2.2.3.	Arbitraje . . . . .	22
2.3.	Paridad de Interés con bid/asked Spread . . . . .	26
2.3.1.	Notación . . . . .	26
2.4.	Estudios Empíricos . . . . .	30
2.4.1.	Objetivo . . . . .	30
2.4.2.	Resultado . . . . .	31
2.4.3.	Ecuaciones . . . . .	31

---

2.4.4. Ecuaciones Estimadas . . . . .	31
2.4.5. Resultados . . . . .	32
<b>3. El Mercado de Futuros de Divisas</b>	<b>33</b>
3.1. Introducción . . . . .	33
3.2. Características . . . . .	34
3.3. Comercio de Futuros . . . . .	36
3.4. Cobertura con Futuros . . . . .	36
3.4.1. Riesgo de una cobertura con futuros . . . . .	39
3.4.2. Relación entre precios futuros y spot . . . . .	39
3.4.3. Cálculo del riesgo en una cobertura delta . . . . .	41
3.5. Relación entre los precios forward y de futuros . . . . .	42
3.5.1. Supuestos . . . . .	42
3.5.2. Prueba . . . . .	43
<b>4. Opciones de Divisas</b>	<b>45</b>
4.1. Tipos de Opciones . . . . .	45
4.1.1. Opciones sobre el Mercado Spot . . . . .	46
4.1.2. Opciones sobre Futuros de Divisas . . . . .	46
4.1.3. Opciones de Estilo-Futuro (Futures-style options) . . . . .	47
4.2. Mercado de Opciones de Divisas . . . . .	48
4.3. Opciones de Divisas (FX Options) como Medio de Cobertura . . . . .	49

---

4.4.	Emisión de una Opción de Divisas . . . . .	52
4.5.	Precio de Opciones . . . . .	55
4.5.1.	Algunos principios elementales . . . . .	55
4.5.2.	Modelo para Obtener el Precio de una Opción Europea	59
4.5.3.	Modelo para Obtener el Precio de una Opción Americana	63
<b>5.</b>	<b>Swaps</b>	<b>71</b>
5.1.	Introducción . . . . .	71
5.2.	Tipos de Swaps de Divisas . . . . .	72
5.3.	El Mercado de Swaps . . . . .	76
5.4.	Valor de un Swap . . . . .	77
5.5.	Riesgo en Contratos de Swaps . . . . .	80
<b>II</b>	<b>Determinantes del Tipo de Cambio</b>	<b>81</b>
<b>6.</b>	<b>Determinación del Tipo de Cambio en el Corto Plazo</b>	<b>83</b>
6.1.	Expectativas Como una Función de la Información . . . . .	83
6.2.	La Hipótesis de las Expectativas Racionales . . . . .	84
6.3.	La Hipótesis de la Eficiencia Especulativa . . . . .	86
6.4.	Características del Especulador . . . . .	87
<b>7.</b>	<b>Determinación del Ingreso con Tipo de Cambio Flexible</b>	<b>89</b>

---

-Acatlán- UNAM -Actuaría-

---

7.1. El Modelo Mundell-Fleming . . . . .	90
7.1.1. Ingreso de equilibrio en el modelo M-F . . . . .	90
7.2. Tipo de Cambio de Equilibrio . . . . .	91
7.3. La Política Económica y el Ingreso de Equilibrio . . . . .	96
7.3.1. La Política Fiscal . . . . .	96
7.3.2. La Política Monetaria . . . . .	96
<b>8. Determinación del Ingreso con Tipo de Cambio Fijo</b>	<b>99</b>
8.1. Relación entre la Oferta y la Base Monetaria . . . . .	99
8.1.1. Creación de Base Monetaria . . . . .	101
8.2. Equilibrio Macroeconómico . . . . .	104
8.3. La Política Económica y el Ingreso Nacional . . . . .	104
8.3.1. La Política Monetaria . . . . .	104
8.3.2. La Política Fiscal . . . . .	105
8.3.3. Impacto de una Devaluación . . . . .	105
8.4. Operaciones de Esterilización . . . . .	106
8.5. Limitaciones del Modelo Mundell-Fleming . . . . .	106
<b>Conclusiones</b>	<b>109</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>111</b>

# Introducción

Las finanzas son parte de la economía y comprenden la obtención de recursos financieros, su inversión que busca una rentabilidad adecuada, y su recuperación para liquidar oportunamente los compromisos contraídos. Es precisamente la repetición de éste proceso de inversión-recuperación, llamado ciclo-financiero, lo que genera las utilidades de un negocio.

Cuando las operaciones financieras se proyectan hacia otros países, surgen oportunidades, riesgos y complicaciones especiales, ya que éstas tendrán que operar con monedas distintas a la de su país, sujetas a tasas de interés propias de su mercado y, consecuentemente, se deben prever movimientos en los tipos de cambio, en las tasas de interés, en la libre convertibilidad de monedas, en la disponibilidad de crédito, en los riesgos crediticios, etc., de los mercados en los que opera.

Es por esto, que a través de la historia las Finanzas Internacionales han evolucionado, hasta llegar hoy en día a la extrema diversificación, especialización y complejidad que le caracteriza. Ésta especialización de las Finanzas Internacionales ha llevado a los países a la interdependencia internacional, llegando a crear lazos entre los principales centros financieros mundiales.

Como hemos visto, el punto de estudio más relevante de las Finanzas Internacionales es el moderno mercado de divisas, del cual las Finanzas Internacionales se orienta a estudiar los factores que determinan los tipos de cambio, y el proceso de ajuste de las economías nacionales a sus variaciones.

El objetivo principal de éste trabajo es el proporcionar un enfoque actual de la materia Finanzas Internacionales de la carrera de Actuaría, con la finalidad

de complementar su contenido, aportando al lector un conocimiento básico global de las Finanzas Internacionales.

Es por tal motivo que el presente trabajo desarrolla temas trascendentales en la comprensión y funcionamiento de las Finanzas Internacionales:

I. Mercado Cambiario.

1. Introducción al Mercado Cambiario.

Se hace una breve introducción al Mercado Cambiario en el cual se definen los diferentes tipos de cambio, se menciona como opera, quienes participan y cuales son las diferentes transacciones que se pueden realizar dentro de dicho Mercado. Se dice quienes ofertan y demandan divisas. También se expone brevemente cuales son los diferentes regímenes de Tipo de Cambio y cual es el riesgo que se corre en el Mercado de Divisas.

2. Contratos Forward y la Paridad de Interés Cubierta.

Se habla de los Contratos Forward, ¿cuándo es que éstos tienen una prima o descuento?, y se ejemplifica con algunos problemas. Se explica que es la Paridad de Interés Cubierta, cuál es su notación, sus supuestos y como se realiza; igualmente se ejemplifica mediante algunos problemas y se menciona cuando existe la posibilidad de Arbitraje. Se hace mención a un estudio sobre el comportamiento de la cotización del Peso Mexicano frente al Dólar Estadounidense y de su Volatilidad.

3. El Mercado de Futuros de Divisas.

Se define el concepto de Futuro, se explican las características y la forma en la que se comercian los futuros. Se indica para que nos sirve una cobertura con Futuros, se exponen las relaciones primero entre los precios Futuros y Spot y después entre los precios Forward y Futuros. De igual manera todo esto se ejemplifica mediante una serie de problemas.

4. Opciones de Divisas.

Se define el concepto de Opción y en especial se expone qué es una Opción de Divisas. Se habla de cómo son las Opciones dentro de los mercados Spot y de Futuros, y cómo es que pueden ser éstas utilizadas

---

como medio de cobertura. Se menciona cómo se emite una Opción y se enuncian algunos principios fundamentales de las Opciones. Se indica brevemente cómo se obtienen los precios de las Opciones Europeas y de las Opciones Americanas.

5. Swaps.

Se define el concepto de Swap y se enuncian los diferentes tipos de swaps de divisas. Se habla del mercado de Swaps, la forma de valorar un Swap y de cuál es el riesgo que se corre en los contratos Swaps.

II. Determinantes del Tipo de Cambio.

6. Determinación del Tipo de Cambio en el Corto Plazo.

Se menciona cual es la forma en la que se determina el Tipo de Cambio a Corto Plazo. Se exponen las Expectativas como una función de la información, se habla sobre la hipótesis de las Expectativas Racionales y sobre la hipótesis de la Eficiencia Especulativa. Se dice cuales son las principales características de un especulador.

7. Determinación del Ingreso con Tipo de Cambio Flexible.

Se habla de cómo se determina el ingreso mediante Tipo de Cambio Flexible. Se enuncia el modelo Mundell-Fleming y se dice cual es el tipo de cambio de equilibrio para éste tipo de determinación del ingreso. Se explica cómo afecta ésta determinación a la Política Económica y al ingreso de equilibrio.

8. Determinación del Ingreso con Tipo de Cambio Fijo.

Se habla de cómo se determina el ingreso mediante Tipo de Cambio Fijo. Se dice cual es la relación entre la Oferta y la Base Monetaria y cómo se obtiene el equilibrio Macroeconómico. Se expone cual es su impacto en la Política Económica y el Ingreso Nacional. Se define que es una operación de Esterilización y se enuncian algunas limitaciones del Modelo Mundell-Fleming.

# Parte I

## Mercado Cambiario



# Capítulo 1

## Introducción al Mercado Cambiario

### 1.1. Tipo de cambio Nominal, Efectivo y Real

**Definición.** El *Tipo de Cambio Nominal* ( $S$ ) representa el precio de una moneda con respecto a otra.<sup>1</sup>

$S\left(\frac{i}{j}\right)$  = es el número de unidades de la moneda  $i$  por unidad de la moneda  $j$  en el mercado cambiario al contado.

**Definición.** El *Tipo de Cambio Efectivo* mide el valor de una moneda con respecto al resto de las divisas del mercado simultáneamente.

El tipo de cambio efectivo es un índice, por lo que el año base vale 100.

En México el tipo de cambio nominal no se aleja del tipo de cambio efectivo debido a que para México la moneda más importante es el dólar.

El Banco de México publica un índice en el cual se consideran 133 monedas.

---

<sup>1</sup>Para una mejor referencia, véase Levi Maurice, 1997.

**Definición.** El *tipo de cambio real* ( $Sr$ ) es un tipo de cambio nominal ajustado por los precios.

$$Sr = S \frac{P^*}{P}$$

Donde:

$P^*$  = índice de precios externos.

$P$  = índice de precios nacional.

El tipo de cambio real se usa frecuentemente para dos propósitos:

- Como indicador de la competitividad internacional de los bienes producidos por el país. Cuando el tipo de cambio real sube, los bienes mexicanos se vuelven más baratos (competitivos) en comparación con bienes extranjeros.
- Para juzgar el grado de sobrevaluación y subvaluación del peso.

## 1.2. Participantes en el Mercado Cambiario

- Importadores.
- Exportadores.
- Administradores de portafolio: quienes podrían comprar y vender activos en moneda extranjera y recibir pagos de intereses o dividendos en moneda extranjera.
- Bancos centrales.
- Brokers de divisas (corredores): quienes ganan una ganancia por juntar compradores y vendedores de divisas (son intermediarios de los bancos).
- Bancos comerciales: quienes podrían pedir prestado en moneda extranjera para servir sus necesidades o las de sus clientes. Estos llevan a cabo gran parte del comercio de divisas, además de que influyen mucho en la determinación del tipo de cambio.

- Casas de cambio.
- Particulares.

### 1.3. Hechos Estilizados del Mercado Cambiario

- La mayor parte de las operaciones de divisas se realizan a través de bancos, los cuales usan redes de comunicación establecidas.

La más importante red de comunicación para transacciones financieras internacionales es la Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunication (SWIFT), una cooperativa sin fines de lucro localizada en Bélgica. Empezó a operar en mayo de 1977 y en 1990 conectó a 3,000 bancos en 67 países.<sup>2</sup>

- En todo el mundo, alrededor del 85 por ciento de todo el comercio de divisas es entre “marketmakers” (bancos). Movimientos del tipo de cambio día a día se deben a la actividad del comercio interbancario.
- 90 por ciento del comercio de divisas toma lugar respecto al dólar (moneda vehículo).

**Definición.** La *moneda vehículo* (vehicle currency) es la moneda en contra de la cual se determinan la mayoría de los tipos de cambio.

Si no existiera una moneda vehículo habría muchos tipos de cambio.

**Problema. 1.1** ¿Cuántos tipos de cambio habría para 10 monedas?

*Respuesta.* Tenemos por la fórmula de Gauss:<sup>3</sup>

$$\frac{n(n-1)}{2} = \frac{10(9)}{2} = 45$$

Por lo tanto para 10 monedas tenemos 45 tipos de cambio.

---

<sup>2</sup>Los mensajes del SWIFT son transmitidos de país a país a través de centros de operación interconectados, localizados en Bruselas, Amsterdam y Culpeper, Virginia. Estos tres centros de operación están conectados por líneas de transmisión de datos internacionales a procesadores regionales en la mayoría de los países miembros.

<sup>3</sup>Para una mejor referencia de la fórmula de Gauss, véase Kolmogorov Andrei, 1903.

Razones para usar una moneda vehículo:

1. Habrían demasiados tipos de cambio.
  2. Se evita la posibilidad de arbitraje triangular.
- En 1983, en bancos de Nueva York se realizaron las siguientes proporciones de ventas de divisas:

65 %	al contado (spot)
33 %	swaps
2 %	a plazo (forward)

**Definición.** Una transacción “spot” involucra un acuerdo sobre el precio hoy, con fecha de envío de la moneda dos días hábiles después.

**Definición.** En una transacción “forward” las monedas son compradas y vendidas para entrega y pago en fecha futura.

**Definición.** Un contrato “swap” involucra la venta de una moneda con el acuerdo de que la moneda será recomprada en algún momento en el futuro.

- La mayoría de las transacciones de los consumidores en divisas involucran transacciones forward. Los individuos realizan pocas transacciones pero la mayoría son forward.

## 1.4. Fechas de Valor (Settlement Dates)

### 1.4.1. Fecha de valor spot

La fecha de valor para el tipo de cambio spot (fecha a la que cada una de las partes entregarán las monedas correspondientes) es por lo general de dos días después de la fecha en que se lleva a cabo la transacción. Las siguientes reglas se deben cumplir:

1. Se debe seguir el principio de “valor compensado” que establece que ambos lados de un contrato de divisas tomará lugar el mismo día hábil, excepto para algunas monedas árabes.

2. No se cuentan los días en que los dos bancos están cerrados.
3. Si dos días después de realizada la operación es un día en que está cerrado el banco donde se va a depositar la divisa que se quiere comprar, la fecha de valor será el siguiente día.
4. Si el primer día hábil después de realizarse la operación es festivo para el banco que vende la divisa, la fecha de valor se recorre un día. Por otro lado, si el banco que tiene el día festivo es el banco que compra la divisa, entonces no se recorre la fecha de valor.

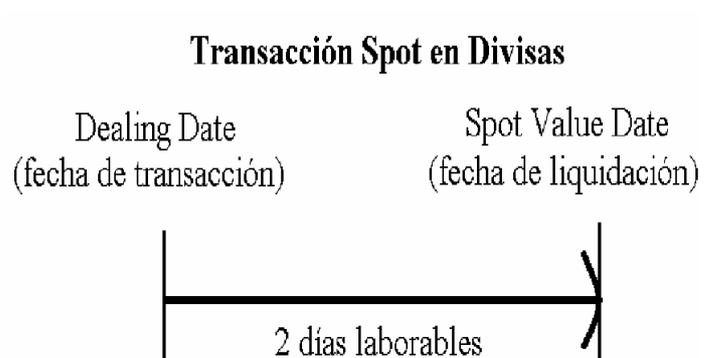


Figura 1.1: Transacción Spot en Divisas.

### 1.4.2. Fechas de valor forward

Para determinar la fecha de valor forward a un mes (30 días) se siguen los siguientes pasos:

1. Se determina la fecha de valor spot y se va al mismo día del mes, un mes después.

2. Si en la fecha seleccionada los dos bancos están cerrados, el banco que vende la divisa está cerrado, o el banco donde se va a realizar el depósito está cerrado, la fecha se recorre al siguiente día hábil.
3. Nunca se debe de mover la fecha al siguiente mes. Si es necesario recorrer la fecha, se debe de hacer al día hábil inmediato anterior.
4. Se debe de seguir la regla “fin-fin”. Si la fecha de valor spot toma lugar el último día hábil del mes, entonces todas las fechas de valor forward toman lugar el último día hábil del mes siguiente.

### Transacción Forward en Divisas

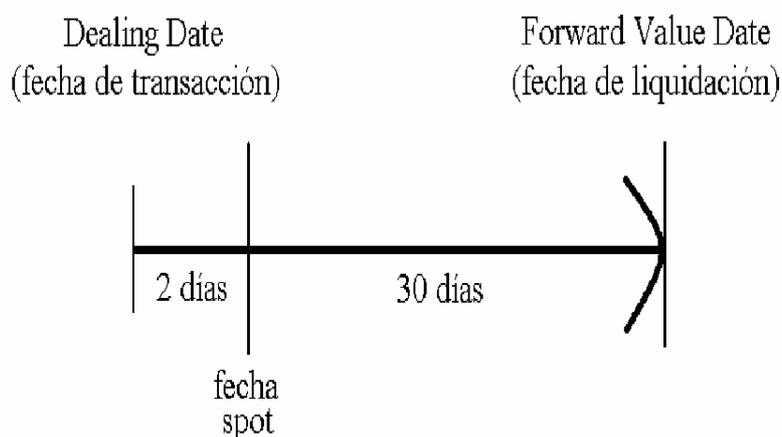


Figura 1.2: Transacción Forward en Divisas.

**Problema. 1.2** Supongamos que la empresa donde labora hace una transacción con un contrato forward a un mes el día de hoy, martes 24 de enero del 2006. ¿Cuándo serán depositadas las divisas? (Suponga que no hay ningún día festivo, excepto por los fines de semana, alrededor de la fecha spot y de la forward).

*Respuesta.* Para el Spot nos recorreremos 2 días  $\Rightarrow$  pasamos del 24 de enero al 26 de enero.

Y moviendonos forward un mes llegamos al 26 de febrero del 2006 (pero es domingo)  $\Rightarrow$  nos movemos un día, por lo tanto es el lunes 27 de febrero del 2006 la fecha en que se depositan las divisas.

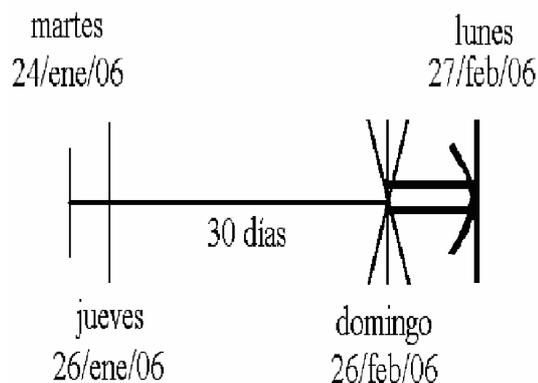


Figura 1.3: Solución del Problema. 1.2

## 1.5. Mercado de Divisas

El mercado de divisas es el más grande del mundo. Si el tipo de cambio puede fluctuar libremente, su valor de equilibrio queda determinado por la oferta y la demanda de divisas.

### 1.5.1. Demanda de Divisas

Los determinantes de la demanda de divisas son:

1. Importación de bienes.
2. Importación de servicios (turistas mexicanos en los Estados Unidos, pago de intereses de la deuda externa, etc.).

3. Salida de capitales (compra de activos financieros en el exterior, pagos del principal de la deuda externa, etc.).
4. Especulación.

### 1.5.2. Oferta de Divisas

Los determinantes de la oferta de divisas son:

1. Exportación de bienes.
2. Exportación de servicios (valor agregado de maquiladoras, turistas extranjeros, etc.).
3. Retorno de capitales, endeudamiento externo e inversiones extranjeras.

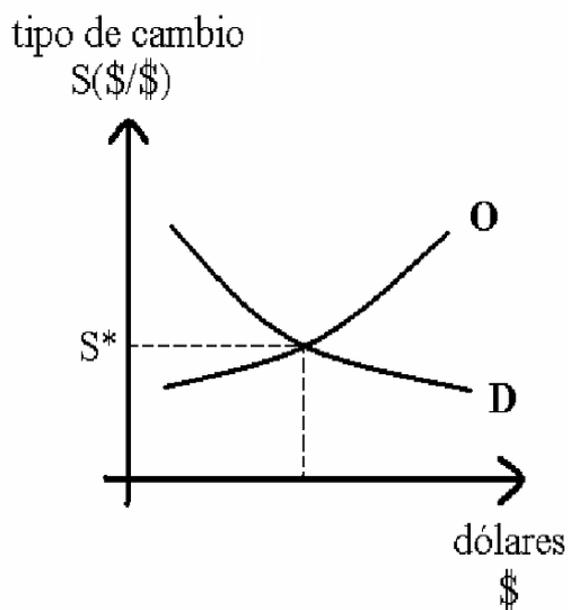


Figura 1.4: Ejemplo de tipo de cambio determinado por la oferta y demanda de divisas.

**Problema. 1.3** Utilice un diagrama de oferta y demanda de divisas para explicar que pasa con el tipo de cambio si el precio del petróleo disminuye.

*Respuesta.* Cuando el precio del petróleo disminuye se provoca un incremento en el valor de las exportaciones debido a que es más barato en términos de dólares comprar petróleo, esto produce un cambio en la curva de la demanda de dólares, hacia la derecha, dando como resultado que el nuevo punto de equilibrio muestre un incremento en el valor de los dólares.

**Problema. 1.4** Utilice un diagrama de oferta y demanda de divisas para explicar que pasa con el tipo de cambio si un asesinato político provoca especulación y surge la expectativa de una devaluación.

*Respuesta.* Si surgiese una devaluación (depreciación) del peso, pasaría lo mismo que en el problema anterior, o sea tendríamos que la curva de la demanda se desplazaría hacia la derecha, aumentando así la demanda de divisas. Cabe notar que se hace una devaluación del peso con respecto al dólar debido a que el dólar es la moneda vehículo y regularmente si el peso se devalúa con respecto al dólar pues también lo hace con respecto a las demás monedas. Devaluando el peso abarata nuestros productos hacia los extranjeros.

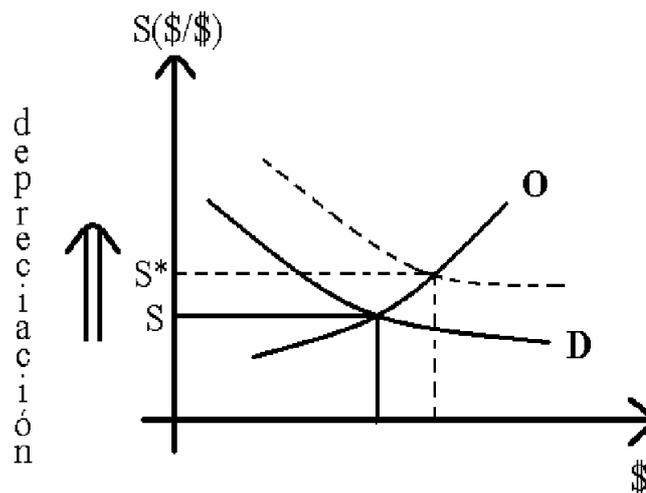


Figura 1.5: Solución del Problema. 1.3 y 1.4

### 1.5.3. Diferencias en el mercado de divisas

- Dos precios, no uno, son anunciados: un precio de compra y un precio de venta. La diferencia entre los dos precios se conoce como diferencial de compra/venta (bid/asked spread).

**Problema. 1.5** Un banco está estableciendo los siguientes dos tipos de cambio con respecto al dólar:

$$\begin{array}{rcccl} & \text{c} & & \text{v} & \\ \$9.2500 & / & \$9.4325 & = & \$1 \\ \$1.5525 & / & \$1.5535 & = & \text{£}1 \end{array}$$

¿Cuál es el tipo de cambio de pesos por libras que el banco establecerá si compra libras por pesos?

Es decir, calcule el tipo de cambio *cruzado*<sup>4</sup> para la compra de libras por pesos.

*Respuesta.*

$$\begin{aligned} S\left(\frac{\$}{\text{£}}\right) &= S\left(\frac{\$}{\$}\right) * S\left(\frac{\$}{\text{£}}\right) \\ S\left(\frac{\$}{\text{£}}\right) &= \left(\frac{9.2500}{1}\right) * \left(\frac{1.5535}{1}\right) \\ &= (9.25) * (1.5535) \\ &= 14.3698 \end{aligned}$$

¿Cuál es el tipo de cambio si vende libras por pesos?

$$\begin{aligned} S\left(\frac{\$}{\text{£}}\right) &= \left(\frac{9.4325}{1}\right) * \left(\frac{1.5525}{1}\right) \\ &= (9.4325) * (1.5525) \\ &= 14.6439 \end{aligned}$$

<sup>4</sup>El tipo de cambio cruzado se caracteriza por ser un tipo de cambio entre dos divisas, ninguna de las cuales es el dólar. Normalmente las divisas se cotizan contra el dólar, por lo que se le denomina divisa “pivote”. La ecuación generalizada para cualquier tasa cruzada es:

$$S\left(\frac{i}{j}\right) = S\left(\frac{i}{\$}\right) * S\left(\frac{\$}{j}\right)$$

Para una mejor referencia, véase Levi Maurice, 1997.

Por lo tanto el tipo de cambio pesos por libra queda:

$$\frac{c}{\$14.3698} / \frac{v}{\$14.6439} = \text{£}1$$

**Definición.** Los *marketmakers* (hacedores de mercado) son grandes comerciantes de divisas alrededor del mundo, quienes negocian con los precios en las dos direcciones: compra y venta. Ellos “crean” el mercado de divisas por establecer precios de compra y venta y negociar a esos precios.

La diferencia entre *marketmakers* y los *brokers* consiste en que los *brokers* son individuos quienes simplemente juntan ordenes de compra y venta de dos partes diferentes.

- Existen docenas de *marketmakers* anunciando precios de venta y compra simultáneamente, lo que puede provocar que al mismo tiempo se comercien divisas a diferente tipo de cambio.
- El concepto de un sólo precio de mercado de equilibrio es solamente un supuesto simplificador. Un *marketmaker* particular está usualmente relacionado sólo con un equilibrio propio (visto desde su propio punto de vista).

Hay alrededor de 200 bancos *marketmakers* en el mundo. La mayoría de su comercio toma lugar de manera directa (*direct dealing*), es decir, los *marketmakers* llaman uno al otro para pedir precios de compra y venta, mientras que el resto toma lugar a través de *brokers*.

## 1.6. Regímenes de Tipo de Cambio

### 1.6.1. Régimen de tipo de cambio flotante

Existe siempre que el tipo de cambio es libremente determinado por la demanda y oferta de divisas. No existe intervención del gobierno.

**Definición.** Una *Revaluación* o *Apreciación* del peso representa un incremento en su valor.

**Definición.** Una *Devaluación* o *Depreciación* del peso representa un decremento en su valor.

### 1.6.2. Régimen de tipo de cambio fijo

Bajo éste régimen el gobierno interviene en el mercado de divisas a través del banco central en un esfuerzo por mantener fijo el tipo de cambio. El tipo de cambio se determina a través de un equilibrio “político”. En éste régimen de tipo de cambio, como en los dos siguientes, si el precio está sobrevaluado los vendedores de dólares pagan un impuesto y los compradores reciben un subsidio.

¿Cómo pueden defenderse los vendedores contra el pago de impuesto?

- Incrementando el precio de su producto. Esta posibilidad depende de la elasticidad de la demanda de su producto.
- Depositando el ingreso en dólares de la venta de exportaciones en bancos extranjeros.

En éste régimen puede surgir un mercado negro o paralelo de divisas.

**Problema. 1.6** Demuestre gráficamente que si se fija el tipo de cambio por debajo de su equilibrio de mercado, existe una pérdida de bienestar para la sociedad.

*Respuesta.* Al fijar el tipo de cambio por debajo de su equilibrio de mercado la curva de la oferta se mueve hacia la derecha aumentando así la oferta de divisas, en contraparte la curva de la demanda se mueve hacia la izquierda disminuyendo así la demanda de divisas. El fijar el nuevo tipo de cambio nos arroja una apreciación del peso respecto del dólar.

En una apreciación los extranjeros pagan más por los productos nacionales y los consumidores nacionales pagan menos por los productos extranjeros. La apreciación de la moneda de un país incrementa el precio relativo de sus exportaciones, y reduce el precio relativo de sus importaciones.

Por lo tanto al no haber equilibrio de mercado se pierde el bienestar social, ya que en éste caso tendremos que pagar más por productos nacionales aunque menos por productos extranjeros. El que paguemos más por productos nacionales nos arroja pérdidas en ventas de dichos productos dado que por su alto costo ya no se compran éstos productos, éstas pérdidas en las ventas nacionales implican que nuestras empresas tengan un déficit monetario que a su vez repercute en nosotros como trabajadores de la empresa.

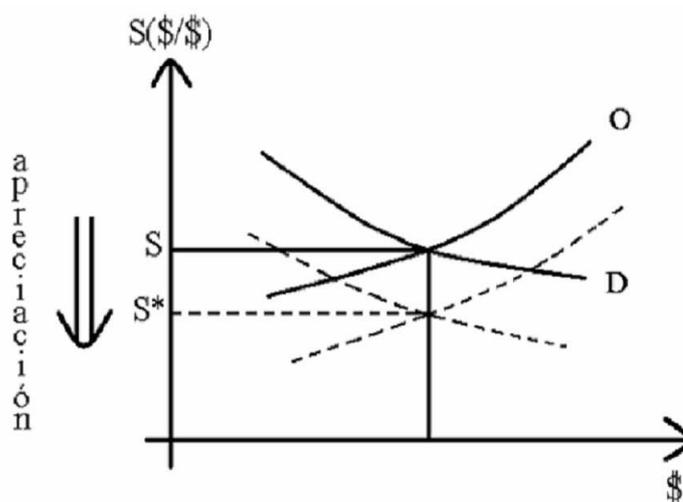


Figura 1.6: Solución del Problema. 1.6

### 1.6.3. Régimen de flotación manejada

El gobierno interviene en el mercado de divisas para influir en el tipo de cambio pero no trata de mantener un tipo de cambio fijo.

### 1.6.4. Régimen de deslizamiento controlado

Se utiliza cuando se quiere que el tipo de cambio siga una trayectoria determinada.

### 1.6.5. Régimen de tipo de cambio dual y múltiple

Cuando el banco central no puede fijar el tipo de cambio recurre a controles que originan la coexistencia de diferentes regímenes.

En un sistema dual existen dos tipos de cambio, uno fijo para transacciones importantes (importaciones) y uno libre para el resto. Éste sistema puede generar:

- Que se permita comprar un máximo de divisas (lo que implica mantener registros, los compradores de divisas deben de llenar formas complicadas).
- Los importadores deben obtener licencias. ¿A quiénes se les conceden?
  1. A los importadores que apoyan al gobierno.
  2. A quienes pagan “mordidas”.

## 1.7. Riesgo en el Mercado de Divisas

Un trader (cambista) puede terminar con posiciones largas o cortas de divisas, lo cual puede ocasionar pérdidas o ganancias dependiendo del tipo de cambio, si el trader no realiza una cobertura. Analicemos ésto a través de un problema.

**Problema. 1.7** Suponga que el tipo de cambio del peso respecto al dólar es \$9.5/\$. Suponga que un banco tiene una posición corta de \$1,000,000 lo cual representa un pasivo de \$9,500,000

*Respuesta.*

- a) Suponga que un ataque especulativo provoca que el tipo de cambio se deprecie a \$10.90/\$. Calcule el nuevo pasivo del banco.

El nuevo pasivo del banco es:

$$(\$10.90/\$)(\$1,000,000) = \$10,900,000$$

- b) Suponga que el resultado de las elecciones para presidente en México generan confianza entre los inversionistas y propician una apreciación del tipo de cambio a \$9.10/\$. Calcule el nuevo pasivo del banco.

El nuevo pasivo del banco es:

$$(\$9.10\$)(\$1,000,000) = \$9,100,000$$

**Problema. 1.8** Suponga que al final del día un trader de divisas tiene una posición neta de \$80,000. Si el cambio esperado en el tipo de cambio durante la noche es cero

$$E[\Delta S(t)] = 0$$

(donde  $S(t)$  es el tipo de cambio spot en el periodo  $t$ , y  $\Delta$  representa el cambio porcentual) con una desviación estándar de \$11,200, ¿Cuál es la distribución de probabilidad del valor de la posición en pesos para el siguiente día? (Asuma una distribución normal y establezca los valores correspondientes al más o menos 1, 2 y 3 desviaciones estándar, junto con las probabilidades correspondientes).

*Respuesta.*

Probabilidad	Posición
65 %	\$68,800/\$91,200
95 %	\$57,600/\$100,400
99 %	\$46,400/\$113,600

### 1.7.1. Distribución del tipo de cambio

Respecto a la distribución normal, la distribución del tipo de cambio tiene una proporción:

1. más grande de desviaciones muy pequeñas de la media,
2. más grande de desviaciones muy grandes de la media,
3. menor de desviaciones intermedias en tamaño de la media.



# Capítulo 2

## Contratos Forward y la Paridad de Interés Cubierta

### 2.1. Establecimiento de Tasas Forward

Las tasas forward son siempre establecidas con referencia a las tasas spot.

**Definición.** Si el valor de una divisa (en términos de moneda doméstica), es más grande en forward que en spot, se dice que la divisa tiene una *prima* o *premio* (premium), lo que implica que la moneda doméstica está a un *descuento* (forward).

**Ejemplo.**

Spot	$\$9.25 = \$1$
Forward	$\$9.92 = \$1$
a un mes	

¿La tasa forward tiene descuento o prima?

La tasa forward tiene una prima.

Las tasas forward en el mercado interbancario son establecidas en términos de la prima o descuento que va a ser agregada a la tasa spot.

**Problema. 2.1** La prima para el contrato forward a un mes de dólares es 30/20. Si la tasa spot es establecida como 9.25/9.92, calcule la tasa forward sin referencia a la tasa spot (outright forward rate).

*Respuesta.* La tasa forward es:

$$\begin{aligned} 9.25 - 0.30 &= 8.95 \\ 9.92 - 0.20 &= 9.72 \\ \Rightarrow & 8.95/9.72 \end{aligned}$$

¿Por qué restar en vez de sumar?

Porque el diferencial bid/asked siempre crece cuando nos movemos forward.

**Regla.** Si:

$$\begin{aligned} \frac{\text{Número grande}}{\text{Número pequeño}} &\Rightarrow \text{Se restan} \\ \frac{\text{Número pequeño}}{\text{Número grande}} &\Rightarrow \text{Se suman} \end{aligned}$$

**Problema. 2.2** Un negociante (trader) de divisas establece la tasa spot del peso respecto al dólar como 9.5005/10 y el margen forward como 100/95.

*Respuesta.*

1. Calcule las tasas outright forward.

La tasa forward es:

$$\begin{aligned} 9.5005 - 0.0100 &= 9.4905 \\ 10 - 0.0095 &= 9.9905 \\ \Rightarrow & 9.4905/9.9905 \end{aligned}$$

2. ¿El peso forward a un mes está en prima o descuento?

Está en prima.

## 2.2. Paridad de Interés Cubierta

La paridad de interés cubierta resume la relación entre las tasas spot y forward en forma de una condición de arbitraje.

**Definición.** El *arbitraje* es la compra y venta simultánea (dar o pedir prestado) de dos mercancías o activos de tal manera que la acción asegura una ganancia conocida.

El teorema de la paridad de interés es una condición de arbitraje que relaciona el descuento o prima en el tipo de cambio forward y la estructura de las tasas de interés sobre activos financieros denominados en las dos monedas involucradas en un tipo de cambio.

Resultado de la teoría:

- si  $i > i^*$  la moneda extranjera será vendida con una prima en el mercado forward  $\Rightarrow F > S$
- si  $i < i^*$  la moneda extranjera será vendida con un descuento en el mercado forward  $\Rightarrow F < S$

### 2.2.1. Supuestos

- 1 año = 360 días.
- La tasa de interés es anual. La de 30 días es:  $i\left(\frac{30}{360}\right)$ .
- Tasas de interés y depósitos en activos comparables.
- No hay diferencia entre precios de compra y venta (bid/asked).

### 2.2.2. Notación

- $S(t)$  = tipo de cambio en el periodo  $t$ .  
 $F(t, T)$  = tipo de cambio forward en el periodo  $t$ , para un contrato que madura en el periodo  $T$ .  
 $i$  = tasa de interés doméstica.  
 $i^*$  = tasa de interés extranjera.

### 2.2.3. Arbitraje

Si un inversionista tiene \$1 en el periodo  $t$  y quiere invertirlo, tiene dos opciones:

1. Depositarlo en un activo doméstico y obtener:

$$1 + i\left(\frac{T}{360}\right)$$

en el periodo  $t + T$ .

2. Depositarlo en el extranjero cubriéndose con el mercado forward:

- a) En el periodo  $t$  compra  $\left(\frac{1}{S(t)}\right)$  divisas y vende un contrato forward de:

$$[1/S(t)][1 + i^*(T/360)] = A$$

unidades de divisas a la tasa forward  $F(t, T)$ .

- b) En el periodo  $t + T$  recibe  $A$  unidades de divisas, y ejerce el contrato forward y obtiene:

$$[1/S(t)][1 + i^*(T/360)]F(t, T)$$

unidades de moneda doméstica.

En equilibrio:

$$1 + i(T/360) = [1/S(t)][1 + i^*(T/360)]F(t, T)$$

(de otra forma habría arbitraje).

Rearreglando:

$$F(t, T) = S(t) \frac{1 + i(T/360)}{1 + i^*(T/360)}$$

La expresión anterior se conoce como la ecuación del Teorema de la paridad de interés cubierta.

Si la paridad de interés cubierta se cumple, no existe posibilidad de arbitraje.

**Problema. 2.3** Considere la siguiente información:

$$\begin{aligned} S(T) &= \$0.40000/\$ \\ F(t, 365) &= \$0.42026/\$ \\ i &= 11.3\% \\ i^* &= 6\% \end{aligned}$$

¿Se cumple la paridad de interés?

*Respuesta.* Invirtiendo aquí tenemos:

$$1 + i(T/360) = 1 + 0.113(365/360) = \$1.11456$$

Invirtiendo en el extranjero:

$$[1/S(T)][1+i^*(T/360)]F(t, T) = \left(\frac{1}{0.4}\right)[1+0.06(365/360)](0.42026) = \$1.11456$$

Entonces nos queda que:

$$\begin{aligned} 1 + i(T/360) &= [1/S(t)][1 + i^*(T/360)]F(t, T) \\ \$1.11456 &= \$1.11456 \end{aligned}$$

Por lo tanto se cumple la paridad de interés cubierta.

Nota: Los bancos establecen las tasas forward usando el teorema de la paridad de interés.

**Problema. 2.4** Considere la siguiente información:

$$\begin{aligned} S(t) &= \$0.40/\$ \\ F(t, T) &= \$0.42/\$ \\ T &= 360 \text{ días} \\ i &= 10\% \\ i^* &= 6\% \end{aligned}$$

¿Existe posibilidad de arbitraje?

En caso afirmativo calcule la ganancia neta.

*Respuesta:* Usando el teorema de la paridad de interés:

$$\begin{aligned} F(t, T) &= 0.42 = 0.40 \frac{1 + 0.10}{1 + 0.06} \\ &= 0.4 \frac{1.1}{1.06} = 0.41509 \\ &\Rightarrow \neq 42 \end{aligned}$$

Como no se cumple, existe la posibilidad de arbitraje porque el forward está muy caro. El arbitraje se realizaría pidiendo prestado \$1 para pagar \$1.10, se compran divisas (dólares):

$$\frac{1}{0.40}$$

después invierto los dólares:

$$\frac{1}{0.4} [1.06]$$

y se venden forward (vendo mis dólares en 360 días):

$$\frac{1}{0.4} [1.06] 0.42 = 1.113$$

La ganancia neta del arbitraje en 360 días sería:

$$1.113 - 1.10 = 0.013$$

**Problema. 2.5** Un importador de maquinaria debe pagar 2 millones de dólares en 6 meses (180 días). Las tasas que enfrenta la compañía son:

$$\begin{aligned} i &= 10\% \\ i^* &= 5.5\% \\ S(T) &= \$0.3752/\$ \\ F(t, 180) &= \$0.3900/\$ \end{aligned}$$

¿Qué debería hacer la compañía para cubrirse?

*Respuesta.* Tiene dos opciones: Usar el mercado forward o utilizar el mercado de dinero.

Usando el *Mercado Forward* compra forward 2 millones de dólares a un costo de:

$$(2 \text{ millones})(\$0.3900/\$) = \$780.000$$

a ser pagados en 180 días. (Los \$780,000 es la cantidad que se necesita para comprar los 2M de dólares).

Usando el *Mercado de Dinero* compra dólares los deposita y obtiene 2 millones de dólares en 180 días.

Aquí el problema es encontrar cuántos dólares se deben invertir para que en 180 días haya 2M de dólares; encontrando ésta cantidad se convierte en pesos y se compara con la otra opción.

¿Cuánto tiene que depositar?

$$X = \frac{2,000,000}{1 + 0.055\left(\frac{180}{360}\right)} = 1,946,472$$

¿A cuánto equivale en pesos?

$$(1,946,472)(\$0.3752/\$) = \$730,316.30$$

Ahora ésta cantidad se lleva a valor forward para poder compararla con la otra opción. ¿Éstos pesos a cuánto equivalen en 180 días?

$$\$730,316.30 \left[ 1 + 0.10 \left( \frac{180}{360} \right) \right] = \$766,832.12$$

Por lo tanto la segunda opción (*Mercado de Dinero*) es más barata.

## 2.3. Paridad de Interés con bid/asked Spread

### 2.3.1. Notación

$S_b(t)$	=	tipo de cambio spot a la compra (bid).
$S_a(t)$	=	tipo de cambio spot a la venta (asked).
$F_b(t, T)$	=	tipo de cambio forward a la compra (bid).
$F_a(t, T)$	=	tipo de cambio forward a la venta (asked).
$i_b$	=	Tasa de interés pasiva (bid) de depósitos en moneda nacional.
$i_b^*$	=	Tasa de interés pasiva (bid) de depósitos en moneda extranjera.
$i_a$	=	Tasa de interés activa (asked) en moneda nacional.
$i_a^*$	=	Tasa de interés activa (asked) en moneda extranjera.

Dos posibilidades de arbitraje: pidiendo moneda doméstica y pidiendo moneda extranjera.

1. Pidiendo moneda doméstica:

a) En  $t$  pido:

$$\frac{1}{1 + i_a(T/360)}$$

para pagar \$1 en  $t + T$ .

b) En  $t$  compro dólares:

$$\frac{1}{1 + i_a(T/360)} \frac{1}{S_a(t)}$$

c) En  $t$  invierto en dólares y realizo un contrato forward para vender divisas en el periodo  $t + T$ .

d) En  $t + T$  obtengo:

$$\frac{1}{1 + i_a(T/360)} \frac{1}{S_a(t)} [1 + i_b^*(T/360)]$$

e) Vendo forward y obtengo:

$$\frac{1}{1 + i_a(T/360)} \frac{1}{S_a(t)} [1 + i_b^*(T/360)] F_b(t, T) \equiv A$$

Para evitar arbitraje:

$$A \leq 1 \quad \text{ó}$$

$$F_b(t, T) \leq S_a(t) \frac{1 + i_a(T/360)}{1 + i_b^*(T/360)} \equiv Y$$

2. Arbitraje pidiendo moneda extranjera:

a) Pido prestado:

$$\frac{1}{1 + i_a^*(T/360)}$$

de moneda extranjera para pagar \$1 en  $t + T$ .

b) Repito los mismos pasos de (1)

Al final obtengo:

$$\frac{1}{1 + i_a^*(T/360)} S_b(t) [1 + i_b(T/360)] \frac{1}{F_a(t, T)} \equiv B$$

Para evitar arbitraje:

$$B \leq 1 \quad \text{ó}$$

$$F_a(t, T) \geq S_b(t) \frac{1 + i_b(T/360)}{1 + i_a^*(T/360)} \equiv X$$

En conclusión se tienen que cumplir las siguientes condiciones:

$$F_b \leq Y$$

$$F_a \geq X$$

$$F_b < F_a$$

para que se evite la posibilidad de arbitraje.

**Problema. 2.6** Considere la siguiente información:<sup>5</sup>

$$\begin{aligned} S(t) &: \$0.4428 - 0.4438/\text{DM} \\ F(t, 30) &: \$0.4450 - 0.4460/\text{DM} \end{aligned}$$

	tasa pasiva		tasa activa
$i^*$	$5\frac{7}{8}\%$	-	$6\%$
$i$	$10\frac{11}{16}\%$	-	$10\frac{13}{16}\%$

¿Existe posibilidad de arbitraje?

*Respuesta.* Solo hay que verificar que se cumpla que:

$$F_b \leq Y$$

$$F_a \geq X$$

$$F_b < F_a$$

1. Pidiendo moneda doméstica:

$$\begin{aligned} F_b(t, 30) &= 0.4450 \\ Y &= 0.4438 \frac{1 + 0.10\frac{13}{16}(30/360)}{1 + 0.05\frac{7}{8}(30/360)} \\ Y &= 0.4452 \end{aligned}$$

---

<sup>5</sup>*Tasa pasiva.*- es la tasa vigente al día de hoy y *Tasa activa.*- es la tasa a la que me prestará el banco.

y se cumple que:

$$\begin{aligned} F_b &\leq Y \\ 0.4450 &\leq 0.4452 \end{aligned}$$

2. Pidiendo moneda extranjera:

$$\begin{aligned} F_a(t, 30) &= 0.4460 \\ X &= 0.4428 \frac{1 + 0.10 \frac{11}{16} (30/360)}{1 + 0.06 (30/360)} \\ X &= 0.4431 \end{aligned}$$

y también se cumple que:

$$\begin{aligned} F_a &\geq X \\ 0.4460 &\geq 0.4431 \end{aligned}$$

Como se cumplen las tres desigualdades:

$$\begin{array}{ccc} F_b \leq Y & F_a \geq X & F_b < F_a \\ 0.4450 \leq 0.4452 & 0.4460 \geq 0.4431 & 0.4450 < 0.4460 \end{array}$$

no hay posibilidad de arbitraje.

**Problema. 2.7** Usando los datos del ejercicio anterior suponga que una corporación desea hacer un pago en DM en 30 días. Explique cuál es la mejor forma de financiarse.

*Respuesta.* Hay dos maneras de financiarse: usando el mercado forward o utilizando el mercado de dinero.

a) Usando el mercado forward:

$$\begin{aligned} X &= \text{pago} \\ (X)F_a &= X(0.4460) \end{aligned}$$

b) Usando el mercado de dinero:

$$\frac{X}{1 + 5\frac{7}{8}\%(30/360)}$$

esto en pesos hoy:

$$\frac{X}{1 + 5\frac{7}{8}\%(30/360)}(0.4438)$$

en pesos a 30 días:

$$\frac{X}{1 + 5\frac{7}{8}\%(30/360)}(0.4438)\left[1 + 10\frac{11}{16}\%(30/360)\right]$$

$$\frac{X}{1 + 5\frac{7}{8}\%(30/360)}(0.4438)\left[1 + 10\frac{11}{16}\%(30/360)\right] > 0.4460$$

## 2.4. Estudios Empíricos

Alejandro M. Werner 1997. “Un Estudio Estadístico Sobre el Comportamiento de la Cotización del Peso Mexicano Frente al Dólar y de su Volatilidad”. *Documento de Investigación No. 9701*. Banco de México. (Marzo)

### 2.4.1. Objetivo

Estimar simultáneamente dos ecuaciones que explican:

- fluctuaciones diarias en el tipo de cambio
- volatilidad

para: México, Nueva Zelandia, Australia, Canadá, Suecia, Finlandia, Italia, Alemania, Japón, Suiza y Sudáfrica.

### 2.4.2. Resultado

Exceptuando los periodos de alta volatilidad cambiaria, tanto la volatilidad cambiaria como sus fluctuaciones a través del tiempo fueron similares en el caso del peso mexicano a las observadas en las divisas de los demás países.

### 2.4.3. Ecuaciones

Ecuación para el cambio en el tipo de cambio:

$$\Delta S_t = Z_t B + E_t$$

Ecuación para la volatilidad del tipo de cambio (GARCH):

$$V_t = \alpha_0 + \alpha_1 E_{t-1}^2 + \alpha_2 V_{t-1}$$

Donde  $V_t$  representa la varianza del error de pronóstico  $E_t$ .

¿Porqué un modelo GARCH?

- Cambios importantes en los fundamentos económicos provocan una alta incertidumbre sobre cambios en el futuro.
- La existencia de información asimétrica entre los participantes en el mercado cambiario.

### 2.4.4. Ecuaciones Estimadas

Ecuación para la variación del tipo de cambio:

$$\Delta S_t = C_0 + C_1 \Delta S_{t-1} + \sum_{i=1}^4 d_i D_i + \sum_{j=1}^{23} M_j m_j + \gamma \sqrt{V_t} + E_t \quad (2.1)$$

$$V_t = \alpha_0 + \alpha_1 V_{t-1} + \alpha_2 E_{t-1}^2 + \sum_{i=1}^4 d_i D_i + \sum_{j=1}^{23} M_j m_j \quad (2.2)$$

donde:

$D_i$  = variable dummy para cada día de la semana

$m_i$  = variable dummy para cada día del mes

### 2.4.5. Resultados

- No hay evidencia de un efecto significativo de la volatilidad cambiaria sobre el nivel de las fluctuaciones del tipo de cambio.
- En México, los días lunes el tipo de cambio se deprecia en menor medida que los demás días.
- La volatilidad observada durante los días viernes, es menor a la observada durante los demás días de la semana.
- El tipo de cambio peso/dólar se comportó durante el bienio 1995-1996 de manera similar a como lo hicieron otras divisas sujetas a un régimen de flotación.

# Capítulo 3

## El Mercado de Futuros de Divisas

### 3.1. Introducción

**Definición.** Un contrato a *futuro* es un acuerdo de compra-venta entre dos partes, en una fecha futura especificada de antemano, a un precio acordado en el momento en que se pacta la operación.

El agente que compra el contrato se dice que asume una posición larga (una cobertura larga será lo apropiado cuando el agente sepa que va a tener que comprar cierto activo en el futuro y quiera asegurar desde ahora el precio que pagará por él).

Mientras que el agente que la vende asume una posición corta (una cobertura corta es lo apropiado cuando el agente ya posee un activo y espera venderlo en algún momento en el futuro).

Los futuros pueden ser usados para dos fines: formación del precio spot y cobertura contra cambios inesperados en precios.

## 3.2. Características

- Los futuros se comercian en lugares regulados (mercados o bolsas de derivados).

El más importante mercado de derivados es el International Money Market (IMM) del Chicago Mercantile Exchange.

- Los cambios en el precio de futuros originan flujos de efectivo cada día (marking to market) en que el mercado esté abierto.

**Problema. 3.1** El precio de futuros de DM de octubre a diciembre cambia de \$0.7071/DM a \$0.7150/DM. Mientras que el contrato forward de dos meses ( $T = 61$ ) cambia de \$0.7071/DM a \$0.7145/DM. Calcule los cambios en el valor relativo en los dos casos. (Asuma que la tasa de euro-DM de dos meses es de 9.1875 %).

*Respuesta.* Asumiendo que la tasa de euro-DM es constante, tenemos:

En Futuros	En Forward
$F(t, 0) = 0.7071$	$Z(t, 0) = 0.7071$
$F(t, 61) = 0.7150$	$Z(t, 61) = 0.7145$
$\Rightarrow$	$\Rightarrow$
$F(t, 61) - F(t, 0)$	$Z(t, 61) - Z(t, 0)$
$= 0.0079$	$= 0.0074$

Por lo tanto:

Si optamos por futuros, tendríamos una ganancia de \$0.0079/DM por contrato de futuro.

Y si optamos por forward, tendríamos una ganancia de \$0.0074/DM por contrato forward.

¿Son iguales los precios de futuros y forward? Si las tasas de interés son constantes o conocidas la respuesta es si (por el arbitraje). (La prueba se da más adelante). Aunque estudios posteriores muestran lo contrario, que no son iguales los precios de futuros y forward.

- Un margen debe ser depositado en el mercado de futuros para garantizar los pagos. Este se deposita en la Cámara de Compensación (Clearing House).

**Definición.** La cantidad por contrato que tienes que depositar con el operador de piso (broker) es llamado *margen*.

El margen está asociado con la volatilidad del precio del subyacente (divisas). Es negociable, varía de broker a broker. El mínimo lo establece la Cámara de Compensación y el broker verá si pide el mínimo (persona confiable) o más del mínimo (persona no conocida).

Hay dos tipos de margen:

*inicial*: cantidad de dinero que debe ser depositada cuando un contrato es abierto.

*de mantenimiento*: nivel mínimo al cual el margen es permitido a caer antes de que dinero adicional sea agregado a la cuenta.

- Los contratos de futuros son comercializados en cantidades estandarizadas (múltiplos del tamaño de un contrato estandarizado).
- Los contratos de futuro expiran en intervalos estandarizados. En el IMM en marzo, junio, septiembre y diciembre.

**Definición.** El mes durante el cual un contrato expira se conoce como *mes spot*.

En el mes spot se realizan los envíos.

**Definición.** El proceso de transferir un depósito bancario de divisas en retorno de un depósito en moneda doméstica es conocido como *envío* (delivery).

Los envíos toman lugar el tercer miércoles del mes spot en el IMM, si éste no es un día laboral, el siguiente día laboral.

El comercio en un contrato termina dos días antes del día de envío.

- Los contratos de futuros son comercializados en el piso de remates del mercado de derivados.
- Se puede “matar” o “cancelar” una posición en el mercado de futuros por realizar la operación inversa, es necesaria la contraparte para poder realizar ésta posición. Sólo importan las posiciones netas.

- Hay un movimiento mínimo permitido de precio entre comercio llamado *puja*.
- El comercio de futuros es regulado por una comisión especial. En México dicha comisión está integrada por el Banco de México, la Comisión Nacional Bancaria y de Valores y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

### 3.3. Comercio de Futuros

- Hay dos formas de comprar y vender futuros:
  1. Ordenes de límite: compra y venta a precios preestablecidos.
  2. Ordenes de mercado: compra y venta a precios prevalecientes.
- Sólo un precio de mercado. Esto hace que en ocasiones los precios de los futuros sean tomados como referencia para establecer los precios spot. En Estados Unidos alrededor del 10 por ciento de los bancos hacen esto.
- Los precios son públicos. Toman prioridad el precio de compra más alto y el de venta más bajo.
- Existen hacedores de mercado (marketmakers) llamados *scalpers*, por lo que también existen diferenciales de compra/venta.

### 3.4. Cobertura con Futuros

Una posición en moneda extranjera presenta riesgo cambiario. Éste riesgo puede ser enfrentado con una cobertura con futuros. Para que dicha cobertura sea perfecta debe cumplir los siguientes requisitos:

- Cuando el activo subyacente pierda valor, la posición de futuros debe generar un flujo de efectivo positivo.

- La posición de futuros debe cambiar uno-a-uno (pero teniendo el signo opuesto) con el valor de la posición subyacente siendo cubierta.
- El precio de futuros se debe mover uno-a-uno con el spot o precio de la moneda subyacente.
- El precio del futuro y del spot se mueven en la misma dirección.

$$\frac{\partial Z}{\partial S} > 0$$

**Ejemplo.** Si el portafolio consiste de una posición larga de una unidad de moneda extranjera, la cobertura se realiza con una posición corta de futuros de esa moneda. El cambio en el valor del portafolio sería:

$$\begin{aligned} \Delta V &= \Delta S - \Delta Z \\ \text{Sólo sí } \Delta S &= \Delta Z \text{ entonces } \Delta V = 0 \end{aligned}$$

Para que no haya cambio en el valor del portafolio se necesita que el cambio en la base (basis) sea cero:

$$base = S - Z$$

Como nada garantiza que la base es siempre cero, existe un *riesgo de base*, es decir, la cobertura con futuros nunca va a eliminar enteramente el riesgo cambiario.

**Problema. 3.2 a)** Suponga que compra un activo con valor de £62,500 y toma una posición corta de contratos de futuros para contrarrestarlo. El tipo de cambio spot y el precio de futuros de libras cambian de la siguiente manera en un lapso de 30 días:

$$\begin{aligned} S(t) &= \$1.1545/\text{£} \\ S(t+30) &= \$1.1350/\text{£} \\ Z(t) &= \$1.1620/\text{£} \\ Z(t+30) &= \$1.1460/\text{£} \end{aligned}$$

Calcule la pérdida o ganancia neta en  $t + 30$ .

*Respuesta. a)* Compro el activo de £62,500 a un tipo de cambio de \$1.1545/£

$$£62,500 \times \$1.1545/\text{£} = \$72,156.25$$

para contrarrestarlo tomo una posición corta en futuros a 30 días.

El precio del activo en 30 días es:

$$£62,500 \times \$1.1460/£ = \$71,625$$

entonces recibo  $\$1.1460/£$  por el contrato de venta.

Por lo tanto tengo una ganancia de:

$$\$72,156.25 - \$71,625 = \$531.25$$

**b)** Ahora suponga con los mismos datos, que tendrá que comprar un activo con valor de  $£62,500$  en 30 días para lo cual tomo una posición larga de contratos de futuros para contrarrestarlo.

Calcule la pérdida o ganancia neta en  $t + 30$ .

*Respuesta.* **b)** Primero nos aseguramos que dentro de 30 días el precio del futuro será:

$$Z(t + 30) = \$1.1460/£$$

$\Rightarrow$

$$£62,500 \times \$1.1460/£ = \$71,625$$

para contrarrestarlo tomo una posición larga en futuros a 30 días.

Pero tenemos que a los 30 días el precio realmente es otro:

$$S(t + 30) = \$1.1350/£$$

$\Rightarrow$

$$£62,500 \times \$1.1350/£ = \$70,937.5$$

entonces recibo  $\$1.1350/£$  por el contrato de compra.

Por lo tanto tengo una pérdida de:

$$\$71,625 - \$70,937.5 = \$687.5$$

### 3.4.1. Riesgo de una cobertura con futuros

El riesgo de una posición cubierta comparada a una posición subyacente no cubierta puede ser obtenida con:

$$Rc = 100 \sqrt{\frac{\text{var}(\Delta V)}{\text{var}(\Delta S)}}$$

Donde  $Rc$  representa el riesgo de cobertura como porcentaje del riesgo abierto.

**Problema. 3.3** Suponga que  $\Delta S$  y  $\Delta Z$  tienen la misma varianza y una correlación de 0.95. Calcule el riesgo de la cobertura.

*Respuesta.*

- Si  $\text{var}(\Delta V) = \text{var}(\Delta S)$  no sirve la cobertura.  
 $\Rightarrow Rc = 100\%$
- Si  $\text{var}(\Delta V) = 0$   
 $\Rightarrow Rc = 0$  puedo hacer una cobertura perfecta.  
 $\Rightarrow \Delta V$  es determinístico, es constante.

### 3.4.2. Relación entre precios futuros y spot

Los precios de futuros están relacionados a precios spot por la paridad de interés:

$$Z(t, T) = bS(t)$$

donde  $Z(t, T)$  representa el precio de un contrato futuro en el periodo  $t$  con fecha de entrega  $t + T$ :

$$b = \frac{1 + i(T/360)}{1 + i^*(T/360)}$$

donde  $b$  = delta del futuro.

Si  $T \rightarrow 0 \Rightarrow b \rightarrow 1$ , por lo tanto cuando el contrato madura  $Z = S$ . De otro modo el arbitraje lo provocaría.

Si  $Z(t, T) \neq S(t) \Rightarrow Z(t, T)$  y  $S(t)$  se moverán de manera distinta. Por ejemplo, si  $b > 1 \Rightarrow \Delta Z > \Delta S(t)$ , es decir, se requieren una menor cantidad de futuros de divisas que la cantidad de moneda subyacente.

Si la paridad de interés se cumple con los contratos de futuros, entonces  $\Delta Z = b\Delta S$ . Esto implica que si se toma una posición larga de una unidad de divisa, la cantidad óptima de contratos de futuros será  $(1/b)$ . La posición neta sería (valor del portafolio):

$$V = S - (1/b)Z$$

Si hay un cambio en el tipo de cambio tenemos:

$$\Delta V = \Delta S - (1/b)\Delta Z = \Delta S - (1/b)b\Delta S = 0$$

**Ejemplo.**

$$\begin{aligned} Z &= 2S \\ \Delta Z &= 2\Delta S \\ \$1 &\Rightarrow \text{vende } 0.5 \text{ futuros} \end{aligned}$$

**Problema. 3.4** El tipo de cambio spot es de \$9.5/\$ y el futuro de dólares en el MEXDER es de \$10.0/\$.

*Respuesta.*

1. Calcule la delta del futuro  $b$ .

$$\begin{aligned} Z(t, T) &= bS(t) \\ b &= \frac{Z(t, T)}{S(t)} \\ b &= \frac{\$10.0/\$}{\$9.5/\$} \\ b &= \$1.0526/\$ \end{aligned}$$

2. Si quiere cubrir una posición de 500 mil dólares, y cada contrato a futuro de dólares es de \$10,000. ¿Cuántos contratos necesita?

Primero hay que saber a cuánto equivalen los \$10,000 en dólares:

$$\frac{\$10,000}{\$10/\$} = \$1,000$$

para así después saber con cuántos contratos cubro la posición:

$$\frac{\$500,000}{\$1,000} = 500 \text{ contratos}$$

### 3.4.3. Cálculo del riesgo en una cobertura delta

La delta del futuro ( $b$ ) puede ser estimada económicamente usando:

$$\Delta Z = b\Delta S + e$$

donde  $e$  es el término de error.

Sea  $\beta$  el estimador de  $b$ . Si la relación entre el precio del futuro y el spot está dada por la paridad de interés, y si se compra la cantidad óptima de futuros de acuerdo a ésta condición, entonces el cambio en el valor del portafolio por unidad de divisa es:

$$\begin{aligned} \Delta V &= \Delta S - \left(\frac{1}{\beta}\right)\Delta Z \\ &= \Delta S - \left(\frac{1}{\beta}\right)(\beta\Delta S + e') \\ &= -\left(\frac{1}{\beta}\right)e' \end{aligned}$$

Si el error  $e' = 0 \Rightarrow$  el cambio en el valor del portafolio es cero, y la cobertura es perfecta.

El riesgo de cobertura se puede obtener usando:

$$var(\Delta V) = -\left(\frac{1}{\beta}\right)^2 var(e')$$

Por lo tanto el riesgo de cobertura es:

$$Rc = 100 \sqrt{\frac{\text{var}(\Delta V)}{\text{var}(\Delta S)}} = \sqrt{\frac{\text{var}(e')}{\beta^2 \text{var}(\Delta S)}}$$

### 3.5. Relación entre los precios forward y de futuros

Hasta el momento hemos asumido que los precios de los contratos forward y de futuros son iguales. Diferentes estudios empíricos han demostrado que las diferencias entre dichos precios son estadísticamente poco significativas. A nivel teórico, sólo cuando las tasas de interés son constantes y las mismas para todas las maduraciones, o en general cuando las tasas de interés son una función conocida del tiempo, los precios de los forwards y futuros se igualan. Estos precios no tienen porque ser los mismos cuando las tasas de interés son impredecibles, tal y como ocurre en el mundo real.

A continuación demostraremos que cuando las tasas de interés son constantes, entonces los precios de los forwards y futuros son iguales.

#### 3.5.1. Supuestos

- Existe un sólo tipo de bono el cual madura en un día.
- La tasa de interés es constante (el bono está libre de riesgo).
- $Z(t + T)$  es el precio de un contrato a futuro en el periodo  $t$  con vencimiento en el periodo  $T$ .
- El rendimiento obtenido al invertir en bonos se reinvierte día a día, salvo que se utilice para pagar alguna pérdida incurrida por el cambio en el precio de los contratos a futuro.
- Las ganancias obtenidas por el cambio en el precio de los contratos a futuro, se invierten en la compra de bonos.

- Si el individuo decide comprar futuros, entonces mantendrá al inicio del periodo  $t$  ( $0 < t < T$ ) una posición de futuros igual a:

$$\left[1 + i\left(\frac{1}{360}\right)\right]^t$$

Por ejemplo, al inicio del periodo 0 tendrá sólo un contrato:

$$\left[1 + i\left(\frac{1}{360}\right)\right]^0 = 1$$

### 3.5.2. Prueba

1. Demostraremos que si la tasa de interés es constante, entonces el arbitraje garantiza que  $Z(0, T) = F(0, T)$ .
2. Si alguien decide invertir en futuros, su pérdida o ganancia en cada periodo estará dada por:

$$[Z(t, T) - Z(t - 1, T)] \left[1 + i\left(\frac{1}{360}\right)\right]^t$$

3. El valor de cada pérdida (o ganancia) al final del periodo  $T$  se obtiene usando un interés compuesto:

$$\begin{aligned} & [Z(t, T) - Z(t - 1, T)] \left[1 + i\left(\frac{1}{360}\right)\right]^t \left[1 + i\left(\frac{1}{360}\right)\right]^{T-t} \\ &= [Z(t, T) - Z(t - 1, T)] \left[1 + i\left(\frac{1}{360}\right)\right]^T \end{aligned}$$

4. El valor total de ésta estrategia al final del día  $T$  (suma de todos los flujos) es:

$$\sum_{t=1}^T [Z(t, T) - Z(t - 1, T)] \left[1 + i\left(\frac{1}{360}\right)\right]^T$$

Es decir:

$$\begin{aligned} & \{ [Z(1, T) - Z(0, T)] + [Z(2, T) - Z(1, T)] + \dots + \\ & + [Z(T, T) - Z(T - 1, T)] \} \left[1 + i\left(\frac{1}{360}\right)\right]^T \\ &= [Z(T, T) - Z(0, T)] \left[1 + i\left(\frac{1}{360}\right)\right]^T \end{aligned}$$

5. Una inversión de  $Z(0, T)$  en bonos en el periodo inicial combinada con la estrategia descrita produce:

$$\begin{aligned} & [Z(0, T)] \left[ 1 + i \left( \frac{1}{360} \right) \right]^T + [Z(T, T) - Z(0, T)] \left[ 1 + i \left( \frac{1}{360} \right) \right]^T \\ &= [Z(T, T)] \left[ 1 + i \left( \frac{1}{360} \right) \right]^T \end{aligned}$$

en el periodo  $T$ .

6. Como en la fecha de expiración  $Z(T, T) = S(T)$ , la inversión produce:

$$S(T) \left[ 1 + i \left( \frac{1}{360} \right) \right]^T$$

7. Considere ahora una inversión de  $F(0, T)$  en bonos y una posición larga (compra) de forwards de  $[1 + i(\frac{1}{360})]^T$  contratos forward. El valor de ésta inversión en el periodo  $T$  es:

$$\begin{aligned} & F(0, T) \left[ 1 + i \left( \frac{1}{360} \right) \right]^T + [S(T) - F(0, T)] \left[ 1 + i \left( \frac{1}{360} \right) \right]^T \\ &= S(T) \left[ 1 + i \left( \frac{1}{360} \right) \right]^T \end{aligned}$$

8. Se tienen dos estrategias de inversión: una que requiere un gasto inicial de  $Z(0, T)$  y otra que requiere uno de  $F(0, T)$ . Como ambas producen el mismo rendimiento, el arbitraje garantiza que:

$$Z(0, T) = F(0, T)$$

En otras palabras, el precio de futuros y el precio de forwards son idénticos. Ésto se cumple con tasa de interés constante y conocida (pero en la realidad ésto no sucede).

# Capítulo 4

## Opciones de Divisas

### 4.1. Tipos de Opciones

Las opciones te dan derecho, pero no la obligación, de hacer algo.

Hay dos tipos de opciones: opciones para comprar (“calls”) y opciones para vender (“put”).

Opciones  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Call} \left\{ \begin{array}{l} \text{“da al comprador el derecho más no la obligación de} \\ \text{comprar una cantidad específica de una divisa a cambio} \\ \text{de otra a un precio determinado (strike price)”} \end{array} \right. \\ \text{Put} \left\{ \begin{array}{l} \text{“da al comprador el derecho más no la obligación de} \\ \text{vender una cantidad específica de una divisa a cambio} \\ \text{de otra a un precio determinado (strike price)”} \end{array} \right. \end{array} \right.$

Cada una de éstas opciones puede ser usada en una fecha específica ( *europea*) o en cualquier momento antes de la fecha especificada ( *americana*).

Las opciones de divisas pueden ser divididas en tres categorías:

- opciones en el mercado spot.

- opciones sobre futuros de divisas.
- opciones de estilo-futuro (futures-style options).

#### 4.1.1. Opciones sobre el Mercado Spot

**Definición.** Una *opción call americana sobre el mercado spot* es un contrato entre un comprador y un escritor de tal manera que el comprador de la call paga un precio (el premio) al escritor para adquirir el derecho, pero no la obligación, para comprar una cantidad dada de una moneda al escritor a un precio de compra (exercise o strike price) establecido en términos de una segunda moneda, en o antes de la fecha establecida (la fecha de maduración o en que expira).

Una *put americana sobre el mercado spot* es similar, excepto que da el derecho de vender una cantidad dada de moneda.

Una *opción europea* difiere de una opción americana en que puede ser ejercida (usada) sólo en la fecha en que expira.

#### 4.1.2. Opciones sobre Futuros de Divisas

**Definición.** Una *call sobre futuros* es un contrato entre un comprador y un escritor de tal manera que el comprador de la call paga un precio (el premio) al escritor para adquirir el derecho, pero no la obligación, para asumir una posición larga de contratos de futuro de divisas a un precio de apertura (strike price) establecido en términos de una segunda moneda.

Una *put sobre futuros* similarmente da el derecho para establecer una posición corta en un contrato de futuros de divisas a un precio dado por el precio de ejercicio de la opción.

### 4.1.3. Opciones de Estilo-Futuro (Futures-style options)

**Definición.** Una *call de estilo futuro sobre el mercado spot* es un contrato entre un comprador y un escritor de tal manera que el que compra la call acuerda pagar un flujo de efectivo diario al escritor en una cantidad igual a cualquier disminución en el valor de mercado de la call, el escritor de la call acuerda pagar un flujo de efectivo diario al comprador en un monto igual a cualquier aumento en el valor de mercado de la call, y además el escritor da al comprador de la call el derecho, pero no la obligación, para comprar una cantidad dada (size) de una moneda al escritor al precio de compra (strike price) establecido en términos de una segunda moneda.

Una *put estilo futuro en el mercado spot* es similar, excepto en que el valor en cuestión es el valor put, y un put da el derecho a vender.

Tanto el comprador como el escritor de una opción tipo futuro (call o put) establecen un margen (margin), justo como es hecho con un contrato ordinario de futuros. El margen es un bono que asegura que el perdedor paga cada día.

**Problema. 4.1** Suponga que una firma “compra” (asume posición larga) una opción put de tipo futuro sobre £25,000 a un precio de ejercicio (strike price) de \$1.35/£. Suponga que el precio de la opción en ese momento es \$0.0265/£. Calcule el flujo de efectivo si el precio de la opción se mueve a \$0.0375/£. ¿Quién recibe éste flujo de efectivo?

*Respuesta.* Al moverse el precio de la opción de \$0.0265/£ a \$0.0375/£ la firma decide ejercer la opción obteniendo:

$$\begin{aligned} & \text{£}25,000 \times (\text{\$}1.35/\text{£} - \text{\$}0.0375/\text{£}) \\ &= \text{£}25,000 \times (\text{\$}1.3125/\text{£}) \\ &= \text{\$}32,812.5 \end{aligned}$$

más una posición corta en el contrato de futuros valorada en:

$$\begin{aligned} & \text{£}25,000 \times (\text{\$}0.0375/\text{£} - \text{\$}0.0265/\text{£}) \\ &= \text{£}25,000 \times (\text{\$}0.011/\text{£}) \\ &= \text{\$}275 \end{aligned}$$

Si ésta posición se cierra inmediatamente el beneficio total de la firma será de:

$$\$32,812.5 + \$275 = \$33,087.5$$

Nota: *Se ignoran costes de transacción.*

## 4.2. Mercado de Opciones de Divisas

Para septiembre de 1990, el mercado de opciones de divisas consistió de un mercado interbancario centrado en Londres, Nueva York y Tokio, y en el comercio basado en mercados centrado en Philadelphia (el PHLX) y Chicago (el CME).

Las opciones comercializadas en Chicago o Philadelphia se intercambian por tamaños estandarizados, que suelen ser múltiplos de contratos de futuros de divisas.

Las fechas en que expiran la mayoría de los contratos de divisas corresponden a las fechas de entrega de los futuros de divisas en el IMM (marzo, junio, septiembre y diciembre).

El precio de ejercicio de una opción en el PHLX o CME es establecido como el precio en centavos de U.S. de una unidad de moneda doméstica.

Las opciones de mostrador (over-the-counter options), pueden ser hechas a la medida en cuanto a tamaño, maduración y precio de ejercicio.

Como en los contratos de futuros, las opciones comercializadas en mercados especializados son registradas con una Cámara de Compensación (la Chicago Mercantile Exchange Clearing House y la Options Clearing Corporation en Philadelphia) que garantiza los pagos tanto de las posiciones largas como de las cortas de puts y calls.

### 4.3. Opciones de Divisas (FX Options) como Medio de Cobertura

Para propósitos de cobertura, las opciones de divisas pueden ser vistas como un seguro del tipo de cambio.

Tanto las opciones de divisas en el mercado spot y las opciones de divisas en el mercado de futuros pueden ser consideradas como tipos de seguro en contra de movimientos adversos en el tipo de cambio.

Un individuo que desea vender moneda extranjera puede usar opciones put en el mercado spot para establecer un precio mínimo sobre el valor en la moneda doméstica de la moneda extranjera.

**Problema. 4.2** Calcule el precio mínimo que se puede establecer para la £ con una opción put con precio de ejercicio de \$0.40/£ y costo de \$0.01/£. (Nota: no tome en cuenta ajustes por tasa de interés y comisiones).

*Respuesta.*

$$\begin{aligned}\text{precio}_\text{mínimo} &= \$0.40/\text{£} - \$0.01/\text{£} \\ &= \$0.39/\text{£}\end{aligned}$$

Opciones de divisas call en el mercado spot pueden ser utilizadas como un seguro para establecer un precio tope en el coste en moneda doméstica de la divisa.

**Problema. 4.3** Considere una opción call sobre una libra con un precio de ejercicio de \$0.40/£ y un costo (premio) de \$0.01/£. Calcule el precio máximo de una libra para el poseedor de la opción call. (Nota: no tome en cuenta ajustes por tasa de interés y comisiones).

*Respuesta.*

$$\begin{aligned}\text{precio}_\text{máximo} &= \$0.40/\text{£} + \$0.01/\text{£} \\ &= \$0.41/\text{£}\end{aligned}$$

## 50 Opciones de Divisas (FX Options) como Medio de Cobertura

---

**Problema. 4.4** Un importador en E.U. tendrá un gasto de efectivo neto de £250,000 en pago por bienes importados. La fecha de pago no es conocida con certidumbre, pero debería ocurrir a finales de noviembre. El 16 de septiembre el importador establece un tope a su compra en libras al comprar ocho PHLX calls estilo americano sobre libras, con un precio strike de \$1.50/£ y que expiran en diciembre. El premio de la opción en esa fecha es \$0.0220/£ y hay una comisión para el broker de \$4 por contrato de opción.

*Respuesta.* Antes de empezar a responder las preguntas es necesario saber a cuánto equivale un contrato de PHLX calls sobre libras.

$$1 \text{ contrato} = \frac{\text{£}250,000}{8} = \text{£}31,250$$

1. Calcule el precio tope (ceiling price) del importador.

$$\begin{aligned} \text{precio\_máximo} &= \text{precio strike} + \text{prima} + \text{comisión del broker} \\ &= \$1.50/\text{£} + \$0.0220/\text{£} + \frac{\$4}{\text{£}31,250} \\ &= \$1.522/\text{£} + \$0.000128/\text{£} \\ &= \$1.52213/\text{£} \end{aligned}$$

2. Suponga que el tipo de cambio spot el día de pago en noviembre es de \$1.46/£. La comisión del broker es de \$4.00 por la venta de cada contrato, cuyo valor es de \$100.00. Calcule el costo de cada libra al momento de pago.

(Ignore cualquier ajuste por tasa de interés).

$$\begin{aligned} \text{Costo\_libra} &= \text{spot} + \text{prima} + \text{broker} - \overset{(\text{broker})}{\text{venta de opciones}} + \text{broker} \\ &= \$1.46/\text{£} + \$0.0220/\text{£} + \frac{\$4}{\text{£}31,250} - \frac{100}{31,250} + \frac{\$4}{\text{£}31,250} \\ &= \$1.4791/\text{£} \end{aligned}$$

3. ¿Cómo se hubiera modificado su cálculo si toma en cuenta que la tasa de interés del 16 de noviembre al día de noviembre en que el importador compra los dólares es de 3%?

(Obtenga el costo total de cada libra al momento en que el importador compra los dólares).

$$\begin{aligned}
 C_{-1} &= \text{spot} + [\text{prima} + \text{broker}](\text{interés}) - \overset{(\text{broker})}{\text{venta de opciones}} + \text{broker} \\
 &= \$1.46/\text{£} + [\$0.0220/\text{£} + \frac{\$4}{\text{£}31,250}](1 + 0.03) - \frac{100}{31,250} + \frac{\$4}{\text{£}31,250} \\
 &= \$1.4797/\text{£}
 \end{aligned}$$

4. Calcule el valor de cada libra utilizando los datos del ejercicio anterior pero asumiendo que el tipo de cambio spot al momento de realizar el pago es de \$1.55/£, y la comisión por ejercer cada contrato es \$4.00.

$$\begin{aligned}
 C_{-1} &= \text{spot} + [\text{prima} + \text{broker}](\text{interés}) + \text{broker} \\
 &= \$1.55/\text{£} + [\$0.0220/\text{£} + \frac{\$4}{\text{£}31,250}](1 + 0.03) + \frac{\$4}{\text{£}31,250} \\
 &= \$1.5729/\text{£}
 \end{aligned}$$

**Problema. 4.5** Una compañía japonesa quiere establecer un valor mínimo en yens de \$50 millones, ésta cantidad va a ser vendida entre el 1o. de julio y el 31 de diciembre. Debido a que la compañía desea vender dólares y obtener yens, la compañía comprará opciones put en dólares, con un precio de ejercicio establecido en yens. Suponga que la compañía compra de su banco una put sobre \$50 millones con un precio strike de ¥230/\$. La put es americana y no tiene valor de reventa. La compañía paga un premio de ¥4/\$. Asuma que no hay comisiones adicionales que se tengan que pagar al banco.

*Respuesta.*

1. Calcule el costo mínimo de cada dólar.

$$\begin{aligned}
 \text{precio}_- \text{mínimo} &= \text{¥}230/\text{\$} - \text{¥}4/\text{\$} \\
 &= \text{¥}226/\text{\$}
 \end{aligned}$$

2. Suponga que el yen cae a ¥245/\$. Calcule el valor de cada dólar ignorando cualquier ajuste por tasa de interés.

$$\begin{aligned}
 \text{costo}_- \text{dólar} &= \text{spot} - \text{prima} \\
 &= \text{¥}245/\text{\$} - \text{¥}4/\text{\$} \\
 &= \text{¥}241/\text{\$}
 \end{aligned}$$

3. Suponga que el yen sube a ¥215/\$. Calcule el valor de cada dólar ignorando cualquier ajuste por tasa de interés.

$$\begin{aligned} \text{costo\_dólar} &= \text{spot} - \text{prima} \\ &= \text{¥215}/\$ - \text{¥4}/\$ \\ &= \text{¥211}/\$ \end{aligned}$$

#### 4.4. Emisión de una Opción de Divisas

El siguiente problema ilustra la manera como el escribir opciones puede ayudar a reducir pérdidas derivadas de fluctuaciones en el tipo de cambio.

**Problema. 4.6** Una empresa americana de petróleo que comercia con Canadá va a recibir Can\$300 millones durante los siguientes 180 días. La empresa decide escribir opciones call estilo europeo para reducir la pérdida que sufriría si el dólar canadiense se deprecia respecto al dólar americano. La estrategia es muy sencilla, si el dólar canadiense se deprecia nadie ejercería las opciones y la pérdida de la empresa se ve reducida por el premio recibido por las opciones. Si el dólar canadiense se aprecia, el público ejercería las opciones, y la empresa no perdería dado que el dólar canadiense se apreció. Para ver ésto con más detalle, suponga que la empresa escribe opciones PHLX que expiran en seis meses. El tipo de cambio spot es \$0.75/Can\$, mientras que el tipo de cambio forward a seis meses es \$0.7447/Can\$. La comisión del broker es de \$4 por opción y se escriben 6,000 opciones. Si las opciones son ejercidas la comisión cobrada por la Cámara de Compensación es de \$35 por opción.

*Respuesta.* Primero hay que saber cuánto vale un contrato de PHLX calls sobre dólares canadienses.

$$1 \text{ contrato} = \frac{\text{Can\$}300,000,000}{6,000} = \text{Can\$}50,000$$

\* precio al que se fijó:

$$\begin{aligned}\text{Costo\_ Can\$} &= \text{spot} + \text{broker} + \text{cámara} \\ &= \$0.75/\text{Can\$} + \frac{\$4}{\text{Can\$}50,000} + \frac{\$35}{\text{Can\$}50,000} \\ &= \$0.75078/\text{Can\$}\end{aligned}$$

\* precio en 180 días:

$$\begin{aligned}\text{Costo\_ Can\$} &= \text{forward} + \text{broker} + \text{cámara} \\ &= \$0.7447/\text{Can\$} + \frac{\$4}{\text{Can\$}50,000} + \frac{\$35}{\text{Can\$}50,000} \\ &= \$0.74548/\text{Can\$}\end{aligned}$$

Por lo tanto no se ejercen las opciones debido a la depreciación del Can\$, la empresa americana sólo pierde lo que gastó por el costo de las opciones.

Nota: *Se desconoce el costo de las opciones.*

- Suponga que la empresa decide establecer un precio strike de \$0.74/Can\$, y que el precio de éste tipo de opciones es de \$598.50. Calcule la ganancia neta de la empresa obtenida por haber escrito las opciones si el tipo de cambio es \$73/Can\$ en la fecha en que expiran las opciones. (Ignore ajustes por tasa de interés).

\* precio al que se fijó:

$$\begin{aligned}\text{Costo\_ Can\$} &= \text{spot} + \text{prima} + \text{broker} + \text{cámara} \\ &= \$0.74/\text{Can\$} + \$598.5 + \frac{\$4}{\text{Can\$}50,000} + \frac{\$35}{\text{Can\$}50,000} \\ &= \$599.24078/\text{Can\$}\end{aligned}$$

\* precio en 180 días:

$$\begin{aligned}\text{Costo\_ Can\$} &= \text{forward} + \text{prima} + \text{broker} + \text{cámara} \\ &= \$0.73/\text{Can\$} + \$598.5 + \frac{\$4}{\text{Can\$}50,000} + \frac{\$35}{\text{Can\$}50,000} \\ &= \$599.23078/\text{Can\$}\end{aligned}$$

Por lo tanto no se ejercen las opciones debido a la depreciación del Can\$.

La empresa pierde lo que gastó por el costo de las opciones:

$$\left( \begin{array}{c} \text{costo} \\ \text{opción} \end{array} \right) * \left( \begin{array}{c} \text{opciones} \\ \text{escritas} \end{array} \right) = (\$598.5) * (6,000) = \$3,591,000$$

2. Use los datos del inciso anterior pero ahora asuma que el tipo de cambio es \$75/Can\$ en la fecha en que expiran las opciones. Calcule la ganancia neta de la empresa por haber escrito opciones. (Ignore ajustes por tasa de interés).

\* precio al que se fijó:

$$\$599.24078/\text{Can\$}$$

\* precio en 180 días:

$$\begin{aligned} \text{Costo\_ Can\$} &= \text{forward} + \text{prima} + \text{broker} + \text{cámara} \\ &= \$0.75/\text{Can\$} + \$598.5 + \frac{\$4}{\text{Can\$50,000}} + \frac{\$35}{\text{Can\$50,000}} \\ &= \$599.25078/\text{Can\$} \end{aligned}$$

Por lo tanto se ejercen las opciones debido a la apreciación del Can\$.

La ganancia de la empresa americana es:

$$\$599.25078/\text{Can\$} - \$599.24078/\text{Can\$} = \$0.01/\text{Can\$}$$

3. Utilice los datos del ejercicio anterior pero ahora asuma que el tipo de cambio spot es de \$80/Can\$ en el momento en que las opciones expiran. Calcule la ganancia neta.

\* precio al que se fijó:

$$\$599.24078/\text{Can\$}$$

\* precio en 180 días:

$$\begin{aligned} \text{Costo\_ Can\$} &= \text{forward} + \text{prima} + \text{broker} + \text{cámara} \\ &= \$0.80/\text{Can\$} + \$598.5 + \frac{\$4}{\text{Can\$50,000}} + \frac{\$35}{\text{Can\$50,000}} \\ &= \$599.30078/\text{Can\$} \end{aligned}$$

Por lo tanto se ejercen las opciones debido a la apreciación del Can\$.

La ganancia de la empresa americana es:

$$\$599.30078/\text{Can\$} - \$599.24078/\text{Can\$} = \$0.06/\text{Can\$}$$

Dos conclusiones pueden ser obtenidas:

- Entre más bajo es el strike price, más grande es la posibilidad de que las opciones sean ejercidas y por lo tanto más certeza tiene la empresa de lo que va a obtener por las opciones.
- Entre más bajo es el precio strike, menor es la ganancia que se puede obtener por la apreciación de la moneda extranjera.

Por lo tanto, es muy importante fijar un “adecuado” precio strike, el cual dependerá del pronóstico que se tenga del tipo de cambio spot al momento en que las opciones expiren. Por lo anterior, resulta muy importante tener un buen pronóstico del tipo de cambio, lo cual va a ser analizado más adelante.

## 4.5. Precio de Opciones

### 4.5.1. Algunos principios elementales

La notación que vamos a utilizar es la siguiente:

- $C(t)$  = precio en moneda doméstica de una opción americana call sobre una unidad de moneda extranjera spot.
- $P(t)$  = precio en moneda doméstica de una opción americana put sobre una unidad de moneda extranjera spot.
- $c(t)$  = precio en moneda doméstica de una opción europea call sobre una unidad de moneda extranjera spot.
- $p(t)$  = precio en moneda doméstica de una opción europea put sobre una unidad de moneda extranjera spot.

$C^*(t), P^*(t), c^*(t), p^*(t)$  = precios en moneda doméstica de opciones calls y puts americanas sobre una unidad de futuros FX.

$C^{**}(t), P^{**}(t), c^{**}(t), p^{**}(t)$  = precios de puts y calls estilo futuro americanas y europeas.

$X$  = precio de ejercicio de una opción.

$t$  = periodo actual.

$t + T$  = fecha en que expira la opción.

$S(t)$  = tipo de cambio actual. (en el periodo  $t$ )

$Z(t)$  = precio de los futuros en el periodo actual.

$B(t, T)$  = valor presente de un bono cupón cero que madura en el periodo  $t + T$  y paga una unidad de moneda doméstica en ese momento.

### Principio 1

El valor mínimo de una opción es cero.

$$C(t), C^*(t), C^{**}(t) \geq 0$$

$$c(t), c^*(t), c^{**}(t) \geq 0$$

$$P(t), P^*(t), P^{**}(t) \geq 0$$

$$p(t), p^*(t), p^{**}(t) \geq 0$$

### Principio 2

Al momento de expirar, una opción call americana o europea en el mercado spot tendrá como precio, su valor inmediato de ejercicio o cero, cualquiera que sea mayor.

Para las opciones call para futuros se tiene un principio similar:

$$C^*(t + T) = \max[0, Z(t + T) - X]$$

$$c^*(t + T) = \max[0, Z(t + T) - X]$$

Para calls estilo futuros la relación es similar al primer par de ecuaciones si son opciones en el mercado spot, y similar al segundo par si son opciones para el mercado de futuros.

**Principio 3**

Al momento de expirar, una opción put americana o europea tendrá un precio igual a su valor de ejercicio inmediato o cero, el que sea mayor. (Las mismas relaciones se aplican para opciones estilo futuros).

$$\begin{aligned} P(t+T) &= \max[0, X - S(t+T)] \\ p(t+T) &= \max[0, X - S(t+T)] \end{aligned}$$

De manera similar, para opciones put sobre futuros. (Las mismas relaciones aplican para opciones estilo futuros).

$$\begin{aligned} P^*(t+T) &= \max[0, X - Z(t+T)] \\ p^*(t+T) &= \max[0, X - Z(t+T)] \end{aligned}$$

**Principio 4**

En cualquier momento antes de que expire, una opción americana tiene un valor que es por lo menos tan grande como su valor de ejercicio inmediato. Asimismo, en cualquier momento antes de expirar, una opción americana tiene un valor que es también por lo menos tan grande como la opción europea correspondiente.

$$\begin{aligned} C(t) &\geq \max[c(t), S(t) - X] \\ P(t) &\geq \max[p(t), X - S(t)] \\ C^*(t) &\geq \max[c^*(t), Z(t) - X] \\ P^*(t) &\geq \max[p^*(t), X - Z(t)] \end{aligned}$$

Para opciones estilo futuros la relación es similar al primer par de ecuaciones si son opciones en el mercado spot, y similar al segundo par si son opciones para el mercado de futuros.

**Principio 5**

Dadas dos opciones americanas sobre la misma cantidad de la misma moneda y con el mismo precio de ejercicio, aquella con mayor plazo de maduración tiene un valor por lo menos tan grande como la que tiene el plazo más corto de maduración. Lo mismo no es cierto para opciones europeas.

**Principio 6**

Dadas dos opciones call idénticas en todo excepto en que una tiene un precio de ejercicio mayor, la opción call con el precio de ejercicio más grande tendrá un valor menor o igual que la que tiene un precio de ejercicio más pequeño. Lo opuesto es cierto para las opciones put. Estas relaciones son ciertas para todo tipo de opciones.

**Principio 7**

Una opción call de divisas sobre moneda extranjera puede ser considerada una opción put de divisas sobre moneda doméstica.

**Principio 8**

Para un contrato de futuros FX que expira al mismo tiempo que la opción, una opción europea sobre futuros de divisas tiene el mismo valor como la opción europea equivalente en el mercado spot.

$$\begin{aligned}c(t) &= c^*(t) \\p(t) &= p^*(t)\end{aligned}$$

**Principio 9**

El precio de una put europea en el mercado spot está totalmente determinada por el precio de la correspondiente call europea, el tipo de cambio spot y los precios de los bonos descontados denominados en las dos monedas.

$$p[S(t), X, t, T] = c[S(t), X, t, T] - S(t)B^*(t, T) + XB(t, T) \quad (4.1)$$

Donde:  $c[S(t), X, t, T]$  es el precio de una call europea en función de la tasa spot, el precio de ejercicio y el plazo de maduración.

Prueba: En la fecha en que expira, el valor de una opción put europea está dada por:

$$p[S(t+T), X, T, 0] = \max[0, X - S(t+T)] \quad (4.2)$$

mientras que el valor de una call está dada por:

$$c[S(t+T), X, T, 0] = \max[0, S(t+T) - X] \quad (4.3)$$

Agregando  $-S(t)B^*(t, T) + XB(t, T)$ , tenemos que el lado derecho de la ecuación (4.1) está dado por:

$$\max[0, S(t+T) - X] - S(t)B^*(t, T) + XB(t, T) \quad (4.4)$$

donde  $B^*(t, T) =$  bono cupón cero que da una unidad de moneda externa, cuando expira la opción.

Cuando  $S(t, T) < X$ , la ecuación (4.4) equivale a:

$$-S + X$$

Este valor es precisamente el que adquiere la ecuación (4.2).

*Nota: por definición, los valores de  $B^*(t, T)$  y  $B(t, T)$  valen 1 en la fecha de expiración de la opción.*

Cuando  $S(t, T) \geq X$ , la ecuación (4.4) equivale a cero, lo cual es precisamente lo que vale la ecuación (4.2).

Por lo tanto, si la relación se cumple cuando las opciones expiran, entonces la relación también se debe cumplir antes que las opciones expiren.

### 4.5.2. Modelo para Obtener el Precio de una Opción Europea

Los modelos usados para obtener el precio de las opciones parten de crear una opción sintética usando otros activos de mercado. El valor de éstos activos es entonces el valor de la opción. En particular, una opción de divisas europea en el mercado spot puede ser creada sintéticamente a través de un portafolio consistente de depósitos de euromoneda (o bonos) denominados tanto en moneda doméstica como extranjera.

$$c(t) = a[S(t)B^*(t, T)] + b[B(t, T)]$$

donde  $a$  y  $b$  son las cantidades de bonos externos y domésticos, respectivamente, en el portafolio. Estos valores cambian con el paso del tiempo. Esto es, el portafolio de moneda doméstica y extranjera debe ser ajustado continuamente.

Para obtener una fórmula para calcular el precio de una opción europea haremos uso de los siguientes supuestos:

- La opción es call.
- El cambio logarítmico de la tasa forward:

$$\ln[F(t+u, T-u)] - \ln[F(t, T)]$$

es una variable aleatoria normalmente distribuída con media  $mu$  y varianza  $v^2u$ .

Donde  $u$  es el paso del tiempo y  $v$  es la desviación estándar por raíz cuadrada de unidad de tiempo, comunmente conocida como *volatilidad*.

- Los cambios logarítmicos de los precios de los bonos también se distribuyen de manera normal:

$$\ln[B(t+u, T-u)] - \ln[B(t, T)]$$

$$\ln[B^*(t+u, T-u)] - \ln[B^*(t, T)]$$

Con los anteriores supuestos, los valores de la proposiciones  $a$  y  $b$  están dados por:

$$a = N(d1)$$

$$b = -XN(d2)$$

donde  $N(d1)$  y  $N(d2)$  son distribuciones normales acumulativas evaluadas en  $d1$  y  $d2$ .

El precio de la opción está dado por:

$$c(t) = S(t)B^*(t, T)N(d1) - XB(t, T)N(d2) \quad (4.5)$$

donde

$$d1 = \frac{\ln(SB^*/XB) + 0,5v^2T}{v\sqrt{T}}$$

$$d2 = \frac{\ln(SB^*/XB) - 0,5v^2T}{v\sqrt{T}}$$

y

$$N(d)^5 = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^d \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) dx$$

**Problema. 4.7** Calcule el precio de una opción call haciendo uso de los siguientes datos:

$$\begin{aligned} S(t) &= \$1.5449/\text{£} \\ X &= \$1.50/\text{£} \\ T &= 0.05833 \\ B(t, T) &= 0.99465 \\ B^*(t, T) &= 0.99315 \\ v &= 0.15705 \end{aligned}$$

*Respuesta.*

$$\begin{aligned} \ln\left(\frac{SB^*}{XB}\right) &= \ln\left(\frac{(1.5449)(0.99315)}{(1.50)(0.99465)}\right) = 0.027985 \\ v\sqrt{T} &= (0.15705)(\sqrt{0.05833}) = 0.03793 \\ 0,5v^2T &= (0.5)(0.15705)^2(0.05833) = 0.0007193 \\ d1 &= \frac{(0.027985) + (0.0007193)}{0.03793} = 0.7568 \\ d2 &= \frac{(0.027985) - (0.0007193)}{0.03793} = 0.7188 \end{aligned}$$

---

<sup>5</sup>Para el cálculo de la función de distribución normal acumulada  $N(d)$ , se utilizan las tablas de la Normal ó también puede ser evaluada mediante una aproximación polinomial. Cuando utilizamos las tablas de la Normal para el cálculo de  $N(d)$ , para encontrar el valor exacto de  $N(d)$  se hace interpolación.

Para una mejor referencia, véase Hull John, 1997

Pra el cálculo de  $N(d1)$  utilizamos las tablas de la Normal y hacemos interpolación:

$$\begin{aligned} N(d1) &= N(0.7568) \\ &= N(0.75) + 0.68[N(0.76) - N(0.75)] \\ &= 0.7734 + 0.68[0.7764 - 0.7734] \\ &= 0.7754 \end{aligned}$$

De igual manera lo hacemos para  $N(d2)$ :

$$\begin{aligned} N(d2) &= N(0.7188) \\ &= N(0.71) + 0.88[N(0.72) - N(0.71)] \\ &= 0.7638 \end{aligned}$$

Por lo tanto el precio de la opción call es:

$$\begin{aligned} c(t) &= S(t)B^*(t, T)N(d1) - XB(t, T)N(d2) \\ &= (\$1.5449/\mathcal{L})(0.99315)(0.7754) - (\$1.50/\mathcal{L})(0.99465)(0.7638) \\ &= \$0.5/\mathcal{L} \end{aligned}$$

La fórmula para calcular el precio de una opción put europea puede ser obtenida combinando las ecuaciones (4.1) y (4.5).

$$p(t) = XB(t, T)[1 - N(d2)] - S(t)B^*(t, T)[1 - N(d1)]$$

**Problema. 4.8** Demuestre que las fórmulas para calcular los precios de opciones europeas estilo futuros son:

*Respuesta.*

$$\mathbf{a)} \quad c^{**}(t) = F(t, T)N(d1) - XN(d2)$$

Hay que recordar que en una opción call estilo futuro si se llega a ejercer sólo se obtendrá un contrato de futuros  $F(t, T)$ .

$\Rightarrow$  al crear un portafolio tenemos:

$$c^{**}(t) = a[F(t, T)] + b$$

donde:  $a$  = cantidad de bonos en moneda extranjera  
 $b$  = cantidad de bonos en moneda nacional

y de la obtención de la fórmula anterior (fórmula para calcular la opción call europea) teníamos que:

$$\begin{aligned} a &= N(d1) \\ b &= -XN(d2) \end{aligned}$$

Por lo tanto la fórmula para el cálculo de la opción call europea estilo futuro es:

$$c^{**}(t) = F(t, T)N(d1) - XN(d2)$$

$$\text{b) } p^{**}(t) = X[1 - N(d2)] - F(t, T)[1 - N(d1)]$$

El precio de una opción put europea estilo futuro está totalmente determinado por el precio de la correspondiente call europea estilo futuro, el futuro que quedó de ejercer la opción y el precio de ejercicio.

$$\begin{aligned} \Rightarrow p^{**}(t) &= c^{**}(t) - F(t, T) + X \\ p^{**}(t) &= F(t, T)N(d1) - XN(d2) - F(t, T) + X \\ &= X[1 - N(d2)] - F(t, T)[1 - N(d1)] \end{aligned}$$

### 4.5.3. Modelo para Obtener el Precio de una Opción Americana

No existe una fórmula que permita obtener el precio de las diferentes opciones americanas que existen. Más bien existen enfoques numéricos para generar dichos precios. El que vamos a ver a continuación fué elaborado por Cox, Ross y Rubinstein (1979). El supuesto más importante de éste enfoque es que el precio del subyacente sigue un proceso binomial multiplicativo (una aproximación en tiempo discreto del proceso Wiener-Levy de tiempo continuo).

### Valor de una opción americana en el mercado spot

Notación:

- $S$  = tipo de cambio spot en el periodo actual.
- $F$  = tipo de cambio de un contrato forward que madura el siguiente periodo.
- $r$  = tasa de interés de un periodo.
- $C$  = valor actual de una opción call americana en el mercado spot.
- $C_u$  = valor de la opción call americana en el siguiente periodo correspondiente a  $S_u$ .
- $C_d$  = valor de la opción call americana en el siguiente periodo correspondiente a  $S_d$ .
- $P$  = valor actual de una opción put americana en el mercado spot.
- $P_u$  = valor de la opción put americana en el siguiente periodo correspondiente a  $S_u$ .
- $P_d$  = valor de la opción put americana en el siguiente periodo correspondiente a  $S_d$ .

Supuestos:

- $S$  sigue un proceso binomial con saltos proporcionales entre intervalos de tiempo de  $u$  y  $d = 1/u$ .
- $S$  adquiere el valor de  $S_u$  en el siguiente periodo con probabilidad  $q$ . Con probabilidad  $1 - q$ ,  $S$  adquiere el valor de  $S_d$ .

El procedimiento consiste en crear un portafolio con un pago neto que duplique el pago neto de la opción.

1. Considere un portafolio de  $a$  unidades de divisas forward al precio  $F$ , junto con una inversión de  $b$  en moneda doméstica a una tasa de interés  $r$ .

2. El pago neto del portafolio es:

- $a[S_u - F] + rb$  con probabilidad  $q$ .
- $a[S_d - F] + rb$  con probabilidad  $1 - q$ .

3. Para que el pago neto del portafolio duplique el pago neto de la opción call se requiere:

$$\begin{aligned} C_u - C &= a(S_u - F) + rb \\ C_d - C &= a(S_d - F) + rb \end{aligned}$$

La solución está dada por:

$$\begin{aligned} a &= \frac{(C_u - C_d)}{S(u - d)} \\ b &= \frac{(C_u - C)}{r} - \frac{(C_u - C_d)(u - \frac{F}{S})}{r(u - d)} \\ &= \left[ C_u \frac{(\frac{F}{S} - d)}{u - d} + C_d \frac{(u - \frac{F}{S})}{u - d} \right] \frac{1}{1 + r} \end{aligned}$$

4. El valor de retener la opción call otro periodo debe ser igual a la cantidad invertida  $b$  en la estrategia que proporciona un pago neto equivalente.

Por lo tanto:

$$C = \max(b, S - X) \quad (4.6)$$

y similarmente para una opción put:

$$P = \max(b, X - S) \quad (4.7)$$

5. Sustituyendo el valor de  $b$  en (4.6):

$$C = \max\left( [kC_u + (1 - k)C_d] \frac{1}{1 + r}, S - X \right) \quad (4.8)$$

y sustituyendo el valor de  $b$  en (4.7):

$$P = \max\left( [kP_u + (1 - k)P_d] \frac{1}{1 + r}, X - S \right) \quad (4.9)$$

donde:

$$k = \frac{\left(\frac{F}{S} - d\right)}{u - d}$$

Con las ecuaciones (4.8) y (4.9) podemos obtener el valor de las opciones en cualquier momento si conocemos los valores de las opciones al momento de maduración. El procedimiento que debemos de seguir es el de solución hacia “atrás” (backwards) partiendo de los valores de la opción al momento de expirar.

6. Para conocer los posibles valores que puede adquirir la opción en la fecha en que expira, debemos de conocer el valor de  $u$ . En la práctica, el intervalo de tiempo en que madura la opción  $T$ , se divide en  $n$  números pequeños, cada uno con longitud  $T/n$ . El valor de  $u$  está dado por:

$$u = \exp\left(v\sqrt{T/n}\right)$$

donde  $v$  = volatilidad.

7. Árbol binomial utilizado para valorar una opción americana:

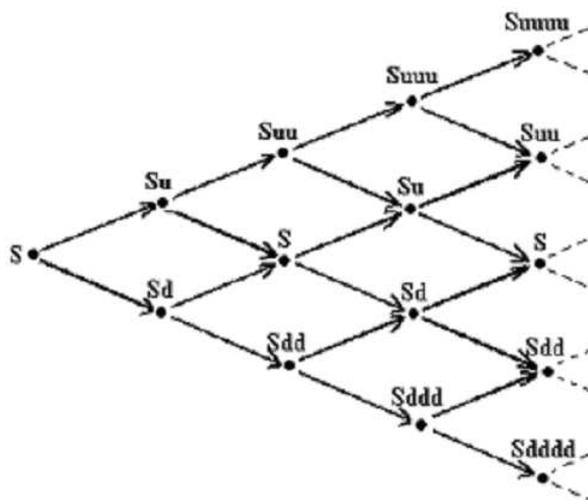


Figura 4.1: Árbol binomial utilizado para valorar una opción americana.

**Problema. 4.9** Considere la siguiente información de una opción call americana:  $S = 95$ ,  $X = 9.7$ ,  $r = 0.03$  (tasa por periodo  $T/n$ ), y  $F = 9.6$ . La volatilidad es  $v = 0.01$  y  $T = 30$  días. Asuma  $n = 3$ .

*Respuesta.*

1. Calcule el valor del “salto hacia arriba” en el tipo de cambio,  $u$ , y el del “salto hacia abajo”,  $d$ .

$$\begin{aligned} u &= \exp\left(v\sqrt{T/n}\right) & d &= \frac{1}{u} \\ &= \exp\left(0.01\sqrt{30/3}\right) & &= \frac{1}{1.03213} \\ &= 1.03213 & &= 0.96887 \end{aligned}$$

2. Calcule los posibles valores del tipo de cambio spot en el momento  $T$ .

$$Suuu = 10.4454 \quad Su = 9.8052 \quad Sd = 9.2043 \quad Sddd = 8.6402$$

3. Obtenga el valor de la opción en el momento  $T$  para cada uno de los probables valores del tipo de cambio spot.

$$\begin{array}{ll} \text{Para } Suuu : & \text{Para } Su : \\ (Suuu - X) = 10.4454 - 9.7 & (Su - X) = 9.8052 - 9.7 \\ = 0.7454 & = 0.1052 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{Para } Sddd : & \text{Para } Sd : \\ (Sddd - X) = 8.6402 - 9.7 & (Sd - X) = 9.2043 - 9.7 \\ = -1.0598 & = -0.4957 \end{array}$$

4. Obtenga los valores de las “probabilidades”  $k$  y  $1 - k$ .

$$\begin{aligned} k &= \frac{\left(\frac{F}{S} - d\right)}{u - d} & 1 - k &= 1 - 0.65849 \\ &= \frac{\frac{9.6}{9.5} - 0.96887}{1.03213 - 0.96887} & &= 0.34151 \\ &= 0.65849 & & \end{aligned}$$

5. Obtenga posibles valores del tipo de cambio en el periodo previo a la fecha de maduración,  $(T - \frac{1}{3}T)$ .

Asumimos ahora  $T = (T - \frac{1}{3}T) \Rightarrow$

$$S_{uu} = 10.1203 \quad S = S_{ud} = S_{du} = 9.5 \quad S_{dd} = 8.9177$$

6. Calcule el valor de la opción en el periodo anterior a  $T$ ,  $(T - \frac{1}{3}T)$ , para cada posible valor del tipo de cambio spot.

El valor de la opción está dado por:

$$C = \max\left([kC_u + (1 - k)C_d] \frac{1}{1 + r}, S - X\right)$$

$\Rightarrow$

Para  $S_{uu}$ :

$$\begin{aligned} C &= \max\left([(0.65849)(0.7454) + (0.34151)(0.1052)] \frac{1}{1 + 0.03}, 9.5 - 9.7\right) \\ &= \max(0.51142, -0.2) \\ &= 0.51142 \end{aligned}$$

Para  $S = S_{ud} = S_{du}$ :

$$\begin{aligned} C &= \max\left([(0.65849)(0.1052) + (0.34151)(0)] \frac{1}{1 + 0.03}, 9.5 - 9.7\right) \\ &= \max(0.06726, -0.2) \\ &= 0.06726 \end{aligned}$$

Para  $S_{dd}$ :

$$\begin{aligned} C &= \max\left([(0.65849)(0) + (0.34151)(0)] \frac{1}{1 + 0.03}, 9.5 - 9.7\right) \\ &= \max(0, -0.2) \\ &= 0 \end{aligned}$$

7. Calcule los posibles valores del tipo de cambio spot para el siguiente periodo,  $(\frac{1}{3}T)$ .

Asumimos ahora  $T = (\frac{1}{3}T) \Rightarrow$

$$S_u = 9.8052 \quad S_d = 9.2043$$

8. Calcule el valor de la opción en el periodo,  $(\frac{1}{3}T)$ , para cada posible valor del tipo de cambio spot.

El valor de la opción está dado por:

$$C = \max\left([kC_u + (1 - k)C_d]\frac{1}{1 + r}, S - X\right)$$

$\Rightarrow$

Para Su:

$$\begin{aligned} C &= \max\left([(0.65849)(0.51142) + (0.34151)(0.06726)]\frac{1}{1 + 0.03}, 9.5 - 9.7\right) \\ &= \max(0.34926, -0.2) \\ &= 0.34926 \end{aligned}$$

Para Sd:

$$\begin{aligned} C &= \max\left([(0.65849)(0.06726) + (0.34151)(0)]\frac{1}{1 + 0.03}, 9.5 - 9.7\right) \\ &= \max(0.04250, -0.2) \\ &= 0.04250 \end{aligned}$$

9. Calcule el valor de la opción en el periodo corriente.

Para S:

$$\begin{aligned} C &= \max\left([kC_u + (1 - k)C_d]\frac{1}{1 + r}, S - X\right) \\ C &= \max\left([(0.65849)(0.34926) + (0.34151)(0.04250)]\frac{1}{1 + 0.03}, 9.5 - 9.7\right) \\ &= \max(0.23754, -0.2) \\ &= 0.23754 \end{aligned}$$

10. Genere el correspondiente árbol binomial de éste problema.

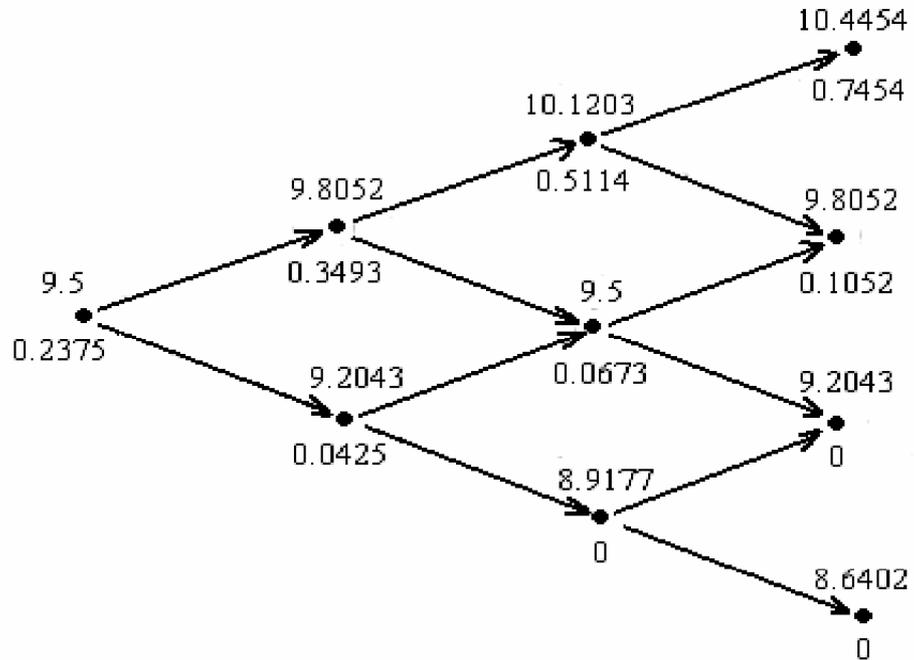


Figura 4.2: Árbol binomial del Problema 4.9.

# Capítulo 5

## Swaps

### 5.1. Introducción

**Definición.** Un swap es un contrato entre dos partes para el envío de una suma de dinero en contra de otra suma de dinero en intervalos periódicos (en algunos casos con la presencia de un intermediario financiero).

Generalmente los intercambios son de flujos que pagan tasa fija por flujos con tasa variable o al contrario. Los swaps también pueden ser utilizados como medio de cobertura.

Hay diferentes tipos de swaps:

- *Swaps de divisas* (currency swaps) cuando las dos sumas intercambiadas están denominadas en diferentes monedas.
- *Swaps de tasa de interés* (interest rate swap) cuando las dos cantidades están denominadas en la misma moneda pero una suma es fija y la otra es variable o flotante.
- *Swaps de tasa de interés de divisas* (cross-currency interest rate swaps) cuando las sumas de dinero están denominadas en diferentes monedas y un pago es fijo y el otro es variable.

- También puede haber swaps de cantidades fijas por fijas o variables por variables tanto en la misma como en diferentes monedas.

Los swaps de divisas difieren de los swaps de tasa de interés no sólo en que los pagos involucran diferentes monedas sino también en que las cantidades del principal son intercambiadas. En un swap de divisas se intercambia la cantidad del principal en una moneda por la misma cantidad convertida en la otra moneda de acuerdo con el tipo de cambio spot. Después se realizan los pagos de intereses en las fechas correspondientes y en la fecha de vencimiento se intercambian de nuevo las cantidades del principal.

Los swaps de tasa de interés pueden ser usados para transformar un préstamo de tasa variable a uno de tasa fija, o viceversa. Un swap de divisas se puede usar para transformar un préstamo de una moneda en un préstamo en moneda distinta.

Muchas veces el Banco de México utiliza swaps, para comprar y vender divisas, y de ésta manera no interviene en el tipo de cambio.

## 5.2. Tipos de Swaps de Divisas

Tanto los swaps de divisas como los de tasa de interés se pueden clasificar en cuatro categorías globales: los de diferentes tasas de interés y periodicidad de pagos, aquellos con características de opciones, los que incluyen propiedades de contratos forward y aquellos con distintos patrones de amortización. Los swaps pueden caer en una o más de éstas categorías.

Algunos tipos de **swaps de divisas** son:

1. *Swaps con diferentes tasas de interés y periodicidad de pagos discrepante.* Puede haber swaps de tasa fija por fija o de tasa flotante por flotante pudiendo ser distintas cada tasa.

Ejemplos: Dos compañías en diferentes países se hacen préstamos entre ellas en sus respectivas monedas, o cuando dos compañías en diferentes

países emiten deuda en sus respectivas monedas y después intercambian lo obtenido de la emisión de deuda y las obligaciones correspondientes.

2. *Swaps con amortización del principal nominal.* Con éstos swaps los principales se amortizan a lo largo del periodo, por lo cual éstos no se vuelven a intercambiar al vencimiento.

#### Tipos de swaps de tasa de interés:

1. *Swaps con diferentes tasas de interés y periodicidad de pagos discrepante.* Puede haber swaps de tasa de interés flotante por flotante.

Ejemplo: Una empresa que tiene sus activos atados a una tasa de aceptaciones bancarias y obligaciones referidas a la LIBOR. Para cubrirse la empresa puede concertar con un banco un swaps de tasa de interés flotante por flotante, donde la empresa paga al banco la tasa de aceptaciones bancarias y el banco paga a la empresa la tasa LIBOR.

También pueden haber swaps de tasa de interés flotante por flotante a diferentes plazos: LIBOR a seis meses por LIBOR a tres meses.

2. *Swaps con características de opciones (swaptions o swapciones).*

Un *swap put* da a su comprador el derecho, pero no la obligación, de pagar una tasa fija y recibir una variable (es decir, el derecho de asumir una posición larga de un swap).

Un *swap call* da al comprador el derecho, pero no la obligación, de recibir pagos fijos basados sobre una tasa de interés fija  $X$  (el precio de ejercicio de la call) y pagar una variable. Es decir, la call da al comprador el derecho de asumir una posición corta de un swap.

3. *Swaps con propiedades de contratos forward.* Los swaps forward consisten en celebrar hoy un contrato para hacer un intercambio en el futuro.
4. *Swaps con amortización del principal nominal.* En los amortizing swaps se establece un principal nominal el cual es amortizable a lo largo de la vida del swap.

**Problema. 5.1** Considere un banco que quiere pedir prestado a una tasa flotante y una compañía que quiere pedir prestado a una tasa fija. El banco puede pedir prestado a una tasa fija de 11.5 por ciento o a la LIBOR, y la compañía puede pedir prestado a una tasa fija de 14 por ciento o a 1 por ciento arriba de la LIBOR. El banco y la compañía realizan un acuerdo de swap de tasa de interés con las siguientes características: El Banco emite deuda de \$50 millones a una tasa fija de 11.5 por ciento mientras que la empresa emite deuda de \$50 millones a una tasa de 1 por ciento por arriba de la LIBOR. La compañía realiza pagos de cupón en la cantidad de 12 por ciento, mientras que el banco hace pagos a la tasa LIBOR a la compañía. Suponga  $LIBOR = 12\%$ .

*Respuesta.*

	Fija	Flotante
Banco	11.5 %	LIBOR
Compañía	14 %	LIBOR + 1 %

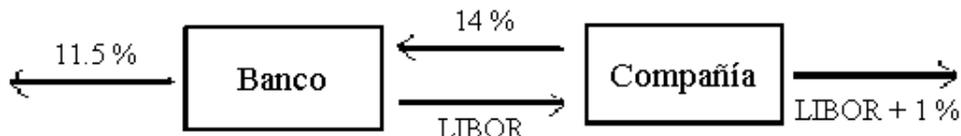


Figura 5.1: Banco y Compañía utilizando el swap.

1. Calcule el costo de interés neto y el costo de interés final de la compañía.

$$\text{costo obligación} = 1\% + LIBOR$$

$$\text{tasa flotante recibida} = LIBOR$$

$\Rightarrow$

$$\text{Costo Neto (diferencia)} = 1\% + LIBOR - LIBOR$$

$$= 1\%$$

$\wedge$   
 cupón swap = LIBOR

Por lo tanto:

$$\begin{aligned}
 \text{Costo Final} &= 1\% + \text{LIBOR} \\
 &= 13\%
 \end{aligned}$$

2. Calcule el costo de interés neto y el costo de interés final del banco.

costo obligación = 11.5 %  
 tasa fija recibida = LIBOR  
 $\Rightarrow$

$$\text{Costo Neto (diferencia)} = 11.5\% - \text{LIBOR}$$

$\wedge$   
 cupón swap = 12 %

Por lo tanto:

$$\begin{aligned}
 \text{Costo Final} &= 11.5\% - \text{LIBOR} + 12\% \\
 &= 23.5\% - \text{LIBOR} \\
 &= 11.5\%
 \end{aligned}$$

3. ¿Fue favorable el acuerdo para ambas partes?

Por supuesto que si.

El Banco se benefició al no pedir prestado directamente a tasa flotante ya que le hubiese costado tasa LIBOR y utilizando el swap su beneficio es de:

$$\begin{aligned}
 &\text{LIBOR} - (23.5\% - \text{LIBOR}) \\
 &= -23.5\% + 2\text{LIBOR} \\
 &= 0.5\%
 \end{aligned}$$

La Compañía también se benefició ya que el préstamo directo a tasa fija le hubiese costado 14% y al utilizar el swap su beneficio fue de:

$$\begin{aligned}
 &14\% - (1\% + \text{LIBOR}) \\
 &= 13\% - \text{LIBOR} \\
 &= 1\%
 \end{aligned}$$

**Problema. 5.2** La empresa Renault quiere emitir deuda denominada en yenes a una tasa fija, pero enfrenta regulaciones que le impiden hacerlo directamente en los mercados internacionales. La empresa de seguros Yamaichi, por su parte, quiere adquirir deuda denominada en dólares a una tasa flotante y quiere reducir su riesgo cambiario. ¿Qué acuerdo pueden realizar?

*Respuesta.* Realizar un swap a través de un banco con las siguientes características: Renault emite deuda en dólares a una tasa variable mientras que Yamaichi adquiere deuda a una tasa fija. Con el swap, Yamaichi se compromete a pagar a través de un banco a Renault los pagos en dólares obtenidos por la deuda que compró. Renault usa ese dinero para pagar la deuda que emitió y a cambio, paga cantidades fijas en yenes a Yamaichi a través de un banco. El resultado es que Renault pudo “emitir” deuda en yenes a una tasa fija y Yamaichi se cubrió del riesgo cambiario.

### 5.3. El Mercado de Swaps

El mercado de swaps está organizado por marketmakers (grandes bancos comerciales) que toman el lado opuesto de cualquier transacción de swap razonable.

**Definición.** La cantidad del *principal notional* es la que se toma como referencia en un contrato de swap para establecer los pagos de intereses.

**Definición.** La *fecha de comercio* (trade date) es la fecha en que se lleva a cabo el acuerdo de un swap.

**Definición.** La *fecha efectiva* (effective date) es la fecha en que los pagos de interés se empiezan a acumular.

**Definición.** El precio de un swap, su todo-en-costo (all-in-cost), es establecido como la tasa que el pagador de la tasa fija va a pagar al pagador de la tasa flotante.

Quien realiza los pagos fijos se dice que asume una *posición larga* o que ha comprado el swap. Quien realiza los pagos de tasa flotante se dice que ha asumido una *posición corta* o que ha vendido un swap.

## 5.4. Valor de un Swap

El valor de un swap en el mercado secundario es, para el que paga la tasa fija, el valor de un bono con tasa flotante menos el valor de un bono con pagos fijos. Por lo tanto, si un contrato swaps es cancelado antes del vencimiento, el pago que recibe quien realiza los pagos fijos es igual a la diferencia entre el valor del bono con pagos variables y el bono con pagos fijos. Si ésta diferencia es negativa, entonces quien realiza los pagos fijos tiene que pagar la diferencia al vendedor del swap.

Una vez que ya se ha comercializado el swap, éste se puede vender en el mercado secundario.

El valor del swap para el que realiza los pagos fijos es:

$$V = B_{flo} - B_{fij}$$

**Problema. 5.3** Considere un swap con las siguientes características:

*Términos Generales:*

Principal nocional	=	\$10,000,000
Fecha de comercio	=	8 de junio de 1990
Fecha efectiva	=	15 de junio de 1990
Vencimiento	=	15 de junio de 1995
All-in-cost	=	9%

*Lado Fijo:*

Cupón fijo	=	9%
Frecuencia de pago	=	semianual
Conteo de días	=	30/360
		1 jul - 15 dic
	=	164/360

*Lado Flotante:*

Indice de flotación	=	LIBOR a seis meses
Spread	=	ninguno
Frecuencia de pagos	=	semianual
Conteo de días	=	real/360
		15 jun - 15 dic
	=	183/360
		1 jul - 15 dic
	=	167/360
Frecuencia de ajuste	=	semianual
Primer cupón	=	8.75%
Tasa de interés del mercado	=	8.65% el 1 de julio

Suponga que el swap es cancelado el 1 de julio de 1990. La tasa de interés de mercado es 8.65% el 1 de julio. Calcule el valor del swap en dicha fecha.

*Respuesta.* El valor está dado por:

$$V = B_{flo} - B_{fij}$$

Inmediatamente después de la fecha de pago, el valor del bono de pago variable es siempre igual al pago del principal nominal.

Por lo tanto:

$$\begin{aligned} B_{flo} &= \frac{[0.0875(183/360)]\$10,000,000}{1 + (0.0865)(167/360)} + \frac{\$10,000,000}{1 + (0.0865)(167/360)} \\ &= \$10,041,848.55 \end{aligned}$$

Asumamos que el rendimiento al vencimiento (yield-to-maturity) el 1 de julio de 1990 es de 9.25 %. El valor de un bono que paga un interés fijo está dado por:

$$\begin{aligned}
 VP_{fij} &= \frac{[0.09(180/360)]\$10,000,000}{1 + (0.0925)(164/360)} + \\
 &+ \frac{[0.09(180/360)]\$10,000,000}{[1 + (0.0925)(164/360)][1 + (0.0925)(180/360)]} + \\
 &+ \frac{[0.09(180/360)]\$10,000,000}{[1 + (0.0925)(164/360)][1 + (0.0925)(180/360)]^2} + \\
 &+ \dots + \\
 &+ \frac{[0.09(180/360)]\$10,000,000}{[1 + (0.0925)(164/360)][1 + (0.0925)(180/360)]^9} + \\
 &+ \frac{\$10,000,000}{[1 + (0.0925)(164/360)][1 + (0.0925)(180/360)]^9} \\
 &= \$9,940,757.10
 \end{aligned}$$

A ésta cantidad se le deben de agregar los intereses ganados hasta el 1 de julio:

$$\left[0.09\left(\frac{16}{360}\right)\right]\$10,000,000 = \$40,000$$

Por lo tanto, el valor del bono es:

$$B_{fij} = \$9,940,757.10 + \$40,000 = \$9,980,757.10$$

El valor del swap es:

$$\begin{aligned}
 V &= \$10,041,848.55 - \$9,980,757.10 \\
 &= \$61,091.45
 \end{aligned}$$

La persona que asume la posición larga (hace los pagos fijos) tiene que recibir \$61,091.55 de su contraparte.

Los swaps de divisas se valúan de una manera similar, solo hay que tomar en cuenta el tipo de cambio. El valor de un swap para la parte que paga intereses denominados en pesos es:

$$V = SB_F - B_D$$

donde  $B_F$  es el valor denominado en moneda extranjera del bono denominado en moneda extranjera subyacente al swap y  $B_D$  es el valor del bono nacional subyacente al swap.

## 5.5. Riesgo en Contratos de Swaps

Los swaps implican dos tipos de riesgo: riesgo de mercado y riesgo crediticio.

El *riesgo de mercado* implica que los cambios en las tasas de interés o en el tipo de cambio pueden hacer que el valor del swap sea negativo para el dealer.

El *riesgo crediticio* para el dealer es la posibilidad de que su contraparte podría no realizar sus pagos cuando el valor del swap para el dealer es positivo.

Note que los dos tipos de riesgo se mueven en dirección opuesta. Para alguien que realiza pagos fijos, si la tasa de interés baja, entonces incurre en una pérdida en el valor de su swap. Al mismo tiempo disminuye su riesgo crediticio y aumenta el de su contraparte.

El riesgo crediticio para la parte  $A$  puede ser obtenido usando:

$$\text{riesgo crediticio} = \sum_i p(i)pA(i)\max[Q(i), 0]$$

donde:

- $p(i)$  = probabilidad de que la tasa de interés fija se mueva al estado  $i$
- $pA(i)$  = probabilidad de que la contraparte de  $A$  no pague en el estado  $i$
- $Q(i)$  = valor del swap para el dealer en el estado  $i$

## Parte II

# Determinantes del Tipo de Cambio



# Capítulo 6

## Determinación del Tipo de Cambio en el Corto Plazo

En el corto plazo el tipo de cambio está determinado por la especulación y las tasas de interés. Por lo tanto, el equilibrio de mercado depende en parte de lo que los traders piensan que los otros traders piensan acerca del equilibrio.

### 6.1. Expectativas Como una Función de la Información

La dirección del movimiento del tipo spot que el trader pronostica es una función de lo que el trader sabe, su conjunto de información.

$$\begin{aligned} I(t) &= \text{conjunto de información del trader en el periodo } t. \\ E[S(t+1)/I(t)] &= \text{tipo de cambio esperado para el siguiente periodo,} \\ &\quad \text{dada la información al tiempo } t. \end{aligned}$$

Los traders comercian porque tienen diferente información y por lo tanto, diferentes expectativas.

Más notación:

$$\begin{aligned} I(i, t) &= \text{conjunto de información del grupo } i \text{ en el periodo } t. \\ I(M, t) &= \text{conjunto de información del mercado.} \end{aligned}$$

## 6.2. La Hipótesis de las Expectativas Racionales

**Definición.** Las *expectativas racionales* son expectativas que son autorrealizables en promedio. Es decir, las expectativas son racionales si por actuar sobre la base de éstas expectativas, los traders provocan un equilibrio económico que confirma sus expectativas originales.

**Definición.** Las expectativas son *racionales* sí:

- a) Los traders no cometen errores de predicción sistemáticos.
- b) Usan toda la información eficientemente.

Expectativas que no son autorrealizables no pueden representar un equilibrio de expectativas.

**Ejemplo.** Suponga que la mejor manera de representar el valor del tipo de cambio en el siguiente periodo es:

$$S(t+1) = 0.6E[S(t+1)/I(M, t)] + 0.4S(t) + e(t+1) \quad (6.1)$$

donde:

$$\begin{aligned} S(t) &= \text{tipo de cambio actual (en el periodo } t). \\ S(t+1) &= \text{tipo de cambio (en el periodo } t+1). \\ e(t+1) &= \text{término de error aleatorio.} \\ E[S(t+1)/I(M, t)] &= 0 \\ 0.6 &= 60\% \text{ de las expectativas que tiene el agente.} \\ 0.4 &= 40\% \text{ de expectativas sobre el tipo de cambio actual.} \end{aligned}$$

La ecuación (6.1) implica que las expectativas de hoy para el próximo periodo es una variable importante para determinar el tipo de cambio en el siguiente periodo.

**Problema. 6.1** Considere la ecuación (6.1) y suponga que:

$$E[S(t+1)/I(M, t)] = 1.1S(t)$$

Diga si tal expectativa es racional.

*Respuesta.* Sustituyendo la expectativa en la ecuación (6.1) tenemos:

$$\begin{aligned} S(t+1) &= 0.6[1.1S(t)] + 0.4S(t) + e(t+1) \\ &= 1.06S(t) + e(t+1) \end{aligned}$$

Por lo tanto, la expectativa es equivocada en promedio:

$$E[S(t+1)] = 1.06S(t) \neq 1.1S(t)$$

**Problema. 6.2** Suponga que la ecuación (6.1) es la mejor ecuación disponible para pronosticar el tipo de cambio el siguiente periodo. Encuentre el valor de la expectativa de  $S(t+1)$  que es racional.

*Respuesta.* Tomando expectativas de (6.1):

$$\begin{aligned} E[S(t+1)/I(M, t)] &= E[0.6E[S(t+1)/I(M, t)]/I(M, t)] + \\ &\quad + E[0.4S(t)/I(M, t)] + E[e(t+1)/I(M, t)] \\ &= 0.6E[S(t+1)/I(M, t)] + 0.4S(t) + 0 \\ &= S(t) \end{aligned}$$

La ecuación (6.1) se transforma a:

$$\begin{aligned} S(t+1) &= 0.6S(t) + 0.4S(t) + e(t+1) \\ &= S(t) + e(t+1) \end{aligned}$$

Lo que implica que el tipo de cambio spot el siguiente periodo será el tipo de cambio éste periodo más un término de error aleatorio.

### 6.3. La Hipótesis de la Eficiencia Especulativa

**Supuesto:** Hay variables que reflejan toda la información del mercado, por lo tanto:

$$I(i, t) = I(M, t)$$

La *Hipótesis de la Eficiencia Especulativa* (SEH, Speculative Efficiency Hypothesis) establece que el tipo de cambio forward es un predictor insesgado del tipo de cambio, dada la información disponible. Es decir, la tasa forward es un precio que resume toda la información en la economía:

$$F(t, T) = E[S(t + T)/I(M, t)]$$

La ecuación anterior es una condición de equilibrio, ya que si no estuviera cumpliendo, el comportamiento de los especuladores haría que se cumpliera.

Si, por ejemplo:

$$F(t, T) < E[S(t + T)/I(M, t)]$$

los especuladores comprarían forward hasta que se restableciera la igualdad.

Ó si:

$$F(t, T) > E[S(t + T)/I(M, t)]$$

los especuladores venderían forward hasta que se restableciera la igualdad.

La ecuación (SEH) implica que el premio forward es un pronóstico insesgado de la apreciación del tipo de cambio:

$$\frac{F(t, T) - S(t)}{S(t)} = \frac{E[S(t + T)/I(M, t)] - S(t)}{S(t)}$$

La ecuación anterior puede ser probada corriendo la siguiente regresión:

$$\frac{S(t, T) - S(t)}{S(t)} = a + b \frac{F(t, T) - S(t)}{S(t)} + e(t, T)$$

$a$  debe de valer cero y  $b$  debe valer 1.

Diversos estudios empíricos han rechazado la SEH. Por ejemplo, en un estudio de Bilson (1981) se obtuvieron los siguientes resultados para observaciones mensuales sobre 9 monedas (los errores estándar aparecen entre paréntesis):

$$\begin{aligned}\hat{a} &= 3,123(\pm 1,18) \\ \hat{b} &= 0,178(\pm 0,18)\end{aligned}$$

Por lo tanto, se pueden presentar los siguientes casos:

$$\begin{aligned}F(t, T) &> E[S(t+T)/I(M, t)] && \text{contango} \\ F(t, T) &< E[S(t+T)/I(M, t)] && \text{normal backwardation}\end{aligned}$$

## 6.4. Características del Especulador

El que no se cumpla la SEH implica:

1. Los especuladores no son neutrales al riesgo.

Más bien son adversos, ya que la forward les debe de pagar más o menos el valor de  $E[S(t+T)]/I(M, t)$  para lograr el equilibrio.

2. El conjunto de información de los especuladores no es idéntico al conjunto de información del mercado.

La información tiene un costo. Los especuladores van a adquirir información hasta el punto en el cual el costo esperado de la información adicional es igual al beneficio esperado.

3. Los especuladores no tienen riqueza ilimitada.

Como la riqueza del especulador es limitada, sabe que puede irse a la ruina aun y cuando juegue un juego de apuesta justa cada periodo. Los especuladores toman posiciones especulativas sólo si ven la apuesta muy a su favor.



# Capítulo 7

## Determinación del Ingreso con Tipo de Cambio Flexible

**Supuesto:** Existe perfecta movilidad de capitales.

Con tipo de cambio flexible, la balanza de pagos está siempre en equilibrio. Las reservas del Banco de México no cambian.

$$B = T + K = 0$$

donde:

$$\begin{aligned} B &= \text{Saldo de la balanza de pagos} \\ T &= \text{Balanza comercial} \\ K &= \text{Balanza de capitales} \end{aligned}$$

Si  $K > 0 \Rightarrow$  hay entrada de capitales

Si  $K < 0 \Rightarrow$  hay salida de capitales

Tomando en cuenta los determinantes de  $T$  y  $K$ , tenemos:

$$B = T(q^6, Y) + K(i - i^*)$$

donde:

- $q$  = variaciones del tipo de cambio real.
- $Y$  = Producto Nacional Bruto.
- $i$  = tasa de interés nacional.
- $i^*$  = tasa de interés internacional.

**Definición.** Hay *Perfecta Movilidad de Capitales* cuando cualquier movimiento de  $i$  por arriba de  $i^*$  produce una entrada masiva de capitales. Inmediatamente los inversionistas cambian de bonos externos a bonos internos.

## 7.1. El Modelo Mundell-Fleming

El modelo Mundell-Fleming es el modelo IS-LM para una economía abierta. Con perfecta movilidad de capitales:  $i = i^*$

**Definición.** La *Curva BB* muestra combinaciones de  $(i, Y)$  tal que hay equilibrio externo (no hay entrada o salida de capitales).

### 7.1.1. Ingreso de equilibrio en el modelo M-F

El ingreso de equilibrio queda determinado por la intersección de las curvas IS, LM y BB.

---

6

$$q = \frac{S(t)P^*}{P}$$

donde:

- $S(t)$  = tipo de cambio.
- $P^*$  = nivel de precios extranjeros.
- $P$  = nivel de precios nacionales.

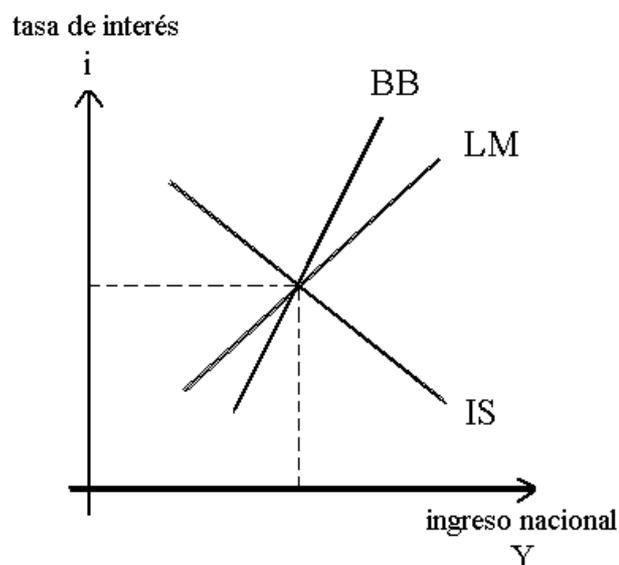


Figura 7.1: Equilibrio en los mercados de bienes y de dinero y en la balanza de pagos.

En la Figura 7.1 las curvas IS, LM y BB muestran las diversas combinaciones de tasas de interés e ingreso nacional con las cuales el mercado y la balanza de pagos de la nación están en equilibrio, respectivamente.

Nota: El ingreso de equilibrio  $\bar{Y}$  queda determinado por el equilibrio en el mercado de dinero.

## 7.2. Tipo de Cambio de Equilibrio

El mercado de dinero no se ve afectado por  $e$ . Cualquier valor de  $e$  es compatible con el equilibrio en el mercado de dinero.

$e^7$  = tipo de cambio actual.

**Definición.** La *Curva LL* muestra combinaciones  $(Y, e)$  tal que los mercados de dinero interno y externo están en equilibrio.

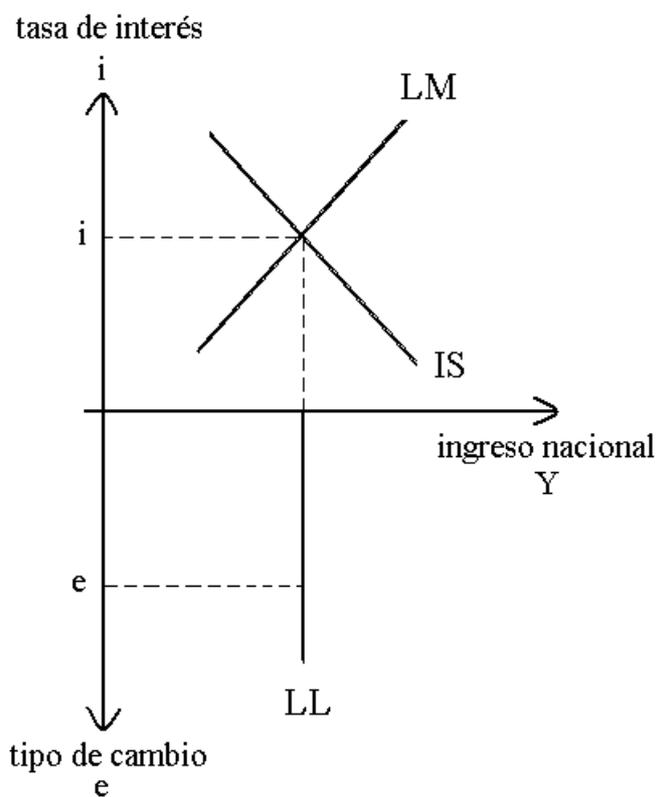


Figura 7.2: Mercados de dinero y externo en equilibrio mediante la Curva LL.

---

7

$$e = S(t) = S\left(\frac{i}{j}\right)$$

La curva LL es independiente de  $e$  y es vertical en el nivel de producción (ingreso nacional).

Al obtener la ecuación de la curva LL podemos observar que aumentos en la oferta de dinero desplazan a la curva LL a la derecha.

El tipo de cambio de equilibrio puede ser determinado en el mercado de bienes si conocemos el nivel de equilibrio del ingreso.

**Definición.** La *Curva YY* muestra combinaciones  $(Y, e)$  tal que el mercado de bienes está en equilibrio.

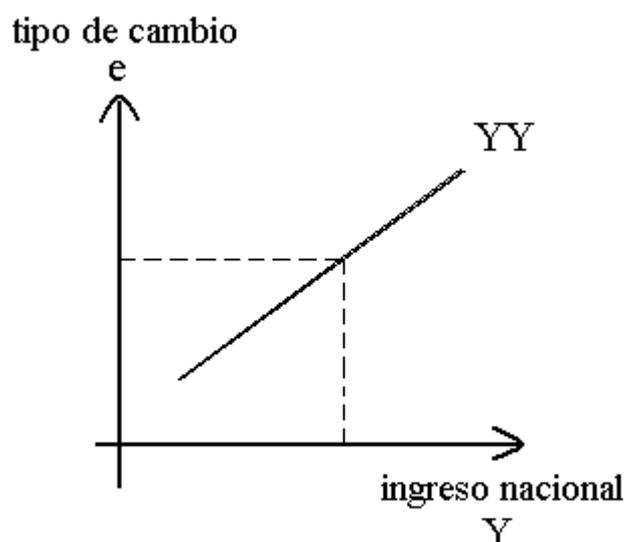


Figura 7.3: Mercado de bienes en equilibrio mediante la Curva YY.

La curva YY tiene pendiente positiva. Para entender esto, considere que el tipo de cambio sube (hay una devaluación) entonces la balanza comercial se mejora (la condición Marshall-Lerner es satisfecha) lo que hace que la producción crezca.

Analizando la ecuación de la curva  $YY$  podemos obtener la siguiente conclusión: aumentos en el consumo autónomo ( $C_0$ ), la inversión autónoma ( $I_0$ ), el gasto del gobierno ( $\bar{G}$ ), y el ingreso externo ( $Y^*$ ), desplazan a la curva  $YY$  a la derecha.

El tipo de cambio está determinado por la intersección de las curvas  $LL$  y  $YY$ .

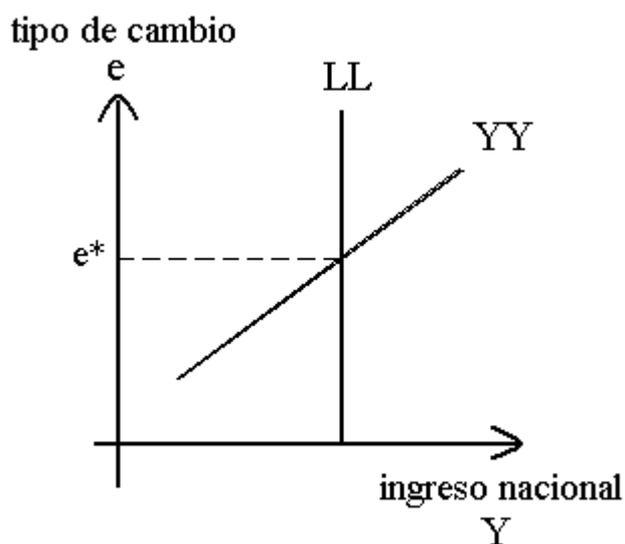


Figura 7.4: Tipo de cambio en equilibrio determinado por la intersección de las curvas  $LL$  y  $YY$ .

Por lo tanto el tipo de cambio flexible en equilibrio queda determinado por la interacción de los mercados de dinero y externo:

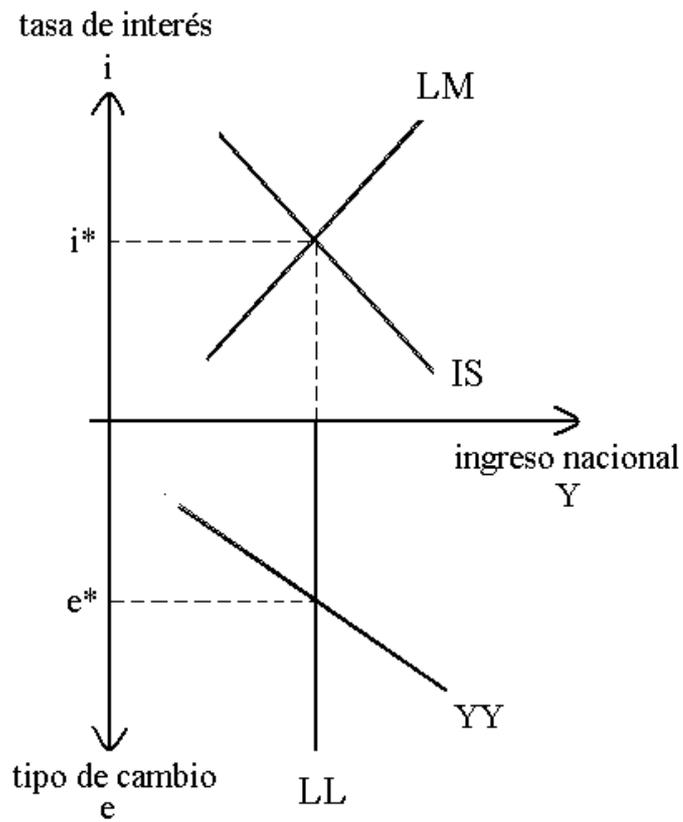


Figura 7.5: Tipo de cambio flexible en equilibrio.

## 7.3. La Política Económica y el Ingreso de Equilibrio

### 7.3.1. La Política Fiscal

Con tipo de cambio flexible y perfecta movilidad de capital, la política fiscal no tiene efectos en el nivel de equilibrio del ingreso.

### 7.3.2. La Política Monetaria

Con tipo de cambio flexible y perfecta movilidad de capital, la política monetaria puede ser altamente efectiva en influir en el nivel de ingreso de equilibrio en el corto plazo.

**Problema. 7.1** Suponga que un país descubre que tiene importantes yacimientos de petróleo y decide exportar éste producto. Explique cómo pueden afectar éstas exportaciones petroleras al tipo de cambio, la tasa de interés y el nivel de ingreso, si el tipo de cambio es flexible y existe perfecta movilidad de capitales.

*Respuesta.* Al haber un incremento en las exportaciones de petróleo, la curva YY se mueve hacia la derecha, esto debido a que como hay más producción de petróleo se abarata su costo y esto a su vez genera que haya más demanda de moneda nacional.

Por lo tanto un incremento en las exportaciones de petróleo teniendo tipo de cambio flexible y perfecta movilidad de capital generaría que el tipo de cambio se deprecie en moneda nacional, lo cual no repercute en la tasa de interés ya que ésta se mantiene igual, y tampoco influye en el nivel de ingreso ya que éste también sigue siendo el mismo.

---

**Problema. 7.2** Suponga que un país donde existe perfecta movilidad de capital y tipo de cambio flexible surge el rumor de que va a haber un golpe de estado. Suponiendo que las familias hacen compras desesperadas de alimentos y que los precios no cambian, explique cómo éste cambio en la demanda puede afectar al tipo de cambio, la tasa de interés y el nivel de ingreso.

*Respuesta.* Las familias demandan moneda para así poder realizar sus compras desesperadas, lo que genera como en el problema anterior, que la curva  $YY$  se desplace hacia la derecha.

Por lo tanto cuando las familias demandan moneda teniendo tipo de cambio flexible y perfecta movilidad de capital generan que el tipo de cambio tenga una depreciación en moneda nacional, la cual no influye en la tasa interés ni en el nivel de ingreso ya que éstos se mantienen igual que antes de que ocurriera la demanda monetaria.

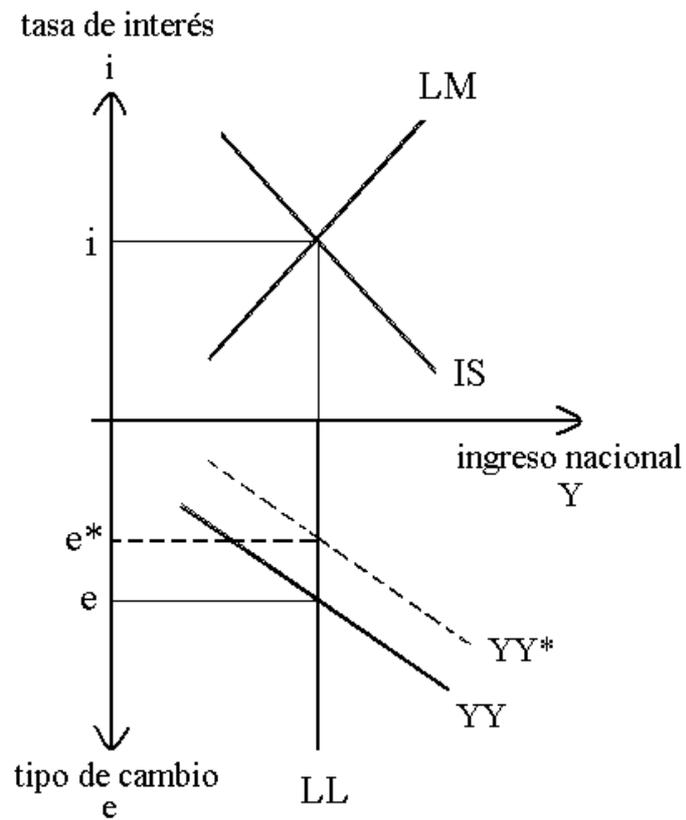


Figura 7.6: Solución del Problema 7.1 y 7.2.

# Capítulo 8

## Determinación del Ingreso con Tipo de Cambio Fijo

**Supuesto:** Existe perfecta movilidad de capital.

Con tipo de cambio fijo el saldo de la balanza de pagos puede ser distinto de cero, debido a la intervención del Banco de México en el mercado de divisas.

### 8.1. Relación entre la Oferta y la Base Monetaria

La definición de oferta de dinero que vamos a utilizar es:  $M1$ .

**Definición.** La *Oferta de Dinero*,  $M1$ , está compuesta por las monedas y billetes en circulación más las cuentas de cheques.

$$M1 = \text{monedas y billetes en circulación} + \text{cuentas de cheques}$$

$$M1 = C^P + DD$$

**Definición.** La *Base Monetaria* (dinero de alto poder),  $H$ , está compuesta por el dinero en circulación más las reservas totales de los bancos comerciales ( $RE$ ).

$$H = C^P + RE$$

**Definición.** Las *Reservas Totales*,  $RE$ , de los bancos comerciales están compuestas por las reservas requeridas ( $RR$ ) más el exceso de reservas ( $ER$ ).

$$RE = RR + ER$$

**Definición.** Las *Reservas Requeridas* ( $RR$ ) son el monto mínimo de reservas que cada banco comercial debe de poseer por ley. Éste monto mínimo está en función de los depósitos recibidos por el banco.

Para obtener la relación entre  $H$  y la oferta de dinero, vamos a hacer uso de tres supuestos:

1. Las reservas requeridas son una fracción constante,  $r$ , de las cuentas de cheques.

$$RR = rDD$$

2. La relación entre  $ER$  y  $DD$  es constante.

$$\frac{ER}{DD} = er$$

3. La relación entre el circulante y las cuentas de cheques es constante.

$$\frac{C^P}{DD} = cu$$

Haciendo uso de la definición de base monetaria y de los supuestos anteriores podemos llegar a la siguiente relación:

$$M1 = \left( \frac{1 + cu}{cu + r + er} \right) H$$

ó

$$M1 = \mu H$$

donde  $\mu$  es el multiplicador monetario.

### 8.1.1. Creación de Base Monetaria

En una economía abierta  $H$  es determinada por el B de M y el saldo de la balanza de pagos.

Para entender lo anterior tenemos que analizar la hoja de balance del Banco de México.

*Hoja de Balance del Banco de México*

<i>Activos</i>		<i>Pasivos</i>	
Reservas Internacionales (IR)	\$100	Circulante	\$240
		En bancos	\$20
		En poder del público	\$220
Crédito del B de M (CBM)	\$200	Depósitos en el B de M	\$60
<i>Base Monetaria</i>	\$300	<i>Base Monetaria</i>	\$300

**Definición.** El *Crédito del B de M* está compuesto por préstamos a bancos comerciales más bonos del gobierno en poder del B de M.

Dado que el monto de los activos debe ser igual que el monto de los pasivos, otra forma de obtener la base monetaria es sumando  $IR$  más  $CBM$ .

$$H = IR + CBM$$

**Problema. 8.1** El B de M compra bonos a Menganito por un monto de \$10. Menganito recibe un cheque y lo deposita en Banco Primero. Banco Primero cambia el cheque por efectivo. Muestre los cambios ocurridos en la hoja de balance del B de M. ¿Qué pasa con la base monetaria?

*Respuesta.* 1. B de M compra bonos a Menganito:

## Hoja de Balance del Banco de México

<i>Activos</i>		<i>Pasivos</i>	
Reservas Internacionales (IR)	\$100	Circulante	\$240
		En bancos	\$20
		En poder del público	\$220
Crédito del B de M (CBM)	\$210	Depósitos en el B de M	\$60
<i>Base Monetaria</i>	\$310	<i>Base Monetaria</i>	\$300

2. Menganito recibe el cheque:

## Hoja de Balance del Banco de México

<i>Activos</i>		<i>Pasivos</i>	
Reservas Internacionales (IR)	\$100	Circulante	\$250
		En bancos	\$20
		En poder del público	\$230
Crédito del B de M (CBM)	\$210	Depósitos en el B de M	\$60
<i>Base Monetaria</i>	\$310	<i>Base Monetaria</i>	\$310

3. Banco Primero cambia el cheque:

## Hoja de Balance del Banco de México

<i>Activos</i>		<i>Pasivos</i>	
Reservas Internacionales (IR)	\$100	Circulante	\$250
		En bancos	\$30
		En poder del público	\$220
Crédito del B de M (CBM)	\$210	Depósitos en el B de M	\$60
<i>Base Monetaria</i>	\$310	<i>Base Monetaria</i>	\$310

Por lo tanto nos damos cuenta que la base monetaria cambia según el movimiento económico, pero para éste problema al final regresa a ser de igual cantidad monetaria.

**Problema. 8.2** Si en el ejemplo anterior, Banco Primero deposita el cheque en el B de M. ¿Cómo se vería afectada la hoja de balance del B de M?

*Respuesta.* La hoja de balance del B de M se vería así:

*Hoja de Balance del Banco de México*

<i>Activos</i>		<i>Pasivos</i>	
Reservas Internacionales (IR)	\$100	Circulante	\$240
		En bancos	\$20
		En poder del público	\$220
Crédito del B de M (CBM)	\$210	Depósitos en el B de M	\$70
<i>Base Monetaria</i>	\$310	<i>Base Monetaria</i>	\$310

**Problema. 8.3** El B de M compra \$10 de reservas internacionales al Banco Primero para mantener fijo el tipo de cambio. Banco Primero deposita el cheque en el B de M. ¿Cómo se ve afectada la hoja de balance del B de M?

*Respuesta.* 1. B de M compra \$10 de reservas internacionales:

*Hoja de Balance del Banco de México*

<i>Activos</i>		<i>Pasivos</i>	
Reservas Internacionales (IR)	\$110	Circulante	\$240
		En bancos	\$20
		En poder del público	\$220
Crédito del B de M (CBM)	\$200	Depósitos en el B de M	\$60
<i>Base Monetaria</i>	\$310	<i>Base Monetaria</i>	\$300

2. Banco Primero deposita el cheque:

*Hoja de Balance del Banco de México*

<i>Activos</i>		<i>Pasivos</i>	
Reservas Internacionales (IR)	\$110	Circulante	\$240
		En bancos	\$20
		En poder del público	\$220
Crédito del B de M (CBM)	\$200	Depósitos en el B de M	\$70
<i>Base Monetaria</i>	\$310	<i>Base Monetaria</i>	\$310

Del ejemplo anterior podemos afirmar que un superávit en balanza de pagos aumenta  $H$ .

## 8.2. Equilibrio Macroeconómico

Perfecta movilidad de capitales implica que  $i = i^*$ .

Tipo de cambio fijo implica que el B de M debe de intervenir en el mercado de divisas comprando y vendiendo divisas.

El equilibrio está dado por la intersección de las curvas IS, LM y BB.

## 8.3. La Política Económica y el Ingreso Nacional

### 8.3.1. La Política Monetaria

Con tipo de cambio fijo y perfecta movilidad de capitales la política monetaria no es efectiva.

Nota: *Un país no puede caer en déficits de balanza de pagos continuamente debido a que se le pueden acabar las divisas.*

### 8.3.2. La Política Fiscal

Con tipo de cambio fijo y perfecta movilidad de capitales la política fiscal es totalmente efectiva.

*Nota: Un aumento en el gasto incrementa las IR del B de M. Sin embargo es importante saber cómo fué financiado ese aumento en el gasto. Por ejemplo, si fué financiado con crédito del exterior entonces cuando el gobierno pague su deuda las IR van a disminuir.*

### 8.3.3. Impacto de una Devaluación

Con tipo de cambio fijo e imperfecta movilidad de capital, una devaluación produce un aumento en el nivel de ingreso.

Lo anterior puede ser obtenido sacando la derivada del ingreso respecto al tipo de cambio en la siguiente ecuación:

$$Y = \alpha(\bar{A} + \bar{T} - bi + \phi q)$$

De igual manera una devaluación produce un mejoramiento en la balanza comercial, lo cual puede ser demostrado derivando la ecuación para  $T$  con respecto al tipo de cambio.

**Definición.** Los *Términos de Intercambio* son obtenidos como la razón del precio de las exportaciones en moneda doméstica,  $P$ , al precio de las importaciones en moneda doméstica,  $eP^*$ , es el recíproco de  $q$ .

Si los términos de intercambio disminuyen y el gasto en términos de pesos permanece constante, entonces habrá una reducción en el gasto real de los residentes domésticos, es decir, hay una reducción en el nivel de vida.

Si los residentes domésticos mantienen constante su gasto real siempre que enfrenten una reducción en su poder de compra, entonces la absorción subirá lo cual reducirá la balanza comercial.

$$T = Y - A$$

Éste efecto positivo de la devaluación en la absorción ha sido llamado el efecto Laursen-Metzler-Harberger.

Por lo tanto en el corto plazo, una devaluación puede empeorar  $T$  y mejorarla en el largo plazo. Éste fenómeno se conoce como el efecto de la curva  $J$ .

## 8.4. Operaciones de Esterilización

Si por algún motivo hay un déficit de balanza de pagos, la intervención del B de M en el mercado de divisas puede provocar una disminución de  $Y$ . Ésto genera un incentivo para que el B de M trate de evitar el ajuste a través de operaciones de esterilización.

**Definición.** Las *Operaciones de Esterilización* son llevadas a cabo por el B de M con el objeto de neutralizar (esterilizar) los efectos que su intervención en el mercado de divisas tiene sobre la base monetaria.

*Nota: El B de M no puede mantener  $B < 0$  indefinidamente ya que se le pueden acabar las reservas. Tampoco puede mantener  $B > 0$  indefinidamente ya que se le pueden acabar los bonos.*

## 8.5. Limitaciones del Modelo Mundell-Fleming

(Keith Pilbeam International Finance, The Macmillan Press Ltd, London, 1992, pag. 103-104)

1. La condición Marshall-Lerner. El modelo es de corto plazo, el cual es el periodo en que difícilmente se puede cumplir la condición Marshall-Lerner.
2. Interacciones de acervos y flujos. El modelo ignora la relación entre acervos y flujos. Según el modelo un déficit en cuenta corriente puede ser financiado con un superávit en la cuenta de capitales, lo cual es factible

---

en el corto plazo, pero en el largo plazo una acumulación creciente de deuda externa hará cada vez más difícil el financiamiento de un déficit.

3. Ignora restricciones presupuestales de largo plazo. Si el sector privado mira hacia adelante sabrá que un aumento en el gasto resultará en mayores impuestos en el futuro, lo cual aumentará el ahorro privado hoy, reduciendo el posible impacto de la política fiscal.
4. Ignora los factores del lado de la oferta. Asume que los precios son fijos y la oferta se ajusta a la demanda.
5. No toma en cuenta las expectativas del tipo de cambio.
6. Ignora los efectos de una devaluación en los precios.



# Conclusiones

El propósito de éste trabajo estuvo enfocado en exponer mediante un enfoque actual la materia de Finanzas Internacionales que se imparte en la carrera de Actuaría.

En éste trabajo se realizó una síntesis de los principales temas de estudio que un alumno interesado en el campo de las Finanzas Internacionales pueda seguir, los conceptos aquí presentados han sido expuestos en forma simple, buscando que sean rápidamente entendidos y asimilados por el alumno, esperando puedan servirle a futuras generaciones de Actuarios en el estudio de las Finanzas Internacionales, sin ser una guía exhaustiva, si como referencia o simplemente como punto de partida en la continuidad que éste decida hacer en el trayecto de sus estudios, presentes o futuros.

El objetivo de la materia Finanzas Internacionales se contempló dentro de éste trabajo, ya que se expusieron varios puntos del temario actual de dicha materia, complementándolo además con temas de interés actual. Por lo tanto, se puede concluir que se cumplió con el objetivo principal de éste trabajo.

# Conclusiones

El propósito de éste trabajo estuvo enfocado en exponer mediante un enfoque actual la materia de Finanzas Internacionales que se imparte en la carrera de Actuaría.

En éste trabajo se realizó una síntesis de los principales temas de estudio que un alumno interesado en el campo de las Finanzas Internacionales pueda seguir, los conceptos aquí presentados han sido expuestos en forma simple, buscando que sean rápidamente entendidos y asimilados por el alumno, esperando puedan servirle a futuras generaciones de Actuarios en el estudio de las Finanzas Internacionales, sin ser una guía exhaustiva, si como referencia o simplemente como punto de partida en la continuidad que éste decida hacer en el trayecto de sus estudios, presentes o futuros.

El objetivo de la materia Finanzas Internacionales se contempló dentro de éste trabajo, ya que se expusieron varios puntos del temario actual de dicha materia, complementándolo además con temas de interés actual. Por lo tanto, se puede concluir que se cumplió con el objetivo principal de éste trabajo.



# Bibliografía

- [1] COSTA LUIS, FONT MONTSERRAT  
*Manual Práctico, Divisas y Riesgo de Cambio*  
España, 1995
- [2] FABOZZI FRANK J., MODIGLIANI FRANCO  
*Capital Markets, Institutions and Instruments*  
Estados Unidos, 1996
- [3] HULL JOHN C.  
*Options, Futures, and Other Derivatives*  
Canadá, 1997
- [4] KOLMOGOROV ANDREI, IUSHKOVICH ADOLF  
*Mathematics of the 19th century*  
Unión Soviética, 1992
- [5] KRUGMAN PAUL R., OBSTFELD MAURICE  
*Economía Internacional, Teoría y Política*  
España, 2001
- [6] LEVY MAURICE D.  
*Finanzas Internacionales*  
México, 2001

- [7] MANSELL CATHERINE  
*Las Nuevas Finanzas en México*  
México, 1994
- [8] PILBEAM KEITH  
*International Finance*  
Inglaterra, 1992
- [9] RIVERA FRANCISCO L., RIVERA LUIS A.  
*International Finance and Open Economy Macroeconomics*  
Estados Unidos, 1994
- [10] WERNER ALEJANDRO  
*Un Estudio Estadístico Sobre el Comportamiento de la Cotización del Peso Mexicano Frente al Dólar y de su Volatilidad*  
México, 1997