

00681  
4  
24.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE CONTADURIA Y ADMINISTRACION  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

---

---



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO**

**EFICIENCIA EN FUTUROS Y OPCIONES: EL CASO  
DEL PESO MEXICANO EN EL CME.**

**(Modelando Heteroscedasticidad 1972/85-1995/96)**

**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE**  
**DOCTOR EN ADMINISTRACION**  
**P R E S E N T A:**  
**RUBEN ISRAEL SHIFFMAN KATZ**  
**ASESOR: DR. LINO PEREA FLORES**

1997

**TESIS CON  
FALLA LE CRICEN**



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.

**Resumen de la Tesis: EFICIENCIA EN FUTUROS Y OPCIONES: EL CASO DEL PESO MEXICANO EN EL CME. (Modelando Heteroscedasticidad 1972/85-1995-96). Versión en Español.**

Poco se ha investigado del contrato de futuros sobre el peso mexicano a pesar de haber sido de los más activos del mundo durante 1973, 1975-1976 y el de mayor crecimiento en el "Chicago Mercantile Exchange" durante 1995. Esta investigación, pretende realizar inferencia sobre la hipótesis de la eficiencia de los mercados ("HEM") de futuros y opciones durante tres periodos de tiempo ( del 2 de marzo de 1973 al 31 de agosto de 1976; del 8 de septiembre de 1976 al 14 de noviembre de 1985; y del 4 de abril de 1995 al 29 de noviembre de 1996), utilizando estadística paramétrica y no paramétrica, un modelo tautológico para estimar precios a futuro, un modelo generalizado autorregresivo heteroscedástico ("GARCH") para pronosticar retornos (Los retornos se calculan como la diferencia del logaritmo del precio del contrato de futuros sobre el peso mexicano en  $t+1$  menos el logaritmo del precio en  $t$ ) y una regla de negociación para tratar de obtener rendimientos mayores a los ofrecidos por la tasa libre de riesgo. La investigación tiene una aplicación práctica ya que ofrece a los participantes de este mercado una herramienta para la toma de decisiones.

Siete capítulos, cuatro apéndices, dos glosarios y la bibliografía componen la investigación. En el capítulo dos, se resume la metodología y los datos utilizados durante la investigación. En el tres, se analizan las características de los retornos y se realizan pruebas de caminata aleatoria para demostrar heteroscedasticidad y poder definir el modelo "GARCH" del capítulo cinco. En el capítulo cuatro, se realiza una prueba de condición necesaria para hacer inferencia sobre la "HEM" estimando precios a futuro del peso mexicano y calculando utilidades netas de costos de transacción con una estrategia de mantenerse largo en pesos hasta la fecha de vencimiento del contrato de futuros. En el capítulo cinco, se realizan pruebas de condición suficiente para rechazar la HEM. Se sugiere un modelo "GARCH" para pronosticar los retornos, se aplica una regla de negociación, se calculan los rendimientos de las transacciones realizadas, de acuerdo a la regla de negociación y se comparan contra rendimientos de comprar contratos de futuros sobre el peso mexicano en la fecha de inicio del contrato y mantenerlos hasta la fecha de vencimiento. En el capítulo seis se calculan con dos procedimientos numéricos y un modelo analítico los precios teóricos de los contratos de opciones sobre futuros del peso mexicano y se estiman algunas medidas de sensibilidad. El capítulo siete contiene las conclusiones de la investigación.

**Resumen de la Tesis: EFICIENCIA EN FUTUROS Y OPCIONES: EL CASO DEL PESO MEXICANO EN EL CME. (Modelando Heteroscedasticidad 1972/85-1995-96). Versión en Ingles.**

Few research has been done in the mexican peso futures contract, although it has been one of the most active in the world during 1973, 1975-1976, and one of the fastest growing in the "Chicago Mercantile Exchange" during 1995. The research makes inference about the market efficiency hypothesis ("MEH") in futures and options having as an underlying the mexican peso, during three periods of time (from March 2, 1973-August 31, 1976; September 8, 1976-November 14, 1985 and from April 4, 1995-November 29, 1996), using parametric and non-parametric statistics, a tautological model to estimate futures prices, a generalized autoregressive conditional heteroscedastic model ("GARCH") to forecast returns (the returns are calculated as the difference between the futures price's logarithm in  $t+1$  and the price's logarithm in  $t$ ) and a trading rule in order to obtain returns above the risk free rate (positive excess returns). The research has a practical application and offers market participants a tool for decision making.

The research consists of seven chapters, four appendixes, two glossaries and the bibliography. In chapter two the research methodology and the used data are resumed. In chapter three the returns' characteristics are analyzed, and random walk tests are made to demonstrate heteroscedasticity and to define the "GARCH" model used in chapter five. In chapter four, a necessary condition test is carried out to make inference about the "MEH" estimating futures prices on the mexican peso and calculating profits net of transaction costs with a buy and hold strategy. In chapter five a sufficient condition test is carried out to reject the "MEH", a "GARCH" model is suggested to forecast returns, a trading rule is applied based on the forecast standardized returns, excess returns are estimated and then compared with a buy and hold strategy. In chapter six, option prices having as an underlying peso futures are calculated using two numerical procedures and an analytical model. Also, some sensitivity measures are estimated. Chapter seven contains the conclusions.

**A Lone,  
Emil, Viera y Sidney.**

# INDICE

<b>1 INTRODUCCION</b>	<b>5</b>
1.1 Hipótesis de la eficiencia de los mercados	5
1.2 Antecedentes de los derivados financieros	6
1.3 Estructura de la investigación	12
1.4 Resultados generales	12
<b>2 METODOLOGIA Y DATOS</b>	<b>19</b>
<b>3 CARACTERISTICAS DE LOS RETORNOS</b>	<b>24</b>
3.1 Procesos estocásticos de retornos	25
3.2 Rendimientos	27
3.3 Premio por riesgo	29
3.4 Varianza / Simetría / Curtosis	30
3.5 Autocorrelaciones	31
3.6 Pruebas de caminata aleatoria	34
<b>4 PRECIOS A FUTURO OBSERVADOS Y ESTIMADOS</b>	<b>43</b>
4.1 Prueba de condición necesaria	43
4.2 Datos	43
4.3 Metodología y resultados empiricos	44
4.4 Evaluación del pronóstico	50
<b>5 PRONOSTICO ESTANDARIZADO DE LOS RETORNOS</b>	<b>54</b>
5.1 Prueba de condición suficiente	54
5.2 La Regla / Supuestos / Estimando con el modelo GARCH	56
5.3 Exceso de Retorno	58
<b>6 OPCIONES SOBRE FUTUROS</b>	<b>66</b>
6.1 Procedimientos numéricos y valores analíticos	66
6.2 Metodología y datos	68
6.3 Arboles binomiales, Black-Scholes y Técnica de control variado	69
6.4 Medidas de sensibilidad	74
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>79</b>
<b>APENDICE</b>	<b>84</b>
1 Derivando la ecuación diferencial de futuros sobre divisas	84
2 Derivando el modelo GARCH	87
3 Reflexiones sobre las bolsas de derivados	91
4 Resumen de los datos estudiados	104
<b>GLOSARIO</b>	<b>108</b>
1 Notación matemática	108
2 Terminología	114
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>117</b>

# TABLAS

	Pág.
1.1 Derivados financieros negociados en bolsas, montos nominales	7
1.2 Derivados financieros negociados en bolsas, volumen operado	8
1.3 Características de los contratos de opciones sobre futuros (1995-96)	10
1.4 Características de los contratos de futuros (1972-85 / 1995-96)	11
3.1 Rendimientos anuales esperados	29
3.2 Premio por riesgo	29
3.3 Distribución de los retornos	31
3.4 Autocorrelaciones de los retornos del contrato de futuros sobre el peso	32
3.5 Resultados del estadístico Box y Ljung	35
3.6 Resultados de la T* y S* de Taylor	37
3.7 Resultados de la prueba de corridas para aleatoriedad	38
3.8 Valores del estadístico de Kruskal-Wallis	41
3.9 Rendimientos promedios por día de la semana	41
4.1 Características de los contratos de futuros	44
4.2 Posiciones largas mas y menos rentables del periodo 1995-96	48
4.3 ECM de predicción para los precios a futuro observados y los estimados en 13 horizontes	51
5.1 Estadísticas de errores relativos del pronóstico	58
5.2 Parámetros de decisión de la regla de negociación	57
5.3 Excesos de retorno y betas para 1995-96	60
5.4 Información semestral sobre transacciones para 1995-96	61
5.5 Excesos de retorno y betas para 1973-76	62
5.6 Información semestral sobre transacciones para 1973-76	62
5.7 Excesos de retorno y betas para 1976-85	63
5.8 Información semestral sobre transacciones para 1976-85	64
6.1 Datos de los contratos de opciones sobre futuros	68
6.2 Errores de predicción de opciones americanas	74
6.3 Medidas de sensibilidad de los contratos de opciones	77
A3.1 Estructura de bolsas de futuros y opciones en México	98

## **FIGURAS**

---

	<b>Pág.</b>
<b>2.7 Metodología de la investigación</b>	<b>21</b>
<b>2.8 Gráfica de precios de cierre durante el período 1973-76</b>	<b>25</b>
<b>2.9 Gráfica de precios de cierre durante el período 1976-85</b>	<b>26</b>
<b>3.0 Gráfica de precios de cierre durante el período 1995-96</b>	<b>26</b>
<b>3.1 Gráfica de autocorrelaciones de los retornos 1973-76</b>	<b>33</b>
<b>3.2 Gráfica de autocorrelaciones de los retornos 1976-85</b>	<b>33</b>
<b>3.3 Gráfica de autocorrelaciones de los retornos 1995-96</b>	<b>34</b>
<b>4.1 Gráfica de utilidad realizable a vencimiento</b>	<b>47</b>
<b>4.2 Gráfica del "basis" para el período 04/95-09/96</b>	<b>49</b>
<b>A3.1 Gráfica del proceso de autorregulación</b>	<b>95</b>

# 1 INTRODUCCION

## 1.1 Hipótesis de la eficiencia de los mercados

Poco se ha investigado del contrato de futuros sobre el peso mexicano a pesar de haber sido de los más activos del mundo durante 1973, 1975-1976 y el de mayor crecimiento en el "Chicago Mercantile Exchange (CME)" durante 1995. Esta investigación, pretende realizar inferencia sobre la hipótesis de la eficiencia de los mercados (HEM) de futuros y opciones durante tres períodos de tiempo<sup>1</sup>, utilizando estadística paramétrica y no paramétrica, un modelo tautológico para estimar precios a futuro, un modelo generalizado autorregresivo heteroscedástico (GARCH) para pronosticar retornos<sup>2</sup> y una regla de negociación para tratar de obtener rendimientos mayores a los ofrecidos por la tasa libre de riesgo. La investigación tiene una aplicación práctica ya que ofrece a los participantes de este mercado una herramienta para la toma de decisiones.

Varios estudios han probado eficiencia de algunos mercados con la definición clásica de Fama<sup>3</sup> quien asume que un mercado es eficiente cuando la formación de precios de los instrumentos que se negocian, se ajusta de forma instantánea al arribo de nueva información disponible, eliminando de esta manera las oportunidades para obtener rendimientos sistemáticos mayores a los ofrecidos por la tasa libre de riesgo. Fama ha distinguido tres niveles de la HEM basados en grupos de información disponible: La eficiencia en su forma débil definida con respecto a la información de precios históricos; en su forma semifuerte definida con

---

<sup>1</sup> Los tres períodos de tiempo analizados son los siguientes: del 2 de marzo de 1973 al 31 de agosto de 1976; del 8 de septiembre de 1976 al 14 de noviembre de 1985; y del 4 de abril de 1995 al 29 de noviembre de 1996.

<sup>2</sup> Los retornos se calculan como la diferencia del logaritmo del precio en  $t+1$  menos el logaritmo del precio en  $t$ .

respecto a toda la información pública disponible; y en su forma fuerte que requiere que la formación de precios refleje también, de la mejor manera, la información privada. La definición clásica de Fama ignora el impacto del costo y riesgo<sup>4</sup> por lo que se prefirió utilizar definiciones más prácticas como la de Grossman y Stiglitz<sup>5</sup> quienes plantean que es imposible que los mercados sean completamente eficientes debido al costo de la información y la de Jensen<sup>6</sup>, quien asumió que los participantes que operan en los mercados, no pueden utilizar la información para obtener rendimientos mayores a los ofrecidos por la tasa libre de riesgo, cuando se toma en cuenta el costo y riesgo de la transacción.

## **1.2 Antecedentes de los derivados financieros**

La operación en bolsa de futuros y opciones de tasas de interés, divisas e índices, comenzó en los Estados Unidos (E.U.) en la década de los 70's<sup>7</sup> y a mediados de los 80's en otros países. Las Tablas 1.1 y 1.2 demuestran que en 1986 las bolsas en los E.U. contaban con aproximadamente el ochenta por ciento del total de productos derivados negociados en bolsas, tanto en montos nominales a final del año como en el volumen operado durante el año expresado en términos de montos nominales. Sin embargo, en los 90's las operaciones en bolsas fuera de E.U. crecieron más rápido que en las bolsas norteamericanas. Para 1995, los volúmenes operados de derivados financieros en bolsas fuera de E.U. excedía al de los volúmenes operados dentro de las bolsas norteamericanas y los montos nominales a

---

<sup>3</sup> Véase Fama E. F. *Foundations of Finance*, [1976] Oxford, Inglaterra. Basil Blackwell, pp.1-16.

<sup>4</sup> Sin embargo, en: "Efficient Capital Markets II", *Journal of Finance*, diciembre [1992], Fama ya considera el impacto del costo y riesgo.

<sup>5</sup> Véase Grossman, S.J. y Stiglitz, J.E. "Information and competitive price systems", [1976] *American Economic Review* 66: pp.246-53.

<sup>6</sup> Véase Jensen, M.C. "Some anomalous evidence regarding market efficiency", [1978] *Journal of Financial Economics* 6: pp.95-101.

final del año en bolsas fuera de E.U., fueron poco menor a los montos nominales a final de año en bolsas norteamericanas.

**Tabla 1.1** Derivados financieros negociados en bolsas, montos nominales  
(Montos nominales a final de año, expresado en miles de millones de dólares)

Por país	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
<b>Todos los países</b>	<b>618.3</b>	<b>729.9</b>	<b>1,304.8</b>	<b>1,766.9</b>	<b>2,290.4</b>	<b>3,519.3</b>	<b>4,634.4</b>	<b>7,771.1</b>	<b>8,862.5</b>	<b>9,185.3</b>
<b>Países del G-10</b>	<b>594.7</b>	<b>699.1</b>	<b>1,235.7</b>	<b>1,667.3</b>	<b>2,150.9</b>	<b>3,298.4</b>	<b>4,379.7</b>	<b>7,301.8</b>	<b>8,154.0</b>	<b>8,563.6</b>
Estados Unidos	517.9	577.7	950.3	1,152.3	1,263.0	2,132.1	2,675.5	4,316.3	4,750.0	4,788.8
Reino Unido	.3	.4	134.5	198.3	320.2	488.4	680.0	1,176.5	1,262.7	1,608.4
Japón	63.5	107.7	106.6	260.9	424.2	441.2	576.1	1,193.5	1,498.1	1,524.4
Francia	2.7	8.5	36.6	42.6	127.1	186.5	381.1	491.2	482.7	477.5
Alemania	.0	.0	.0	.0	1.7	16.2	24.9	50.7	42.9	70.6
Canadá	.2	.4	1.3	3.5	5.5	19.6	19.2	42.3	69.5	58.4
Países Bajos	.0	.8	5.6	8.0	7.3	6.9	13.1	11.6	6.1	12.5
Suiza	.0	.0	.0	.3	1.2	6.2	3.7	5.7	6.6	10.2
Bélgica	.0	.0	.0	.0	.0	.1	1.5	6.9	4.3	7.2
Italia	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.5	6.6	3.0	4.0
Suecia	10.1	3.6	.8	1.4	.8	1.1	1.0	.3	1.2	1.6
<b>Otros países</b>	<b>23.6</b>	<b>30.8</b>	<b>69.1</b>	<b>99.6</b>	<b>139.5</b>	<b>220.9</b>	<b>254.7</b>	<b>469.3</b>	<b>708.5</b>	<b>621.7</b>

Fuente: Bank for International Settlements, *Clearing arrangements for exchange-traded derivatives*, diciembre [1996], p.13. Basilea Suiza.

La actividad en 1994 había sido estimulada por una volatilidad excepcional en los mercados de bonos globales. A partir de entonces, los volúmenes operados han decaído en el agregado de los países y en la mayoría de los países en lo particular, mientras que el monto nominal a final de año ha crecido más lentamente<sup>9</sup>.

<sup>7</sup> Opciones y Warrants sobre subyacentes accionarios se negociaban con anterioridad en otros países.

<sup>8</sup> Aparte de los países del G-10, los países que cuentan con los mercados de derivados financieros más activos son: Singapur, Brasil, Australia, España, Hong Kong, Nueva Zelanda, Sudáfrica y Dinamarca. Fuente: Bank for International Settlements, diciembre [1996], pp.13-14. op-cit.

**Tabla 1.2** Derivados financieros negociados en bolsas, volumen operado  
(Volumen operado en términos de montos notacionales, expresado en miles de millones de dólares)

Por país	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
<b>Todos los países</b>	<b>40,768.6</b>	<b>68,111.8</b>	<b>71,142.3</b>	<b>111,562.6</b>	<b>123,381.3</b>	<b>135,207.7</b>	<b>181,888.0</b>	<b>225,066.7</b>	<b>342,629.5</b>	<b>327,664.6</b>
<b>Países del G-10</b>	<b>39,774.9</b>	<b>65,460.4</b>	<b>67,336.6</b>	<b>104,379.7</b>	<b>116,195.7</b>	<b>127,474.4</b>	<b>170,469.3</b>	<b>211,063.1</b>	<b>315,479.4</b>	<b>300,915.9</b>
Estados Unidos	31,440.9	44,892.8	43,115.8	67,515.4	65,608.4	70,536.0	101,674.6	112,440.7	174,553.0	160,368.5
Reino Unido	5,905.6	14,878.7	16,024.4	21,597.1	29,176.4	30,179.1	25,877.7	39,005.3	55,479.8	54,195.3
Japón	2,258.4	4,275.0	6,371.5	10,710.7	15,634.2	17,331.8	26,596.2	34,750.5	53,290.8	50,829.0
Francia	91.2	1,215.4	1,692.7	7,655.7	5,420.1	7,571.3	12,632.7	19,047.9	22,722.0	25,762.0
Alemania	.0	.0	.0	.0	14.8	593.3	1,620.5	2,590.8	4,563.6	4,730.5
Canadá	13.9	13.9	24.1	50.7	133.0	219.7	436.2	681.4	1,535.7	1,855.1
Países Bajos	55.3	180.1	83.8	67.8	122.9	792.9	1,118.2	1,425.7	2,016.0	1,806.5
Suiza	.0	.0	.0	.0	.0	.0	96.7	647.6	670.3	562.8
Bélgica	.0	.0	.9	12.2	26.6	168.8	273.9	167.7	312.9	381.4
Italia	9.5	14.6	23.7	61.5	59.4	79.8	83.8	130.9	149.3	217.0
Suecia	.0	.0	.0	.0	.0	1.1	58.7	174.6	185.6	207.9
<b>Otros países</b>	<b>993.6</b>	<b>2,651.4</b>	<b>3,805.7</b>	<b>7,172.8</b>	<b>7,185.6</b>	<b>7,733.3</b>	<b>11,418.7</b>	<b>14,003.6</b>	<b>27,050.1</b>	<b>26,648.7</b>

Fuente: Bank for International Settlements, diciembre [1996], p.14. op.cit.

La disponibilidad de derivados financieros - tanto los listados en bolsas, como los extrabursátiles<sup>9</sup> (OTC) - ha permitido a los participantes transferir riesgos de forma eficiente dada la formación de precios. Al manejar la transferencia de riesgos, los participantes realizan supuestos sobre como minimizar su exposición al riesgo utilizando horizontes de tiempo apropiados<sup>10</sup>. En parte, la utilización de dichos horizontes está basada en el supuesto de que los riesgos de mercado asociados con instrumentos poco líquidos pueden ser compensados con posiciones en mercados más

<sup>9</sup> A diferencia de los derivados negociados en bolsas, en algunos casos los derivados extrabursátiles no pueden ser transferidos o terminados sin el consentimiento de las partes, por ende la negociación de la transferencia o terminación de un contrato es inherentemente un proceso que lleva tiempo.

<sup>10</sup> Por ejemplo, los participantes suelen medir el riesgo mercado utilizando medidas de valor-en-riesgo que son calculadas con base en los movimientos de precios en un periodo de tiempo. Véase: *The implications for securities regulators of the increased use of value at risk models*, OICV, junio [1995]: p.1.

líquidos. En particular, se suele asumir que los derivados negociados en bolsa proveen la suficiente liquidez para permitir la compensación de posiciones en instrumentos menos líquidos<sup>11</sup>. De esta forma, las bolsas en donde se negocian derivados financieros, han venido a constituir un componente vital en la infraestructura financiera de los países, situación que motivó a realizar en el Apéndice 3 consideraciones sobre el propósito económico de las bolsas de derivados, sus estructuras, aspectos de regulación y de supervisión, capitalización, tratamiento fiscal y contable así como las tendencias actuales de esta industria.

Por su parte, el contrato de futuros sobre el peso mexicano se listó del 16 de mayo de 1972 al 20 de noviembre de 1985 en el "International Monetary Market (IMM)" del "CME"<sup>12</sup>. El 5 de noviembre de 1985 las autoridades monetarias de México prohibieron a las instituciones nacionales de crédito, liquidar operaciones en pesos, con instituciones financieras del exterior. Lo anterior, aunado a las altas garantías requeridas por la cámara de compensación del "CME", contribuyó a la desaparición del contrato de futuros sobre el peso mexicano. El 12 de enero de 1995, el "CME" solicitó a la agencia reguladora "Commodity Futures Trading Commission (CFTC)", su aprobación para reactivar un nuevo contrato de futuros sobre el peso

---

<sup>11</sup> Sin embargo, los administradores de riesgo prudentes llevan a cabo pruebas de estrés que buscan cuantificar pérdidas potenciales en situaciones anormales de mercado, incluyendo los periodos de poca liquidez.

<sup>12</sup> Algunos datos obtenidos de los libros anuales [1972-85], del "IMM" del "CME": Desde abril de 1954 la paridad de referencia de \$.08000 dólares por peso se mantuvo hasta el 31 de agosto de 1976 cuyo máximo fue .06500 y .04750 como mínimo. El volumen operado mensual más alto durante 1972-85 fue en diciembre de 1973 con 81,200 contratos. El 15 de septiembre de 1982: la junta de gobierno del CME aplazó el listado de nuevos contratos en el IMM, hasta que las autoridades monetarias mexicanas aclararan sanciones de operación del peso. Los contratos de diciembre de 1983, marzo de 1984 y junio de 1984 se listaron hasta el 14 de enero de 1983. El 18 de febrero de 1982: las autoridades monetarias mexicanas cambiaron a un régimen de flotación la paridad del peso frente al dólar. El 6 de agosto de 1982: las autoridades monetarias mexicanas establecieron una tasa preferencial para importaciones prioritarias. El 6 de septiembre de 1982: las autoridades monetarias mexicanas establecieron dos paridades para el peso y se abolió el régimen de flotación. El 20 de diciembre de 1982: las autoridades monetarias mexicanas devaluaron el peso 47% para operaciones

mexicano y un contrato de opciones sobre futuros del peso mexicano. Tomando en consideración diversas consultas con las autoridades financieras en México y dado que el 17 de marzo de 1995, las autoridades monetarias mexicanas permitieron a las instituciones nacionales de crédito nuevamente liquidar operaciones en pesos, la "CFTC" aprobó la solicitud del "CME" y el 25 de abril de 1995 ambos contratos empezaron a negociarse. La Tabla 1.3 muestra las características del contrato de opciones sobre futuros del peso mexicano mientras que la Tabla 1.4 muestra las características de los contratos de futuros sobre el peso mexicano.

**Tabla 1.3 Características de los contratos de opciones sobre futuros (1995-96)**

	<b>Descripción de los términos</b>
<b>1. Tamaño del contrato</b>	Un contrato de futuros sobre el peso mexicano.
<b>2. Límites en posiciones especulativas</b>	6,000 contratos de futuros o equivalentes con todos los meses combinados. Límite inicial "spot" 3,000 contratos, límite final "spot" (última semana antes de la entrega) 750 contratos.
<b>3. Niveles en donde los socios liquidadores reportan posiciones de clientes a la bolsa</b>	25 contratos
<b>4. Precios de ejercicio</b>	Intervalo de \$0.01 en los precios de ejercicio listados inicialmente y mantenidos en-el-dinero y cuatro encima y debajo del precio de ejercicio en-el-dinero.
<b>5. Fecha de vencimiento de la opción</b>	En el ciclo trimestral de marzo, el último día de operación será el segundo viernes antes del tercer miércoles del mes del contrato. La opción vence a las 7:00 p.m. del último día de operación. El último día de operación del contrato de futuros subyacente continúa por lo menos 10 días después del último día de operación de la opción. Son opciones americanas. Existe ejercicio automático de opciones que se encuentren dentro del-dinero.
<b>6. Puja mínima</b>	\$0.00025 (\$12.50 por contrato). Transacciones cabinet a una prima de \$0.0000125 (\$6.25 por contrato). La formación de precios de Globex es cada 0.05 por ciento.
<b>7. Límites de precio</b>	No existe. La operación se detendrá cuando el contrato de futuros subyacente alcance algún límite.

controladas y se volvió a un régimen de flotación reemplazando una de las paridades establecidas el 6 de septiembre de 1982.

Tabla 1.4 Características de los contratos de futuros (1972-85 / 1995-96)

	1995- a la fecha	1972-1985
1. Tamaño del contrato	500,000 pesos	1,000,000 "viejos" pesos
2. Puja mínima	\$0.000026 por peso (\$12.50 por contrato)	\$0.00001 por peso (\$10.00 por contrato)
3. Horario de operación	7:20 a.m. a 3:00 p.m.	8:45 a.m. a 1:10 p.m.
4. Globex	3:30 p.m. a 6:50 a.m.	
5. Límites de precio	(1) límite en Globex de \$0.02 por peso (\$10,000 por contrato) por encima o por abajo del precio de referencia; (2) límite de apertura, efectivo durante los primeros cinco minutos de operación, de \$0.02 por encima o por debajo del precio de cierre del día anterior; (3) límite intra-día de \$0.02. Cada vez que el contrato sea demandado u ofrecido en un límite intra-día, el límite puede ser incrementado en intervalos de \$0.02 después de cinco minutos.	Límite de \$0.00075 por encima o por debajo del precio de cierre del día anterior, con excepción del último día de operación donde no había límites. Cuando el mercado moviera el límite diario por dos días consecutivos, el límite del día siguiente era de 150% del límite normal. Si movía su límite el tercer día, el límite del cuarto era 200% del normal. El quinto día no había límite, y el sexto se aplicaba el límite normal.
6. Último día de operación	Segundo día hábil precediendo al tercer miércoles del mes del contrato.	Día hábil que precedía inmediatamente al tercer miércoles del mes del contrato.
7. Límites en posiciones especulativas	El límite para las posiciones especulativas con todos los meses combinados es de 6,000 contratos netos de un lado.  Los límites para el mercado "spot" se dan en dos bloques. Tres semanas antes del día de entrega del mes del contrato, el límite es de 3,000 contratos. Durante la última semana antes del día de entrega, el límite especulativo es de 750 contratos.	El límite para las posiciones especulativas con todos los meses combinados era de 1,000 contratos netos de un lado del mercado.  En el mercado "spot", el límite especulativo era de 500 contratos, efectivos durante la última semana de operación.
8. Meses de vencimiento principales	Marzo, Junio, Septiembre y Diciembre	Marzo, Junio, Septiembre y Diciembre
9. Niveles en donde los socios liquidadores reportan posiciones de clientes a la bolsa	25 contratos como medida especial de vigilancia aplicable a nuevos contratos en el "CME".	200 contratos

### **1.3 Estructura de la investigación**

Siete capítulos, cuatro apéndices, dos glosarios y la bibliografía componen la investigación. En el capítulo dos, se resume la metodología y los datos utilizados durante la investigación. En el tres, se analizan las características de los retornos y se realizan pruebas de caminata aleatoria<sup>13</sup> para demostrar heteroscedasticidad y poder definir el modelo "GARCH" del capítulo cinco. En el capítulo cuatro, se realiza una prueba de condición necesaria para hacer inferencia sobre la HEM estimando precios a futuro y calculando utilidades netas de costos de transacción con una estrategia de mantenerse largo en pesos hasta la fecha de vencimiento del contrato de futuros. En el capítulo cinco, se realizan pruebas de condición suficiente para rechazar la HEM. Se sugiere un modelo "GARCH" para pronosticar los retornos, se aplica una regla de negociación, se calculan los rendimientos de las transacciones realizadas, de acuerdo a la regla de negociación y se comparan contra rendimientos de comprar contratos de futuros sobre el peso mexicano en la fecha de inicio del contrato y mantenerlos hasta la fecha de vencimiento. En el capítulo seis se calculan con dos procedimientos numéricos y un modelo analítico los precios teóricos de los contratos de opciones sobre futuros y se estiman algunas medidas de sensibilidad. El capítulo siete contiene las conclusiones de la investigación.

### **1.4 Resultados generales**

En el capítulo tres, las características de los valores absolutos y los cuadrados de los retornos mostraron, para los tres periodos, ser series

---

<sup>13</sup> La metodología de utilizar pruebas de caminata aleatoria es recomendable para reforzar con pruebas de autocorrelaciones si los procesos siguen tendencias. Véase:

leptocúrticas y asimétricas con coeficientes de autocorrelación mayores que los coeficientes de autocorrelación de los retornos, sugiriendo heteroscedasticidad de acuerdo a Engle y Bollerslev<sup>14</sup>. Tres pruebas paramétricas y dos no paramétricas sugirieron rechazar la hipótesis de caminata aleatoria<sup>15</sup> y aceptar tendencias, situación que motivo a realizar pruebas de pronóstico en el capítulo cinco. Larson<sup>16</sup>, Stevenson y Bear<sup>17</sup>, Leuthold<sup>18</sup>, Chance<sup>19</sup>, Praetz<sup>20</sup>, Taylor<sup>21</sup> y otros, también utilizaron estadística paramétrica y no paramétrica en procesos de caminata aleatoria en el área de futuros. Tomando datos de diversos subyacentes en futuros, encontraron una cierta dependencia en los cambios de precios históricos a pesar de que no existió evidencia significativa que demostrara que, con la información disponible, se podían obtener rendimientos sistemáticos mayores a los ofrecidos por la tasa libre de riesgo, una vez que se tomaban en cuenta los costos de transacción.

En el capítulo cuatro, se investigaron las cualidades de predicción de los precios a futuro observados y precios a futuro estimados para el tercer período de 95-96, utilizando argumentos de no arbitraje. Cornell y

---

Taylor, S.J. *Modelling Financial Time Series*, [1986] Chichester, Inglaterra. John Wiley & sons. p.150.

<sup>14</sup> Véase Engle, R.F. y Bollerslev, T. "Modelling the persistence of conditional variances", [1986] *Econometric Reviews* 5: pp.1-50.

<sup>15</sup> Consistente con la definición de Granger C.W. y O. Morgenstern, *Predictability of stock market prices*, [1970] (Heath, Lexington, Massachusetts): pp.71-73, una caminata aleatoria, se define como la hipótesis en donde las tasas de retorno de una variable tienen medias idénticas y distribuciones no correlacionadas. Sin embargo, Taylor S.J. [1986] p.150 op.cit., precisa que muchos investigadores cuestionan la validez de la hipótesis de caminata aleatoria y sugiere que es necesario realizar también pruebas de tendencias.

<sup>16</sup> Véase Larson A.B. "Measurement of a random process in futures prices", [1960] *Food Research Institute Studies* 1: pp.313-24.

<sup>17</sup> Véase Stevenson, R.A. y Bear, R.M. "Commodity futures: trends or random walks?" [1970] *Journal of Finance* 25: pp.65-81.

<sup>18</sup> Véase Leuthold, R.M. "Random walks and price trends: The live cattle futures market", [1972] *Journal of Finance* 27: pp.879-89.

<sup>19</sup> Véase Chance, D.M. "A semistrong form of market efficiency of the treasury bond futures market", [1985] *Journal of Futures Market* 3: pp.385-405.

<sup>20</sup> Véase Praetz, P.D. "Testing the efficient markets theory on the Sydney Wool Futures Exchange", [1975] *Australian Economic Papers* 14 (25): pp.240-9.

Reingaum<sup>22</sup>, estudiaron la relación entre precios a futuro observados y precios a futuro estimados en el dólar canadiense, marco alemán, yen japonés y franco suizo entre 1973 y 1974 y no encontraron evidencia estadística significativa entre ambos precios. Sus resultados fueron confirmados por Park y Chen<sup>23</sup>, con la libra esterlina, marco alemán, yen japonés y franco suizo entre 1977 y 1981. Por su parte, en esta investigación si se encontró evidencia estadística significativa entre ambos precios al obtener errores cuadráticos medios significativos al 5% en los pronósticos del contrato de diciembre de 95 a dos y tres meses para los precios a futuro observados, y a 2 meses para los precios a futuro estimados con un modelo tautológico. El enfoque de error de predicción que explora el principio de que los precios a futuro son estimadores sesgados del precio "spot" en la fecha de liquidación del contrato, fue estudiado en futuros de divisas por Hansen y Hodrick<sup>24</sup>, en futuros de metales por McDonald y Taylor<sup>25</sup> - Sephton y Cochrane<sup>26</sup>, así como en el mercado de lana australiano por Goss<sup>27</sup>. Hansen y Hodrick encontraron evidencia rechazando la HEM para el dólar canadiense, el marco alemán y el franco suizo. De igual manera, los estudios de eficiencia en futuros de metales rechazaron la HEM mientras que Goss encontró evidencia poco significativa de ineficiencia en el mercado de lana australiano. La

---

21 Véase Taylor S.J. "The behavior of futures prices over time" [1985] *Applied Economics* 17: pp.713-31.

22 Véase Cornell, B. y Reingaum, M. "Forwards and Futures Prices: Evidence from Foreign Exchange Markets", diciembre [1981] *Journal of Finance* 36: pp.1035-45.

23 Véase Park, H.Y., y Chen, A.H., "Differences between Futures and Forward Prices: A Further Investigation of Marking to Markets effects," [1985] *Journal of Futures Markets*, 5: pp.77-88.

24 Véase Hansen, L.P. y Hodrick, R.J. "Forward exchange rates as optimal predictors of future spot rates: an economic analysis", [1980] *Journal of Political Economy* 88: pp.829-53.

25 Véase McDonald, R. y Taylor, M.P. "Testing rational expectations and efficiency in the London Metal Exchange", [1988] *Oxford Bulletin of Economics and Finance* 50 (1): pp.41-52.

26 Véase Sephton, P.S. y Cochrane, D.K. "A note on the efficiency of the London Metal Exchange", [1990] *Economic Letters* 33: pp.341-5.

27 Véase Goss, B.A. "Wool Prices and publicly available information", [1987] *Australian Economic papers* 26 (49): pp.225-36.

investigación demostró rendimientos promedio mayores al rendimiento ofrecido por la tasa libre de riesgo, manteniendo posiciones largas en pesos, situación que motivó a proponer un modelo de pronóstico y una regla de negociación en el capítulo cinco.

En el capítulo cinco, como prueba de condición suficiente para rechazar la HEM, se calcularon los excesos de retorno para los tres períodos, como resultado de aplicar una regla de negociación que ha producido mayores rendimientos que la regla de filtro utilizada extensamente por Fama y Blume<sup>28</sup>. Se probaron los modelos discutidos por Baillie y Bollerslev<sup>29</sup>, por Hull y White<sup>30</sup>, un "GARCH" similar al de Cox, Ingersoll y Ross<sup>31</sup> para modelar procesos estocásticos y determinar el modelo que explicaba mejor los retornos. Una vez estimados los parámetros del modelo, el "GARCH" demostró tener el mejor ajuste por lo que fue utilizado para pronosticar retornos a un día. Los retornos pronosticados se estandarizaron para su fácil manejo y se aplicó una regla de negociación que utiliza la estrategia II de Taylor<sup>32</sup>. Los excesos de retorno fueron comparados con los de una estrategia de mantenerse largo en pesos de la fecha de inicio del contrato hasta la fecha de vencimiento. Se obtuvieron excesos de retorno positivos netos de costos de transacción para 95-96 de 1.04 por ciento (aproximadamente 5,692 dólares semestrales por cada contrato negociado) con un promedio de tres transacciones al semestre manteniendo posiciones largas en pesos 78 por ciento del tiempo, 13 por ciento cortas y 9 por ciento neutrales. Sin embargo, la estrategia de mantenerse largo en pesos

---

<sup>28</sup> Considérese Fama E. F. y Blume M. "Filter rules and stock market trading", [1966] *Journal of Business*: pp.266-241.

<sup>29</sup> Véase Baillie, R.T. y Bollerslev, T. "The message in daily Exchange rates: A conditional-variance tale", [1989] *Journal of Business and Economic Statistics* 7: pp.297-305.

<sup>30</sup> Véase Hull J. y White, A. "The pricing of options on assets with stochastic volatilities", [1987] *Journal of Finance* 42: pp.281-300.

<sup>31</sup> Véase Cox J.C., J.E. Ingersoll, and S.A. Ross, "A theory of the term structure of interest rates", *Econometrica* [1985]: pp.385-407.

<sup>32</sup> Considérese Taylor S.J. [1986] pp.210-212 op.cit.

en todo momento generó mayores excesos de retorno principalmente por la mejoría de la variables económicas durante el período. Sorprendentemente, de 76-85 la regla generó 2.8 por ciento promedio por semestre en excesos de retorno, siendo el mayor de los tres períodos. De 73-76, se obtuvieron excesos de retorno cercanos a cero y negativos con la regla y la estrategia respectivamente. Resultados estadísticamente significativos se podían haber obtenido con la estrategia, de no haberse considerado el contrato de septiembre de 76 que incluyó el choque devaluatorio.

Taylor en su estudio de eficiencia del contrato de futuros sobre el yen japonés<sup>33</sup> diseñó también una regla de negociación que aplicó a los resultados que obtuvo al pronosticar con un modelo "ARCH" los retornos y encontró evidencia de ineficiencia para cinco futuros de divisas. Se calcularon los riesgos de covarianza  $\beta$  para la regla y estrategia y poder ajustar los excesos de retorno de acuerdo a la definición de Jensen<sup>34</sup>. Las  $\beta$  fueron en su mayoría estadísticamente no significativas y cercanas a cero, por lo que no fue necesario realizar ejercicios como los de Robichek y Eaker<sup>35</sup> y McCurdy y Morgan<sup>36</sup> quienes encontraron evidencia de riesgo de covarianza para cuatro y cinco futuros de divisas respectivamente.

En el capítulo seis, con el fin de inferir sobre la HEM, se intentó probar en el tercer período con el modelo de Black-Scholes,<sup>37</sup> (B&S) el efecto<sup>38</sup> de: 1)

---

33 Véase Taylor S.J. "Efficiency on the yen futures market at the Chicago Mercantile Exchange" publicado por Goss B.A. en Rational expectations and efficiency in futures markets, [1992] Londres, Inglaterra. Routledge, Chapman and Hall Inc.

34 Véase Jensen [1978] op.cit.

35 Véase Robichek, A.A. y Eaker, M.R. "Foreign Exchange hedging and the capital asset pricing model", *Journal of Finance*, [1978] 33; pp.1011-18.

36 Véase McCurdy, T.H. y Morgan, I.G. "Evidence of risk premia in foreign currency futures markets", [1988] *Unpublished manuscript*, Queen's University, Kingston, Ontario.

37 A pesar de que el mercado de opciones sobre futuros del peso mexicano es de opciones americanas, sólo 4 opciones el 10 de noviembre de 1995 y una el 8 de septiembre del mismo año fueron ejercidas antes de la fecha de vencimiento, por lo que sería aceptable utilizar el modelo de B&S.

Sobrevaluación en opciones europeas "call-put" cuando estas se encuentran "en el dinero" y subvaluación en opciones europeas muy "fuera del dinero", cuando la volatilidad del subyacente no está correlacionada con el precio del subyacente y 2) Subvaluación en opciones europeas cuando estas se encuentran "fuera del dinero" y sobrevaluación en opciones europeas "dentro del dinero", cuando la volatilidad del subyacente está correlacionada con el precio del subyacente, y poder así sugerir una regla de negociación. Sin embargo, la falta de liquidez en el mercado de opciones sobre futuros del peso mexicano limitó el estudio a un análisis descriptivo.

En el análisis se calcularon, con dos procedimientos numéricos de árboles binomiales de cincuenta ramas y la técnica de control variado y un procedimiento analítico, los precios de las opciones y por consecuencia su error de predicción con la ecuación (4.6). Se encontró, consistente con evidencia empírica, que las opciones americanas son más caras que las europeas con las mismas características, debido a que permiten ser ejercidas antes de la fecha de vencimiento. Se notó también, que el 73% de las transacciones generaron excesos de retorno positivos de haberse mantenido posiciones largas en pesos con opciones "call-put" hasta la fecha de vencimiento, consistente con lo observado en el mercado del subyacente. También, como parte del estudio descriptivo, se estimaron alguna medidas de sensibilidad.

En el Apéndice 1, se derivó la ecuación diferencial de no arbitraje del contrato de futuros sobre el peso. En el Apéndice 2, se derivó un modelo "GARCH" como el utilizado en (4.4a). En el Apéndice 3, se plantean algunas consideraciones sobre el propósito económico de las bolsas de derivados, sus estructuras incluyendo la mexicana, aspectos de regulación

---

38 En Hull J, y White, A. [1987] 42, pp.283-298, op.cit. se prueban los efectos de

y de supervisión, capitalización, tratamiento fiscal y contable, así como las tendencias actuales de esta industria y en el Apéndice 4, se muestra un resumen de las variables estudiadas.

---

sobrevaluación y subvaluación al utilizar el modelo B&S.

## 2 METODOLOGIA Y DATOS

De acuerdo con las definiciones de tipo de investigación a realizar de Hernández Sampieri<sup>39</sup>, esta investigación es una combinación de un estudio exploratorio y de un estudio descriptivo o de medición. Los estudios exploratorios tienen como objeto examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes, y aplican a esta investigación ya que el autor no encontró estudios anteriores que trataran de probar eficiencia en los contratos de futuros y opciones cuyo subyacente sea el peso mexicano. Los estudios descriptivos o de medición, buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades, o cualquier otro fenómeno que sea sometido a un análisis y ofrecen la posibilidad de realizar predicciones con instrumentos de medición precisos<sup>40</sup>, como las realizadas en esta investigación con los instrumentos de medición utilizados para pronosticar los retornos de los contratos de futuros sobre el peso mexicano y los precios de los contratos de opciones sobre futuros del peso mexicano.

Por su parte, la hipótesis de trabajo nos indica lo que se está buscando o tratando de probar en una investigación y puede definirse como explicaciones tentativas del fenómeno investigado formuladas a manera de proposiciones. La hipótesis de trabajo de esta investigación es la siguiente:

*H1:* Si existe eficiencia en el contrato de futuros y opciones sobre futuros del peso mexicano, que cotiza en el Chicago Mercantile Exchange.

Para inferir sobre *H1*, se dividió el estudio en tres períodos. El primer período comprende datos del 2 de marzo de 1973 al 31 de agosto de 1976, el segundo comprende datos del 8 de septiembre de 1976 al 14 de

---

<sup>39</sup> Hernández, R. et al.. Metodología de la Investigación, [1993] México, D.F. McGraw-Hill, pp. 59-60.

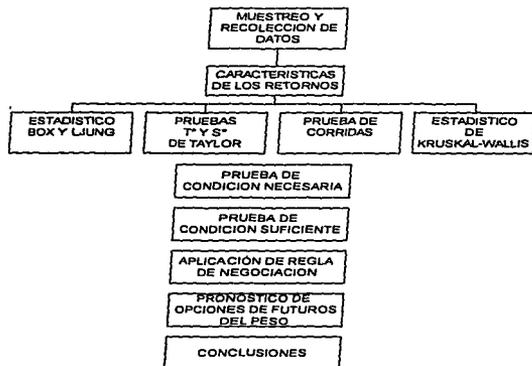
noviembre de 1985 y el tercer período comprende datos del 4 de abril de 1995 al 29 de noviembre de 1996. Cabe mencionar que debido a que la paridad peso/dólar permaneció fija hasta el 31 de agosto de 1976, el autor dividió en dos períodos los datos de 73-85 para no contaminar los resultados.

La variables dependiente en la investigación, se puede definir como "los retornos y precios pronosticados", mientras que las variables independientes se listan a continuación:

- Precios de cierre diario del contrato de futuros sobre el peso mexicano.
- Precios de cierre diario del contrato de opciones sobre futuros del peso mexicano.
- Cetes a 28 días.
- Certificados del tesoro norteamericano "T-Bills".
- Índice diario al cierre del "S&P 500".
- Tipo de cambio peso/dólar de contado.

El número de variables independientes utilizado durante la investigación varía por estudio y se detalla en los diferentes capítulos.

La siguiente Figura muestra la secuencia de la investigación.



**Figura 2.7** Metodología de investigación

La recolección de datos se realizó de la siguiente manera: Los precios de cierre diarios del contrato de futuros sobre el peso mexicano para el primero y segundo período se obtuvieron de los libros anuales del "IMM" del "CME". Cabe mencionar que la base de datos formada, constituye la única base de datos electrónica de la que el autor tenga conocimiento. Los precios de cierre diarios de los contratos de futuros sobre el peso mexicano y opciones sobre futuros del peso mexicano se obtuvieron vía internet de la cámara de compensación del CME para el tercer período. Se obtuvieron para los diferentes plazos requeridos en el tercer período, tasas de descuento promedio del mercado y tasas de descuento promedio estimadas de Cetes a 28 días, que a su vez se convirtieron en tasas de

rendimiento. Se recibieron tasas de rendimientos diarias al cierre de "T-Bills" con vencimientos a 3, 6 y 12 meses, de la base de datos de "Credit Suisse Financial Products, N.Y." utilizadas durante el tercer período. Los plazos intermedios de "T-Bills" que fueron requeridos se obtuvieron interpolando rendimientos, y se suavizó la curva de rendimientos con una función de minimización. Para los tres períodos se recibieron de la base de datos de "Credit Suisse Financial Products, N.Y.", índices diarios al cierre del "S&P 500" y por último, los precios del tipo de cambio peso/dólar de contado, se obtuvieron del Banco de México para los tres períodos.

Una vez recolectados los datos, se procedió a analizar en los tres períodos de estudio, las características de los retornos mediante pruebas de estadística paramétrica y no paramétrica. Dentro de las pruebas paramétricas, se realizaron las de: Box y Ljung, que propone el estadístico  $Q^*$ , en donde se rechaza la hipótesis nula de que las autocorrelaciones son iguales a cero si  $Q^*$  es mayor que el valor crítico de  $\alpha=43.77$ , y la  $T^*$  y  $S^*$  de Taylor donde se rechaza la hipótesis nula de que las autocorrelaciones siguen un recorrido de caminata aleatoria con un  $\alpha=.05$  de obtenerse resultados mayores a uno. Dentro de las pruebas no paramétricas, se realizaron las de corridas para la aleatoriedad rechazando la hipótesis nula de que los retornos siguen un recorrido aleatorio al 95% de confiabilidad si el estadístico  $/K/$  es mayor que  $1.96\sigma$  y la prueba de varianza unifactorial de Kruskal-Wallis, la cual rechaza la hipótesis nula de que las diferentes subpoblaciones provienen de una misma población si el estadístico  $/KW/$  es mayor que el valor crítico de 9.4877, aceptando que existen diferencias en las medias de los retornos en diferentes días de la semana.

Los resultados obtenidos en los tres períodos de estudio motivaron a realizar una prueba de condición necesaria al estimar con un modelo tautológico precios a futuro e inferir sobre  $H1$ . Los resultados indicaban

para los tres periodos de estudio que el mercado no era del todo eficiente y se pensó que con una prueba de condición suficiente se podría demostrar que era posible obtener excesos de retorno promedio mayores a cero al pronosticar a un día los retornos y aplicar una regla de negociación, y por ende se tendría evidencia estadística significativa en contra de  $H_1$ . La misma metodología se trató de aplicar para el caso de las opciones sobre futuros del peso mexicano empero debido a la falta de liquidez en el mercado de opciones, el alcance del capítulo 6 se redujo a un estudio descriptivo y no se logró aplicar una regla de negociación ni llegar a una conclusión sobre rechazar o aceptar la hipótesis de trabajo. Como último paso de la Figura 2.7, se explicaron los resultados que arrojó todo el proceso de la investigación y que llevaron al autor a inferir sobre la hipótesis de trabajo planteada.

### **3 CARACTERISTICAS DE LOS RETORNOS**

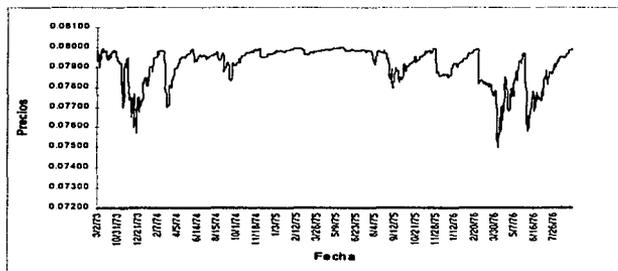
El argumento de eficiencia es un concepto muy amplio para ser analizado de forma parsimoniosa. Por ende, es necesario conocer las características de los retornos cuyos resultados son utilizados durante la investigación. Las características analizadas permiten conocer: si el proceso que siguen los retornos es o no estacionario, si existen autocorrelaciones estadísticamente significativas entre sus valores, así como estimar medidas descriptivas, distribuciones plausibles y sus momentos, los rendimientos esperados y la existencia de premios por riesgo.

El subconjunto de información estudiado para analizar las características de los retornos de los contratos de futuros sobre el peso mexicano comprende: 648 precios de cierre diarios que incluyen catorce contratos con aproximadamente cuarenta y seis precios cada uno y  $n=647$  retornos para el primer período de estudio; 2042 precios de cierre diarios que incluyen treinta y tres contratos con aproximadamente sesenta y un precios cada uno y  $n=2041$  retornos para el segundo período; y 403 precios de cierre diarios que incluyen siete contratos con aproximadamente cincuenta y siete precios cada uno y  $n=402$  retornos para el tercer período. Todos los resultados, se presentan para los contratos de junio, septiembre, diciembre y marzo, ignorando los contratos con fechas de vencimiento intermedias de 1986 y de 1987. Los retornos se estiman utilizando los precios de cierre de días consecutivos de un mismo contrato cuando existen transacciones. Los contratos se organizaron de la siguiente manera: los de junio proveen precios de marzo a mayo inclusive; los de septiembre proveen precios de junio a agosto inclusive; los de diciembre proveen precios de septiembre a noviembre inclusive y los de marzo proveen precios de diciembre a febrero inclusive.

Por su parte, se asumió que las series de retornos para los tres períodos siguen una distribución de densidad de probabilidad aproximadamente normal. Lo anterior se basa en evidencia empírica de Officer<sup>41</sup> y de Blume<sup>42</sup>, quienes concluyeron que generalmente la distribución de densidad de probabilidades de los rendimientos mensuales de portafolios y valores después de la segunda guerra mundial, es aproximadamente normal y por ende el autor pensó viable utilizar modelos estadísticos que asumen normalidad para analizar retornos.

### 3.1 Procesos estocásticos de retornos

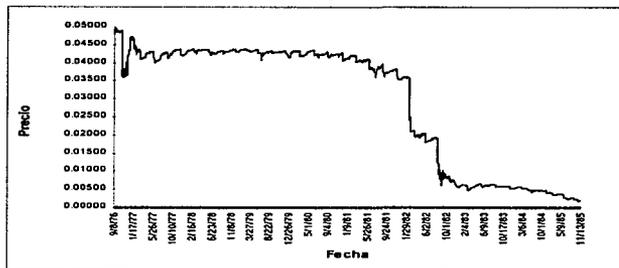
La investigación realiza inferencia sobre la serie de precios vista desde un contexto de procesos estocásticos. De tal forma, cada variable aleatoria de precio  $Z_t$  será asociada con un conjunto índice de número reales (retornos) generando un proceso estocástico  $\{X_t\}$  discreto en valor y tiempo con media  $\mu$  y desviación estándar  $\sigma$ , como en la ecuación (4.4a) y (4.4b) del modelo "GARCH". Los retornos se obtuvieron de los siguientes procesos:



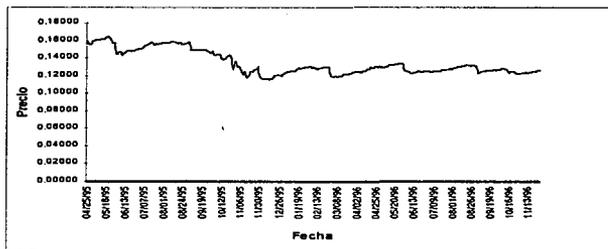
**Figura 2.8** Gráfica de precios de cierre durante el período 1973-76

41 Véase Officer, Robert R., "A time series examination of the market factor of the New York Stock Exchange" [1971] PhD. disertación, University of Chicago.

42 Véase Blume, Marshall "The assessment of portfolio performance", [1968] PhD. disertación, University of Chicago, Graduate School of Business y "Portfolio Theory, a step toward its practical application", [1970] *Journal of Business*, pp.152-173.



**Figura 2.9** Gráfica de precios de cierre durante el período 1976-85



**Figura 3.0** Gráfica de precios de cierre durante el período 1995-96

Existen principalmente tres diferentes alternativas para medir los retornos: el cambio absoluto en los precios  $X_t = Z_{t+1} - Z_t$ , el cambio relativo en los precios  $X_t = (Z_{t+1} - Z_t) / Z_t$  y el cambio relativo en los precios tomando en cuenta las garantías depositadas  $X_t = (Z_{t+1} - Z_t + Mr_t) / M_t$ , en donde  $X_t$  son las variables aleatorias que representan el retorno del día  $t$  al día  $t+1$ ,  $Z_t$  y  $Z_{t+1}$  son precios a futuro observados en los tiempos  $t$  y  $t+1$  respectivamente,  $M_t$  es la garantía inicial en un tiempo  $t$ , y  $r_t$  es la tasa libre de riesgo en un tiempo  $t$ . En este sentido, existen diversas

preferencias para determinar los retornos diarios. Black<sup>43</sup> argumenta, que no existe inversión en las transacción de contratos de futuros debido a que instrumentos libres de riesgo pueden depositarse como garantías y por lo tanto los inversionistas ven los retornos en términos de cambio total de riqueza, es decir, ven los cambios absolutos de los precios a futuro. Por su parte, Hill y Schneeweis<sup>44</sup> obtuvieron diferentes medidas utilizando cambios absolutos y relativos en precios a futuro de divisas y de "T-bills" mientras que Levy<sup>45</sup> utilizó cambios relativos con garantías. Si bien diferentes alternativas pueden cambiar significativamente resultados en el análisis de razones óptimas de cobertura, la adopción de una medida en particular depende en gran parte de los objetivos de la investigación.

Debido a que: 1) es común hacer transformaciones logarítmicas para inducir a un proceso a que siga una distribución normal; 2) asumimos que los agentes económicos se interesan en el nivel de riqueza a generar y no en optimizar el riesgo ajustado del retorno en sus portafolios; y, 3) asumimos en este estudio que no se desembolsa efectivo para constituir las garantías en las transacciones de contratos de futuros, se utilizan los retornos calculados de la diferencia de los logaritmos de los precios:

$$X_i = \log Z_{i+1} - \log Z_i \quad (3.1)$$

### **3.2 Rendimientos**

Para efectos de comparar resultados en términos anuales, se obtiene una medida estimada del rendimiento anualizado, calculada como una tasa

---

<sup>43</sup> Considérese Black, F. "The pricing of commodity contracts", enero [1976] *Journal of Financial Economics*: pp.167-79.

<sup>44</sup> Véase Hill, J. y Schneeweis, T. "The hedging effectiveness in traditional one period portfolio framework", primavera [1982] *Journal of Financial Research*: pp.95-104.

<sup>45</sup> Considérese Levy, H. "Futures, spots, stocks and bonds: multi-asset portfolio analysis", agosto [1987] *Journal of Futures Markets*: pp.383-95.

compuesta histórica anual<sup>46</sup> en donde el mercado opera  $N$  días al año con un promedio de los retornos  $\bar{x}$ . La notación funcional, con  $N=252$  días, está dada por:

$$G^0\% = 100\{\exp(252\bar{x}) - 1\} \quad (3.2)$$

La ecuación (3.2) es un estimador sesgado de  $E[R]$  donde  $R$  son los rendimientos de invertir en  $t_0$  una cantidad por  $N$  días. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 3.1. También, los inversionistas se interesan en conocer los rendimientos anuales de los precios a futuro<sup>47</sup>. Si los precios siguen un recorrido aleatorio y el proceso de los retornos es estacionario, con media  $\mu$  y varianza  $\sigma^2$ ,  $\sum X_{i,t}$ , es aproximadamente normal con media  $N\mu$  y varianza  $N\sigma^2$  y por lo tanto, la esperanza de los rendimientos se puede expresar de la siguiente forma:

$$E[R] \approx \exp(N\mu + 1/2 N\sigma^2) - 1 \quad (3.3a)$$

entonces, la esperanza del valor absoluto de los rendimientos<sup>48</sup> puede estimarse con la siguiente función:

$$A\% = \left| 100\{\exp(252\bar{x} + 126s^2) - 1\} \right| \quad (3.3b)$$

Se debe mencionar que  $A$  puede estar sesgada si los retornos están autocorrelacionados ya que  $\text{var}(\sum X_{i,t}) \neq N\sigma^2$ .

46 "Historic annual compound rate"

47 "Annual expected returns"

48 Otros métodos para estimar  $E[R]$  son usados por Cheng, P.L. "Unbiased estimators of long-run expected returns revisited", [1984] *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 19: pp.375-393.

**Tabla 3.1 Rendimientos anuales esperados**

	1973-1976	1976-1985	1995-1996
G%	0.01059%	15.9094%	5.9227%
A%	0.04865%	14.84368%	5.54123%

La paridad de 12.5 pesos por dólar aproximadamente hasta agosto de 1976 genera tasas compuestas históricas anuales y rendimientos con valores absolutos próximos a cero para el contrato de futuros sobre el peso mexicano. Cabe mencionar que el costo del dinero no se considera ya que se supone que no se invierte efectivo para constituir las garantías de los contratos de futuros.

### 3.3 Premio por riesgo

Existe un premio por riesgo, positivo, si  $E[R] > 0$ . Para realizar una prueba estadística de premio por riesgo, se puede comparar el estadístico  $t = \frac{\bar{x}\sqrt{n}}{s}$  donde  $n$  es el número de retornos,  $\bar{x}$  la media muestral de los retornos y  $s$  su desviación estándar muestral, y rechazar la hipótesis nula de  $\mu=0$  al 5 por ciento de significancia si  $t > 1.65$ . Los resultados se muestran en la Tabla 3.2.

**Tabla 3.2 Premio por riesgo.**

	1973-1976	1976-1985	1995-1996
t	0.3955	11.8479	4.1456

Nota: Significancia  $\alpha = .05$

Al calcular el estadístico  $t$ , se rechaza la hipótesis nula de retornos con media igual a cero en los dos últimos períodos. En este sentido, el primer período no detecta rendimientos anuales esperados positivos y por ende

premio por riesgo. El segundo periodo demuestra rendimientos anuales esperados de 14.84% significativamente diferentes de cero con un premio por riesgo significativo al 5% mientras que el tercer periodo demuestra rendimientos anuales esperados significativamente diferentes de cero con un premio por riesgo no significativo al 5%. Los resultados son consistentes con obtener rendimientos altos al incurrir en mayores riesgos.

### 3.4 Varianza / Simetría / Curtosis

Por su parte, la distribución de los retornos  $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  se puede resumir con su media ( $\mu$ ), varianza ( $\sigma^2$ ), desviación estándar ( $\sigma$ ), simetría ( $b$ ) y curtosis ( $k$ ). Los estimadores de estos parámetros son:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad \hat{b} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 / s^3$$

$$\hat{k} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 / s^4$$

y los resultados para los tres periodos se presentan en la Tabla 3.3. La desviación estándar mide la dispersión de las observaciones con respecto a la media. Los valores grandes de  $\hat{k}$  pueden ser causados por observaciones alejadas de la media; 6 de 647 retornos estandarizados para el primer periodo estuvieron a más de  $\pm 4s$ ; 29 de 2042 en el segundo periodo y 7 de 403 en el tercer periodo. La curtosis mide el grosor de las colas de una distribución. Las distribuciones normales tienen una curtosis igual a 3. En los tres periodos  $\hat{k} > 3$ . También, las  $\hat{k}$  obtenidas exceden por más de cuatro veces los errores estándar estimados como  $\sqrt{(24/n)}$ . Esto hace claro que los procesos de los retornos no se aproximan a un distribución Gaussiana. Cuando una distribución es perfectamente simétrica, el parámetro correspondiente es cero; si es positivo, significa

que la distribución está cargada a la derecha; si es negativo, a la izquierda. Los resultados asimétricos obtenidos fortalecen la hipótesis de rechazar caminata aleatoria y aceptar tendencias en los retornos, tema que se estudia en la sección 3.6.

**Tabla 3.3** Distribución de los retornos.

	1973-1976	1976-1985	1995-1998
n	647	2041	402
$\bar{x}$	0.42018%	-0.06876%	-0.02423%
s	0.17377%	0.99975%	0.56672%
$\hat{h}$	-3.48798	-2.95227	-3.83757
$\hat{k}$	36.78043	49.64441	26.15433

### 3.5 Autocorrelaciones

Las autocorrelaciones de los retornos miden el grado de asociación lineal existente entre los valores en tiempo  $\tau$  y los valores en tiempo  $\tau-\tau$ , donde  $\tau$  es un indicador de rezago. Su notación funcional es la siguiente:

$$r_{\tau,x} = \frac{\sum (x_t - \bar{x})(x_{t+\tau} - \bar{x})}{\sum (x_t - \bar{x})^2} \quad (3.4)$$

Se calcularon en los tres periodos las autocorrelaciones de los retornos ( $r_{\tau,x}$ ) con la ecuación (3.4) para 30 rezagos así como autocorrelaciones de los retornos con valores absolutos ( $r_{\tau,|x|}$ ) y valores cuadrados ( $r_{\tau,x^2}$ ). La Tabla 3.4 denota en la mayoría de los casos, que las autocorrelaciones de los retornos con valores absolutos y con valores cuadrados son mayores que las autocorrelaciones de los retornos. Esta es una consecuencia inmediata de heteroscedasticidad condicionada y bien documentada por

Engle y Bollerslev<sup>49</sup>; Taylor<sup>50</sup> y Baillie y Bollerslev<sup>51</sup>. También, todos los treinta rezagos de las autocorrelaciones de los retornos con valores absolutos son positivos lo que sugiere que dichos retornos no están generados por variables con distribuciones idénticas.

**Tabla 3.4** Autocorrelaciones de los retornos del contrato de futuros sobre el peso.

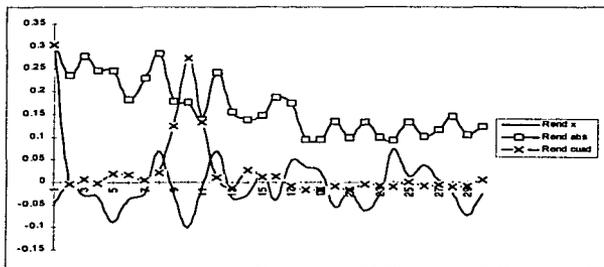
	Retornos			Retornos Absolutos			Retornos Cuadrados		
	73-76	76-85	95-96	73-76	76-85	95-96	73-76	76-85	95-96
1	-0.0472	-0.0322	-0.0069	0.3044	0.3702	0.1304	0.3035	0.1895	0.0282
2	-0.0068	-0.0217	-0.1339	0.2358	0.3807	0.1851	-0.0040	0.2266	0.0692
3	-0.0307	-0.0229	0.0860	0.2778	0.3090	0.1638	0.0070	0.1566	0.0340
4	-0.0311	0.1243	0.0447	0.2464	0.3261	0.0726	-0.0031	0.1888	0.0074
5	-0.0891	0.0871	-0.0011	0.2459	0.2979	0.0440	0.0192	0.1378	-0.0107
6	-0.0374	0.0248	0.0503	0.1832	0.2910	0.0975	0.0176	0.1619	0.0194
7	-0.0231	-0.0077	-0.0633	0.2292	0.2796	0.0248	0.0045	0.1212	-0.0126
8	0.0695	-0.0921	-0.0093	0.2846	0.3179	0.0653	0.0202	0.1712	-0.0072
9	-0.0247	0.0592	0.0995	0.1801	0.2786	0.1284	0.1245	0.1413	0.0503
10	-0.1009	0.0850	-0.1344	0.1767	0.2374	0.0974	0.2731	0.1119	0.0222
11	-0.0130	0.0370	-0.1605	0.1400	0.2301	0.0895	0.1321	0.1135	0.0087
12	0.0687	-0.1077	0.1024	0.2423	0.2686	0.1839	0.0099	0.1297	0.0805
13	-0.0337	0.0483	0.0736	0.1554	0.2245	0.1009	-0.0131	0.0810	0.0381
14	-0.0278	0.0581	-0.0922	0.1388	0.1858	0.0786	0.0280	0.0450	0.0102
15	0.0219	-0.0353	-0.0416	0.1479	0.2002	0.0694	0.0120	0.0751	0.0174
16	-0.0394	0.0078	0.0461	0.1879	0.2074	0.0215	0.0119	0.0954	0.0256
17	0.0490	-0.0404	0.0346	0.1752	0.2185	0.0015	-0.0078	0.0774	-0.0159
18	0.0336	-0.0162	0.0114	0.0945	0.2116	0.0273	-0.0167	0.0934	-0.0159
19	0.0224	-0.0454	-0.0202	0.0958	0.2299	0.0119	-0.0177	0.1012	-0.0060
20	-0.0552	0.0436	-0.0761	0.1339	0.1983	0.0527	-0.0096	0.0756	-0.0073
21	-0.0183	-0.0492	0.1529	0.0996	0.1784	0.1238	-0.0179	0.0555	0.0208
22	-0.0644	-0.0241	0.0221	0.1332	0.1295	0.0437	-0.0052	0.0330	-0.0033
23	-0.0291	-0.0285	-0.1184	0.0993	0.1124	0.1161	-0.0092	0.0164	0.0497
24	0.0739	-0.0126	0.0117	0.0923	0.1708	0.0984	-0.0112	0.0526	0.0286
25	0.0123	-0.0411	0.0642	0.1329	0.1644	0.1559	-0.0003	0.0509	0.2436
26	0.0373	-0.0131	0.0272	0.1013	0.1246	0.0504	-0.0096	0.0218	-0.0008
27	0.0044	0.0071	0.0375	0.1159	0.1372	0.0102	-0.0063	0.0303	-0.0154
28	-0.0245	0.0007	-0.0578	0.1457	0.1221	0.0258	-0.0098	0.0363	-0.0079
29	-0.0750	-0.0136	0.0082	0.1060	0.0906	0.0141	-0.0087	0.0066	-0.0191
30	-0.0259	0.0173	-0.0040	0.1227	0.1070	0.0109	0.0046	0.0179	-0.0198

49 Considérese Engle y Bollerslev [1986] pp.150-151 op.cit.

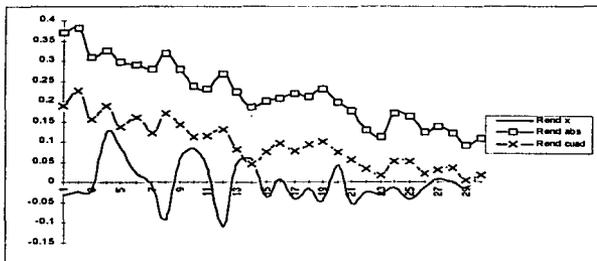
50 Considérese Taylor S.J. [1986] Capítulo 2-3 op.cit.

51 Considérese Baillie, R.T. y Bollerslev T. [1989] pp.1-50 op.cit.

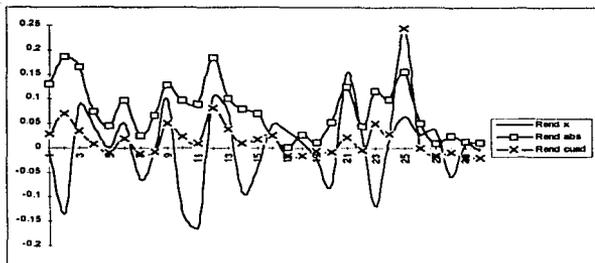
Las Figuras 3.1 a 3.3 presentan gráficas de los tres periodos de estudio sobre las autocorrelaciones de los retornos, las autocorrelaciones de los retornos con valores absolutos y las autocorrelaciones de los retornos con valores cuadrados.



**Figura 3.1** Gráfica de autocorrelaciones de los retornos 1973-76



**Figura 3.2** Gráfica de autocorrelaciones de los retornos 1976-85



**Figura 3.3** Gráfica de autocorrelaciones de los retornos 1995-96

Por último, varios coeficientes de autocorrelación calculados de los retornos tienen varianzas mayores a  $1.96/\sqrt{n}$ . Este efecto fue probado por Taylor<sup>52</sup> y supone que los resultados en pruebas de caminata aleatoria son más confiables, si la varianza de las autocorrelaciones es mayor a  $1.96/\sqrt{n}$ .

### **3.6 Pruebas de caminata aleatoria**

Si asumimos que una variable sigue un proceso de caminata aleatoria, el mejor pronóstico sobre su comportamiento a futuro, se obtiene a partir de su último valor observado, el cual recoge toda la información histórica. Esta idea se puede expresar como:

$$X_t = X_{t-1} + a_t$$

Donde  $X_t$  es cualquier variable observada en el periodo  $t$  y  $a_t$  es un error aleatorio. Así, la variable es una acumulación de todos los errores de predicción cometidos en el pasado, más el error de predicción del período actual. A continuación, se desarrolla una serie de pruebas estadísticas para inferir sobre la hipótesis de caminata aleatoria.

<sup>52</sup> Véase Taylor S.J. [1986] p.136 op.cit.

## Box y Ljung

Caminata aleatoria puede ser probada desde un enfoque de autocorrelación conjunta, que tome en cuenta la significancia de  $k=30$  rezagos simultáneamente. En este sentido, la prueba más confiable es la Box y Ljung, que propone el estadístico  $Q^*$

$$Q^* = N(N + 2) \sum_{k=1}^{30} (N - K)^{-1} r_k^2 (\nabla r_k) \quad (3.5)$$

para contrastar la hipótesis nula  $H_0$  de que las autocorrelaciones son iguales a cero, contra la hipótesis alternativa de que al menos una autocorrelación es diferente de cero.

Dado que  $Q^*$  se distribuye asintóticamente en forma de  $\chi^2$  con  $k$  grados de libertad (cuando  $H_0$  es cierta) la regla de decisión viene dada por:

Si  $Q^* < \chi^2(\alpha, k)$ , no se rechaza  $H_0$  al nivel  $\alpha$  de significancia

Si  $Q^* > \chi^2(\alpha, k)$  se rechaza  $H_0$  al nivel  $\alpha$  de significancia

Los resultados se presentan en la Tabla 3.5. La prueba  $Q^*$  rechaza  $H_0$  por lo que parece existir autocorrelación de retornos en los tres períodos en estudio.

Prueba	Periodo	Valores	Valor crítico	Resultado
$Q^*$	73-76	44.1338	43.77	Rechazo $H_0$
	76-85	160.1623		Rechazo $H_0$
	95-96	74.7314		Rechazo $H_0$

### **T\* y S\* de Taylor**

Otro estadístico que toma en cuenta autocorrelaciones para medir caminata aleatoria son la  $T^*$  y  $S^*$  de Taylor. Si una variable muestra cierta tendencia en su comportamiento, es posible que las autocorrelaciones muestrales no solamente sean positivas, sino que cumplan con la siguiente característica:

$$1 > \rho_1 > \rho_2 > \rho_3 > \dots > 0$$

en donde  $(\rho_1, \dots, \rho_n)$  representan las autocorrelaciones. Así, demostrar tendencias en las autocorrelaciones, podría rechazar caminata aleatoria y por ende ineficiencia. Para contrastar esta idea, Taylor construyó el siguiente estadístico:

$$T^* = 0.4274\sqrt{N} \sum_{k=1}^{30} 0.92^k r_k \quad (3.6a)$$

Este estadístico se distribuye como una normal estándar, dada la hipótesis nula de que las autocorrelaciones satisfacen el patrón mencionado. Resultados positivos sugieren patrones de tendencia en las autocorrelaciones. La prueba  $T^*$  es muy sensible a errores en los datos, razón por la cual Taylor propone la  $S^*$  que se distribuye de idéntica manera:

$$S^* = 0.4649\sqrt{N} \sum_{k=1}^{30} 0.92^k r_k \quad (3.6b)$$

Los resultados se observan en la Tabla 3.6. Solamente se rechazó el período de 1976-85. La prueba sugiere caminata aleatoria para los otros dos períodos. Sin embargo, es necesaria la aplicación de otras pruebas

para concluir resultados. Por ende, a continuación se realizan pruebas de estadística no paramétrica.

**Tabla 3.6** Resultados de la T\* y S\* de Taylor.

<i>Prueba</i>	<i>Periodo</i>	<i>Valores</i>	<i>Resultado</i>
T*	73-76	-2.3134	No rechazo
	76-85	1.3931	Rechazo
	95-96	-0.4791	No rechazo
S*	73-76	-2.0025	No rechazo
	76-85	2.1381	Rechazo
	95-96	-0.4619	No rechazo

### Prueba de corridas

Una de las pruebas no paramétricas más utilizadas, es la prueba de corridas para aleatoriedad. Una corrida es una secuencia ininterrumpida de un símbolo, característica o atributo. En este caso, una corrida positiva es una secuencia de retornos positivos consecutivos. De igual forma, una corrida negativa es una secuencia de retornos negativos consecutivos, y una corrida de ceros tiene una definición similar. La longitud es el número de integrantes de una corrida. El propósito de una prueba de corridas es contrastar si los movimientos en las observaciones de una serie cualquiera tienen o no un comportamiento aleatorio. La media de las corridas se calcula de la siguiente manera:

$$E(\bar{H}) = n + 1 - \left( \sum n^2_j / n \right)$$

y la varianza:

$$VAR(\bar{H}) = \left\{ \sum n^2_j (\sum n^2_j + n + n^2) - 2n \sum n^3_j - n^3 \right\} / (n^3 - n)$$

donde  $n_1$  es el número de retornos positivos en una serie,  $n_2$  es el número de retornos iguales a cero,  $n_3$  es el número de retornos negativos siendo  $n=n_1+n_2+n_3$ ;  $j=1,2,3$  y,  $H$  el número total de corridas observadas.

La hipótesis nula  $H_0$  consiste en asumir que los retornos siguen un recorrido aleatorio. Para muestras grandes las corridas se distribuyen aproximadamente de forma normal, así, en las pruebas se puede utilizar:

$$K = \frac{(H - E[\bar{H}])}{\sqrt{\text{var}(\bar{H})}} \quad (3.7)$$

La regla de decisión consiste en rechazar la hipótesis nula  $H_0$  con un nivel de confiabilidad del 95% si  $|K| > 1.96$ , en favor de la hipótesis alternativa  $H_a$  de no existencia de aleatoriedad y por lo tanto, una posible existencia de autocorrelación. La Tabla 3.7 muestra los resultados para los diferentes periodos.

**Tabla 3.7** Resultados de la prueba de corridas para aleatoriedad.

Prueba	Periodo	Valores	Valor crítico	Resultado
Corridas	73-76	5.8104	1.96	Rechazo
	76-85	10.5288		Rechazo
	95-96	5.2391		Rechazo

La prueba rechaza con una  $\alpha=.05$ , para los tres periodos, la hipótesis de recorrido aleatorio de los retornos, por lo que refuerza la evidencia de tendencias.

### Kruskal-Wallis

Otra prueba no paramétrica utilizada es la de varianza unifactorial por rangos de Kruskal-Wallis. Esta se utiliza para contrastar la hipótesis de

que  $n$  muestras provienen de una misma población al tener medias iguales y por lo tanto una misma distribución. En este caso se contrastará la hipótesis de que las 5 muestras independientes correspondientes a los retornos de los futuros sobre el peso para cada día de la semana tienen la misma distribución. Si se considera  $\tau_i$  como el rendimiento promedio de cada uno de los días de la semana, entonces la hipótesis nula de medias iguales queda expresada como:

$$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5$$

Se aceptará la hipótesis nula  $H_0$  si las diferencias entre las medias de los  $k=5$  días de la semana implican variaciones normales para muestras que han sido obtenidas de manera aleatoria de una población común. Por el contrario, se rechazará la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alternativa:

$$H_a: \tau_i \neq \tau_j$$

si existen evidencias de que las diferencias muestrales son discrepancias genuinas entre poblaciones. La prueba admite que las diferentes subpoblaciones cuenten con diferente número de observaciones. La aplicación de la prueba requiere de la organización de los datos en una tabla de doble entrada (tabla de Kruskal-Wallis) donde cada columna representa un grupo y las filas, los elementos muestreados de cada uno de ellos. A su vez, la prueba requiere que las  $N$  observaciones se reemplacen por un rango, siendo el procedimiento el siguiente: la puntuación más pequeña (el menor rendimiento de toda la serie) se reemplaza por el rango 1, la puntuación que le sigue en tamaño ascendente se reemplaza por el rango 2, y así sucesivamente hasta la puntuación mayor, la cual se reemplaza por el rango  $N$ . En caso de que se tengan observaciones iguales, se calcula el promedio de los rangos que les corresponden y se le

asigna a cada una de las observaciones iguales este valor promedio. Una vez hecho esto, se debe encontrar el promedio de rangos para cada muestra ( $R_j$ ). Con esta información es posible calcular el estadístico Kruskal-Wallis ( $KW$ ) partir del cual se evaluará si las diferencias entre

$$KW = \left[ \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k n_j \bar{R}_j^2 \right] - 3(N+1) \quad (3.8)$$

los rangos en promedio son lo suficientemente pequeñas para considerarse normales en procesos de muestreo aleatorio sobre una misma población.

La hipótesis nula de muestras pertenecientes a una misma población se rechaza en favor de la alternativa si el valor de  $KW$  es alto. Kruskal y Wallis demostraron que si las muestras cuentan con un número suficiente de observaciones, la distribución de  $KW$  puede ser aproximada con una  $\chi^2$  con  $(k-1)$  grados de libertad. Esta aproximación es generalmente aceptada cuando el número de observaciones de cada muestra es mayor o igual a 5. Es decir, se rechaza  $H_0$  si:

$$KW > \chi_{\alpha}^2 \text{ con } (k-1) \text{ grados de libertad}$$

Los resultados se observan en la Tabla 3.8. A pesar de tener resultados positivos en los tres períodos, los dos primeros rechazan la hipótesis de que las diferentes subpoblaciones provienen de una misma población, cuando  $KW > \chi_{\alpha}^2$  con  $(k-1)$  grados de libertad. Es decir, se puede aceptar la hipótesis de que existen diferencias en los rendimientos promedios en diferentes días de la semana.

**Tabla 3.8** Valores del estadístico de Kruskal-Wallis.

Prueba	Periodo	Valores	Valor crítico	Resultado
K-W	73-76	11.0945	9.4877	Rechazo
	76-85	17.2771		Rechazo
	95-96	3.3906		No rechazo

De esta forma, como se observa en la Tabla 3.9, en el periodo de 73 a 76, se obtienen los mayores rendimientos promedios el lunes, seguido del martes, jueves, miércoles y finalmente el viernes. Para el periodo de 76 a 85 el día que se podrían esperar los mayores rendimientos promedios es el lunes, seguido del miércoles, martes, viernes y finalmente el jueves. Sin embargo, a pesar de obtener un valor positivo en el tercer periodo, no se rechaza la hipótesis de que las medias son iguales.

**Tabla 3.9** Rendimientos promedios por día de la semana

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
1973-1976	354.28	321.31	312.34	319.12	305.47
1976-1985	1104.49	1017.96	1034.18	973.47	981.89
1995-1996	206.32	194.79	192.60	220.64	194.11

La mayoría de los rendimientos promedio diarios se mide en períodos de 24 horas. Los rendimientos promedios del cierre del viernes al cierre del lunes, representan resultados de 72 horas. Podríamos suponer que los rendimientos promedios esperados de los lunes tienen una distribución diferente a los del resto de la semana. Resultados similares obteniendo variantes más dispersas para el día lunes fueron encontrados por French<sup>53</sup>

<sup>53</sup> Véase French, D.W. "Stock returns and weekend effect", [1980] *Journal of Financial Economics* 8: pp.55-70.

entre otros, justificando que mayor información arriba en 72 horas que en 24 horas.

A pesar de ser estimadores sesgados por la autocorrelación entre los retornos, rendimientos esperados fueron calculadas con (3.2), (3.3a), (3.3b) para los tres periodos sugiriendo rendimientos anuales positivos excepto para el período de 73-76 en donde la media de los retornos tiende a cero. También, se demostró que existen premios por riesgo en los contratos de futuros sobre el peso aunque solamente el período de 76-85 mostró resultados estadísticamente significativos. Menos de 1.8% de las observaciones se encontraron a más de +/- 4 desviaciones estándar y las tres series fueron leptocúrticas y asimétricas. Las series sugieren ser heteroscedásticas por los resultados obtenidos en las tres autocorrelaciones de retornos practicadas con (3.4). La misma idea de varianza condicionada fue reforzada con los resultados obtenidos en las pruebas de estadística paramétrica y no paramétrica utilizadas para probar caminata aleatoria. De cinco pruebas realizadas con (3.5), (3.6a), (3.6b), (3.7) y (3.8), tres rechazaron caminata aleatoria para el primer período de estudio, las cinco rechazaron  $H_0$  para el segundo período y tres aceptaron  $H_a$  en el tercer período. Los resultados obtenidos sugirieron que los procesos no seguían un recorrido de caminata aleatoria situación que motivó al autor a realizar pruebas de pronóstico.

## **4 PRECIOS A FUTURO OBSERVADOS Y ESTIMADOS**

### **4.1 Prueba de condición necesaria**

Diversas investigaciones sobre los pronósticos de los precios a futuro estimados y de los precios a futuro observados se han llevado a cabo como pruebas de condición necesaria para inferir sobre la HEM. Cornell y Reingaum<sup>54</sup> estudiaron esta relación para contratos de futuros sobre la libra esterlina, dólar canadiense, marco alemán, yen japonés y franco suizo entre 1974 y 1979 donde encontraron diferencias estadísticas no significativas entre los pronósticos de ambos precios. Sus resultados fueron confirmados por Park y Chen en contratos de futuros sobre la libra esterlina, marco alemán, yen japonés y franco suizo para el período comprendido entre 1977 y 1981 y por los resultados obtenidos en esta investigación. En las siguientes secciones se estiman precios a futuro con un modelo tautológico y se cuantifican utilidades netas de costo de transacción con una estrategia de comprar diariamente contratos de futuros sobre el peso mexicano y mantenerlos hasta la fecha de vencimiento. También, se determinan los ECM del pronóstico de los precios a futuro observados y precios a futuro estimados contra el precio "spot" en la fecha de vencimiento de los contratos.

### **4.2 Datos**

La muestra utilizada consta de 1,466 observaciones de precios de cierre diarios de contratos de futuros sobre el peso mexicano, Cetes a 28 días, "T-bills" y tipo de cambio peso/dólar de contado, para el tercer período de estudio. Los dos primeros períodos de estudio no fueron analizados debido

---

<sup>54</sup> Considérese Cornell, B. y Reingaum, M. "Forwards and Futures Prices: Evidence from Foreign Exchange Markets", diciembre [1981] *Journal of Finance* 36: pp.1035-45.

a la escasez de información en las tasas libres de riesgo mexicanas. Las características de los contratos se muestran en la siguiente Tabla.

**Tabla 4.1** Características de los contratos de futuros.

<i>Días a Vencimiento</i>	<i>Precios de cierre</i>	<i>Meses de Vencimiento</i>	<i>Precios de cierre</i>
t > 330	137	Jun-95	39
330 > t > 300	121	Sep-95	100
300 > t > 270	126	Dic-95	163
270 > t > 240	113	Mar-96	225
240 > t > 210	115	Jun-96	241
210 > t > 180	125	Sep-96	251
180 > t > 150	114	Dic-96	197
150 > t > 130	80	Mar-97	135
130 > t > 100	125	Jun-97	72
100 > t > 70	110	Sep-97	22
70 > t	290	Dic-97	12

### **4.3 Metodología y resultados empíricos**

Si la variable  $S$  es el precio actual del subyacente (moneda extranjera) denominado en moneda local;  $k$  es el precio acordado y  $r_f$  es el valor de la tasa extranjera de interés libre de riesgo capitalizable continuamente, los dos portafolios que permiten estimar los precios a futuro de divisas extranjeras son:

**Portafolio 1:** Una posición larga en un contrato de futuros mas una cantidad de efectivo equivalente a  $ke^{-r(T-t)}$

**Portafolio 2:** Una cantidad  $e^{-r(T-t)}$  del subyacente (moneda extranjera).

Ambos portafolios valdrán lo mismo que una unidad de la divisa extranjera en tiempo  $T$ . Por ende, deben tener el mismo valor en tiempo  $t$ . De esta manera,

$$f + ke^{-r(T-t)} = Se^{-r_f(T-t)}$$

y,

$$f = Se^{-r_f(T-t)} - ke^{-r(T-t)} \quad (4.1)$$

El precio a futuro estimado,  $F$ , es el valor de  $K$  que hace que en la ecuación (4.1),  $f=0$ . Por ende,

$$F = Se^{(r-r_f)(T-t)} \quad (4.2)$$

Esto es lo bien conocido en finanzas internacionales como la paridad de tasas de interés y es el modelo utilizado para estimar los precios a futuro en esta investigación. La derivación de la ecuación diferencial (4.2) vista desde un enfoque de valuación neutral al riesgo<sup>55</sup>, se presenta en el Apéndice 1.

La  $F$  y  $f$  se calcularon tomando las:  $S$  que proporcionó el Banco de México, las  $r_f$  de acuerdo a  $T-t$  del vector de precios que publica la Bolsa Mexicana de Valores<sup>56</sup>, las  $K$  de precios a futuro observados obtenidos de la cámara de compensación del CME y las  $r$  a 3, 6 y 12 meses que proporcionó "Credit Suisse Financial Products, N.Y.". Debido a que las observaciones del vector de precios reflejan tasas de descuento, las tasas se convirtieron

<sup>55</sup> La valuación neutral al riesgo constituye la herramienta más importante para el análisis de derivados. Resulta del hecho que las variables dependientes del precio de los derivados no involucran preferencias de riesgo de los participantes. En otras palabras, la valuación de derivados vista desde un mundo neutral de riesgo no involucra preferencia por riesgo en las tasas, volatilidades, tiempo etc.

<sup>56</sup> Bolsa Mexicana de Valores (BMV), Algoritmos para la valuación de los Instrumentos de deuda, Dirección de Información y Estadística, abril [1996]: p.7. México, D.F.

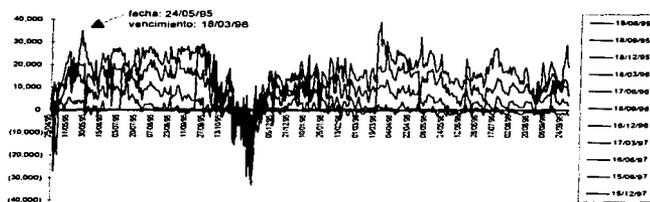
a rendimientos con  $r = 1 / ((1/d) - (t/360))$ . Los plazos intermedios requeridos de "T-bills", se obtuvieron por interpolación con

$$R = \left[ \frac{1 + ((R_2 \times T_2) / 3600)}{1 + ((R_1 \times T_1) / 3600)} \right]^{\frac{T-T_1}{T_2-T_1}} \times \left[ 1 + \frac{R_1 \times T_1}{36000} \right] - 1 \times (36000 / T) \quad \text{donde } T, T_1 \text{ y } T_2 \text{ son el plazo}$$

deseado, el plazo menor observado y el mayor plazo observado y  $R, R_1$  y  $R_2$  son la tasas buscadas, la tasa observada al plazo menor y la tasa observada al plazo mayor respectivamente. También, se asumió por conveniencia que el costo de una transacción (compra o venta) sería el 0.2% del valor del contrato. Por ejemplo, con un precio a futuro de \$0.1568 dólares por 1 peso mexicano (i.e., \$6.3776 pesos por dólar) y negociando un contrato de futuros sobre el peso mexicano en el "CME" con valor de \$500,000 pesos, el costo de la transacción sería de  $\$0.002 \times 0.1568 \times 500,000 = \$165.80$  dólares. A pesar de que ésta es una figura conservadora, muchos participantes no miembros del mercado pagarían menos.

Se obtuvieron resultados sorprendentes en (4.1). Existen oportunidades de arbitraje cuando  $F < S e^{(r-r_f)(T-t)}$  o bien,  $F > S e^{(r-r_f)(T-t)}$  en donde tomando la primera situación, un participante que realice arbitraje, pediría un préstamo de  $S$  pesos por un período  $T-t$  a una tasa  $r_f$ , lo invertiría en dólares por un período de tiempo  $T-t$  a tasa  $r$ , y tomaría una posición larga en el contrato de futuros sobre el peso mexicano. De esta manera, en el tiempo  $T$ , el activo subyacente se compra bajo los términos del contrato de futuros a  $F$ , y se utilizaría  $S e^{-r(T-t)}$  para pagar el préstamo. A pesar de que en teoría la oportunidad de arbitraje se observó especialmente en el largo plazo, este no se podían realizar ya que no existían en  $t_0$  las  $r_f$  de largo plazo. En otras palabras, no existía estructura intertemporal de tasas a largo plazo en México durante el período de estudio analizado.

La Figura 4.1 muestra las utilidades netas de costo de transacción en  $t_0$  (expresadas en pesos corrientes) realizables en la fecha de vencimiento, de haberse mantenido posiciones largas diarias en pesos. (i.e., tomando una posición larga en pesos el 24 de mayo de 1995 del contrato que vence el 18/03/96, se realizaría una utilidad neta de costos de transacción en la fecha de vencimiento de \$34,748.66 pesos).



**Figura 4.1** Gráfica de utilidad realizable en la fecha de vencimiento.

En la Figura 4.1, se observa para la mayoría de los casos, situaciones en donde dada una  $F < S e^{(r-r_f)(T-t)}$ , se obtendrían  $f > S e^{-r_f(T-t)} - k e^{-r(T-t)}$  (con posiciones largas en pesos) excepto en el choque de octubre-noviembre de 1995, donde después de cotizarse a un promedio de 6.75 pesos por dólar en octubre, paso a un promedio de 7.62 durante noviembre alcanzando su máximo de 7.96 el 15 de noviembre. La regla de mantenerse largo en pesos genera utilidades netas de costo de transacción para el tercer periodo de estudio, debido principalmente a la mejoría en la evolución de

los indicadores económicos mexicanos<sup>57</sup> vs. el riesgo positivo no diversificable en el que incurrieron los inversionistas.

Los resultados obtenidos con la ecuación (4.1), son consistentes con evidencia empírica encontrada por Houthakker<sup>58</sup> en contratos de futuros sobre trigo, algodón y maíz, durante el período 1937 a 1957 y por Taylor<sup>59</sup> en el contrato de futuros sobre el yen japonés. Ellos también encontraron que era posible obtener utilidades significativas al tomar posiciones largas en estos mercados sugiriendo que dichos contratos tienen un riesgo sistemático<sup>60</sup> positivo, en donde la esperanza de  $S_T$  era menor que el valor de  $F$ , algebraicamente  $F < E(S_T)$ <sup>61</sup>.

La Tabla 4.2 muestra las tres transacciones más y menos rentables (expresadas en pesos corrientes) durante el período de estudio por mantener posiciones largas en contratos de futuros sobre el pesos hasta la fecha de vencimiento del contrato.

**Tabla 4.2** Posiciones largas en pesos más y menos rentables del periodo 1995-96.

<i>Fecha de inicio</i>	<i>Mes de vencimiento</i>	<i>(Perdida) Utilidad</i>
05/24/95	Marzo-96	\$34,748.66
05/26/95	Marzo-96	\$29,525.12
09/26/95	Sept-96	\$29,156.62
11/14/95	Sept-96	(\$33,252.05)
11/14/95	Junio-96	(\$31,930.18)
11/09/95	Sept-96	(\$29,603.50)

<sup>57</sup> Durante 1995 salieron 3,175 millones de dólares por concepto de inversión extranjera de la cuenta de capitales de la balanza de pagos, mientras que hasta el tercer trimestre de 1996 habían ingresado 19,411 millones de dólares por el mismo concepto. Fuente: Banco de México, *Carpeta de Indicadores Económicos*, marzo y diciembre 1996.

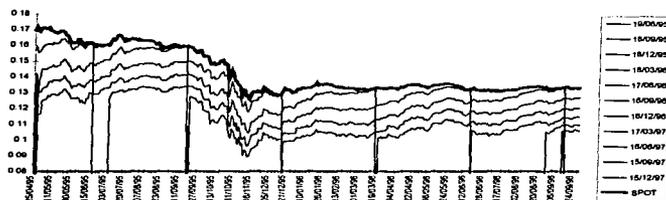
<sup>58</sup> Véase Houthakker, H.S., "Can speculators Forecast Prices?", [1957] *Review of Economics and Statistics* 39: pp.143-51.

<sup>59</sup> Véase Taylor S.J. [1992] p.19 op.cit.

<sup>60</sup> El riesgo sistemático es aquél que no se puede diversificar.

<sup>61</sup> Véase Hull, J. *Options Futures and other Derivative Securities*, N.J., USA [1992], Prentice Hall: pp.70-72.

La Figura 4.2 muestra el proceso seguido por once contratos durante el tercer período de estudio incluyendo el proceso que siguió el subyacente, expresado en dólares norteamericanos.



**Figura 4.2** Gráfica del "basis" para el período 04/95-09/96.

En este sentido, se observa que cuando la tasa libre de riesgo extranjera es mayor que la tasa libre de riesgo doméstica ( $r_f > r$ ) como es el caso del contrato de futuros sobre el peso mexicano que opera en el CME,  $F$  es siempre menor que  $S$ , y  $F$  disminuye mientras la fecha de vencimiento del contrato  $T$ , aumenta. (De la misma manera, cuando la tasa libre de riesgo doméstica es mayor que la tasa libre de riesgo extranjera ( $r > r_f$ ),  $F$  es siempre mayor que  $S$ , y  $F$  aumenta cuando  $T$  aumenta). También, se puede observar claramente que el "Basis<sup>62</sup>" tiende a ser cero cuando  $t \rightarrow T$ , de no ser así existirían oportunidades de arbitraje que harían converger el precio a futuro con el precio "spot".

La Figura 4.2 muestra una situación de "normal backwardation"<sup>63</sup>. Esto se puede explicar utilizando el argumento de John Maynard Keynes<sup>64</sup> y John

<sup>62</sup> Basis = precio a futuro - precio del "spot".

<sup>63</sup> El precio a futuro se encuentra abajo del precio "spot".

Hicks<sup>65</sup>, quienes rebatían, que si los participantes que se cubren de riesgo mantienen posiciones cortas y los especuladores mantienen posiciones largas, el precio a futuro se encontrará abajo del precio "spot" ya que los especuladores requieren compensación por el riesgo que asumen. Estos tomarán posiciones solamente si el mercado es un mercado a la alza y viceversa. En otras palabras, los especuladores requieren rendimientos mayores a los ofrecidos por la tasa libre de riesgo por incurrir en un riesgo sistemático positivo mientras que los que se cubren de riesgo están preparados a aceptar rendimientos abajo de los que ofrece la tasa libre de riesgo cuando el riesgo sistemático en la inversión es negativo.

#### **4.4 Evaluación del pronóstico**

El comparar ECM es una prueba de condición necesaria más no de condición suficiente para probar eficiencia. Una prueba de condición suficiente es aquella en donde una transacción puede utilizar los pronósticos realizados para obtener utilidades ajustadas al riesgo, procedimiento que se llevará a cabo en el siguiente capítulo con la regla de negociación.

Consistente con el análisis desarrollado por Ashley et al<sup>66</sup>, evaluamos la condición necesaria en la Tabla 4.3 en donde se muestran los ECM de predicción para el modelo tautológico y los precios a futuro observados, en trece horizontes de tiempo. Nótese que para cada horizonte y período de predicción, uno de los precios a futuro observados o estimados tiene el menor ECM. Los errores cuadráticos medios fueron calculados como:

---

<sup>64</sup> Considérese Keynes, J.M. *A Treatise on Money*, [1930] Londres, Inglaterra. Macmillan.

<sup>65</sup> Considérese Hicks, J.R., *Value and Capital*, [1939] Oxford, Inglaterra, Clarendon Press.

<sup>66</sup> Véase Ashley R., Granger, CWJ y Schmalensee, R. "Advertising and aggregate consumption: An analysis of causality", [1980] *Econometrica* 48: pp.1149-67.

$$ECM = \frac{\sum (P-A)^2}{n} \quad (4.3)$$

Donde  $P$  y  $A$  son valores predichos y actuales del tipo de cambio peso/dólar respectivamente y  $n$  es el número de predicciones. Las habilidades relativas de predicción, varían por meses de vencimiento y horizonte. La siguiente Tabla muestra los resultados de (4.3).

**Tabla 4.3** ECM de predicción para los precios a futuro observados y los estimados en 13 horizontes.

Técnica de Predicción	Horizonte meses adelante	Horizonte						
		jun-95	sep-95	dic-95	mar-96	jun-96	sep-96	
<b>Precios a futuro observados</b>	1	0.41	0.32	0.44	0.60	0.12	0.21	
	2	0.67	0.33	5.81	1.15	0.33	2.31	
	3		5.49	22.98	9.42	5.54	6.91	
	4		16.09	35.95	27.13	14.89	6.96	
	5		23.50	33.58	32.69	14.89	12.39	
	6			19.49	2.01	30.29	28.48	
	7			4.40	5.65	56.04	50.12	
	8			4.98	4.65	66.83	47.70	
	9				1.41	6.05	67.88	
	10				3.84	0.23	100.39	
	11				6.40	0.11	118.82	
	12					0.57	26.81	
	13						3.81	
<b>Precios a futuro estimados</b>	1	0.47	0.53	0.41	0.59	0.14	0.20	
	2	1.05	0.71	4.88	1.37	0.43	2.35	
	3		10.49	20.49	12.36	6.29	7.15	
	4		25.01	27.57	32.02	16.92	7.80	
	5		33.81	22.85	27.17	18.27	16.75	
	6			8.03	1.24	42.44	38.51	
	7			0.39	0.41	71.64	61.98	
	8			0.38	0.15	58.79	62.66	
	9				4.82	13.94	86.60	
	10				16.87	6.66	116.23	
	11				10.06	5.97	108.59	
	12					8.79	41.84	
	13						24.54	

Nota. El contrato de dic-95 tuvo ECM significativos al 5% con una sola cola, en los horizontes 2 y 3 de los precios a futuro observados y 2 de los precios a futuro estimados.

En el vencimiento de junio de 95, se obtuvieron pronósticos más precisos en todos los horizontes con los precios a futuro observados. En el segundo vencimiento, los precios a futuro observados fueron estimadores menos sesgados que los precios a futuro estimados. En el tercer vencimiento, los ocho primeros horizontes fueron más puntuales en los pronósticos de los precios a futuro estimados, en ambos precios, la distribución del ECM tiende a ser normal de donde se intuye que el mercado pronóstico a largo plazo con varianzas menos dispersas que a mediano plazo. Para el vencimiento de marzo 96, los precios a futuros observados tuvieron un mejor pronóstico en los horizontes 1,3,4,9 y 10. Para el quinto vencimiento solo en el horizonte 8 los precios a futuros observados tuvieron mayor sesgo en la predicción. Para septiembre 96, fue más acertada la predicción del precio a futuro observado excepto en el horizonte 11. En general, los precios a futuros observados fueron más acertados en un 68% de la veces aunque sus ECM en el segundo y tercer horizonte en diciembre 95, fueron estadísticamente significativos al 5%. También, se observó una reducción en la varianza de los ECM en horizontes de tiempo mayores

A diferencia de los resultados obtenidos por Raymond Leuthold<sup>67</sup> en donde analizan los ECM del pronóstico de los precios a futuro observados de vacas y puercos y los precios a futuro estimados con diferentes modelos en donde observan que la varianza en la predicción tendía a ser más dispersa con horizontes mayores, la varianza en el pronóstico del contrato de futuros sobre el peso tiende a disminuir a mayores vencimientos. Este fenómeno se puede explicar como un riesgo sistemático dependiente del tiempo en donde a vencimientos más cortos se incurre en mayor riesgo sistemático positivo. Un riesgo sistemático mayor en vencimientos menores

---

<sup>67</sup> Considérese Leuthold, R.M. [1972] op.cit.

fue también encontrado por McCurdy y Morgan<sup>68</sup> utilizando ecuaciones univariadas y bivariadas del "Capital Asset Pricing Model (CAPM)" en diversos contratos de futuros sobre divisas. Sin embargo, ellos concluyeron que mayor evidencia es necesaria para medir la sensibilidad del riesgo sistemático en estos instrumentos.

A pesar de contar con esta aplicación descriptiva, la evaluación no tiene el rigor necesario para rechazar la HEM y por consiguiente es necesario una prueba de condición suficiente. Rausser y Carter<sup>69</sup> argumentaron que la condición suficiente está dada por una evaluación de los beneficios de rendimientos ajustados por riesgo y costo. Para obtener una medida de este beneficio directo, la negociación en el mercado de contratos de futuros sobre el peso es simulada tomando en cuenta la heteroscedasticidad y el proceso de reversión a la media que sigue la distribución de  $\{X_i = \nabla \log Z_i\}$ .

---

68 Véase las conclusiones de McCurdy, T.H. y Morgan, I.G. "Foreign currency futures spreads and risk premiums", publicado por Goss B.A. en Rational expectations and efficiency in futures markets [1992] Londres, Inglaterra. Routledge, Chapman and Hall Inc.

69 Véase Rausser, G.C. y Carter, C. "Futures market efficiency in the soybean complex", [1983] *Review of Economics and Statistics* 65: pp.469-78.

## 5 PRONOSTICO ESTANDARIZADO DE LOS RETORNOS

### 5.1 Prueba de condición suficiente

Si bien la estrategia óptima para un inversionista cuando un mercado de futuros es eficiente puede ser no participar en el mercado o bien una política de comprar/vender y mantenerse hasta la fecha de vencimiento del contrato a menos que se obtengan rendimientos negativos en donde se optaría por mantener efectivo, cuando un mercado de futuros es ineficiente la estrategia óptima puede ser adoptar una regla de negociación que genere rendimientos mayores a los ofrecidos por la tasa libre de riesgo. Esta sección describe una regla de negociación basada en el pronósticos estandarizado de los retornos cuyos rendimientos se comparan con una estrategia de comprar en la fecha de inicio del contrato y mantenerse hasta la fecha de vencimiento. Por su parte, este apartado utiliza el mismo subconjunto de información que el del capítulo 3, incluyendo datos del Índice diario al cierre del "S&P 500" para los tres períodos de estudio.

La regla utiliza el pronóstico estandarizado  $k$ . Igual que en Taylor<sup>70</sup>, en un tiempo  $t$  el último retorno  $X_t$  calculado de la diferencia logarítmica de los precios de cierre  $Z_t$  y  $Z_{t-1}$ , se utiliza para pronosticar los retornos del siguiente día. El retorno  $X_{t+1}$ , que de acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de varianza unifactorial por rangos de Kruskal-Wallis con (4.3) siguen un proceso heteroscedástico y obviamente de regresión a la media, son pronosticados con un modelo "GARCH"  $\sim (0,1)$ . También, se realizó investigación de los modelos "ARCH" discutidos por Baillie y Bollerslev<sup>71</sup>,

---

<sup>70</sup> Considérese Taylor S.J. [1986] p.211 op.cit.

<sup>71</sup> Véase Baillie, R.T. y Bollerslev [1989] op.cit.

Hull y White<sup>72</sup> y un Wiener generalizado, para modelar procesos de varianzas y ver qué modelo explica mejor los retornos. Sorprendentemente, el "GARCH" propuesto tuvo en su pronóstico a un día el menor error relativo.

Considere que el pronóstico  $f$  del retorno, estimado de  $\{X_t\}$  mediante el modelo "GARCH", depende del precio del subyacente  $S$ , y de su varianza instantánea  $V = \sigma^2$ , que asumimos, obedecen el siguiente proceso estocástico:

$$dS = \phi(b - S)dt + \sigma(S)^\delta dw \quad (4.4a)$$

$$dV = \mu(b - V)dt + \xi(V)^\delta dz \quad (4.4b)$$

En donde  $\phi$  y  $\delta$  son parámetros constantes estimados que depende de  $S$ ,  $\sigma$  y  $t$  y miden la rapidez del proceso en regresar a la media y la proporcionalidad del proceso estocástico con  $S$ , respectivamente. Las variables  $\xi$  y  $\mu$  dependen de  $\sigma$  y  $t$  y  $S$ , siendo la varianza instantánea del proceso y la rapidez en la que el proceso regresa a la media respectivamente, los procesos de Wiener  $dz$  y  $dw$  tienen correlación  $\rho$  y están dados por una variable aleatoria  $\epsilon$  que se distribuye  $N(0,1)$  y que multiplica al cambio en el tiempo  $dt$ . En el Apéndice 2, se lleva el modelo a un proceso de difusión.

Se utilizó el método de mínimos cuadrados para estimar los parámetros constantes  $\phi$ ,  $\delta$  y poder así obtener los resultados de (4.4a) y (4.4b). También, el llamado pronóstico  $f$  del retorno, se distribuye como  $N(0,1)$  dando el nuevo pronóstico del retorno  $k = \frac{f - \hat{f}}{\sigma}$ .

---

72 Hull J, y White, A. [1987] 42 pp.281-300 op.cit.

## 5.2 La Regla / Supuestos / Estimando con el modelo GARCH

Se utilizó una regla de negociación basada en los pronósticos estandarizados de los retornos ya que este tipo de reglas ha demostrado mejores resultados que las reglas de filtro utilizadas extensamente por Fama y Blume<sup>73</sup> en donde se sugiere comprar cuando el precio sube X% del último precio más bajo mantenerse hasta que decline Y% del precio subsecuente más alto en donde se vende o mantiene efectivo.

La regla de negociación utiliza los resultados del retorno  $k$  estimado con una  $(\phi, \delta)$  de (.045, .23) para el periodo de 1973-76, (-5.63, -1.68) para 1976-85 y (93.79, 1.52) para 1995-96. En donde  $\phi$  y  $\delta$  miden la rapidez del proceso en regresar a la media y la proporcionalidad del proceso estocástico con  $S$ , respectivamente.

Las estadísticas relativas de los residuales del pronóstico a un día para el retorno  $f$ , se aprecian en la Tabla 5.1. Se puede observar que para el periodo de 73-76, los retornos pronosticados tienen el menor error relativo y desviación estándar con un error estándar de  $\frac{.0057\sqrt{250}}{\sqrt{2 \cdot 647}} = .0025$  ó 0.25% al año.

**Tabla 5.1** Estadísticas de errores relativos del pronóstico.

	<i>Media</i>	<i>Desv. Est</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>
1973-76	-.002%	.578%	4.850%	-4.830%
1976-85	-.019%	1.770%	19.775%	-20.591%
1995-96	-.023%	1.828%	17.115%	-9.698%

<sup>73</sup> Véase Fama E. F. y Blume M. "Filter rules and stock market trading", [1966] *Journal of Business*: pp.266-241.

La regla de negociación tiene dos parámetros, el primero ( $k_1$ ) que controla el comienzo de una transacción y ( $k_2$ ) que controla la conclusión de la misma transacción. Cada día se empieza con una de tres posibles posiciones: ninguna, larga, corta. Después, se calcula  $k$  y la posición se reconsidera. Los parámetros  $k_1$  y  $k_2$  se obtuvieron de una función objetivo que maximizó los exceso de retorno. Los resultados obtenidos son los siguientes:

**Tabla 5.2** Parámetros de decisión de la regla de negociación.

	$k_1$	$k_2$
1973-76	1	-0.8
1976-85	0.9	-0.7
1995-96	1.1	-1.3

Sin embargo, con algoritmos más complejos, se podrían mejorar los parámetros de decisión aunque no es la intención en esta investigación.

Dentro de la regla de decisión, se utiliza la estrategia II de Taylor<sup>74</sup> en donde se plantea la alternativa de obtener rendimientos mayores a los ofrecidos por la tasa libre de riesgo, desarrollando una regla de negociación que se beneficie de tendencias significativas en ambas direcciones. No se toman posiciones durante los quince días antes de la fecha de vencimiento debido a que se conoce mejor la distribución de densidad de los retornos y se cierran de ser necesario las posiciones el último día del mes que precede al mes de vencimiento. La regla es la siguiente:

<sup>74</sup> Considérese Taylor S.J. [1986] pp.210-211 op.cit.

1. Cuando no se mantiene ninguna posición, a) Compra si  $k > k_1$ , b) Vende si  $k < -k_1$ .

a) Cuando se mantiene una posición larga, no hacer nada si  $k \geq k_2$  y vende cuando  $k < k_2$  quedando sin posición en el mercado.

b) Cuando se mantiene una posición corta, no hacer nada si  $k \leq -k_2$  y compra cuando  $k > -k_2$  quedando sin posición en el mercado.

También, se hacen las siguientes consideraciones: los inversionistas tienen recursos suficientes y no conocen ex-ante los valores de  $k_1$  y  $k_2$  pero si conocen el valor de  $k$ ; las garantías pueden ser constituidas con un instrumento libre de riesgo por lo que no es necesario invertir efectivo y se aprovechan las oportunidades de arbitraje.

### **5.3 Exceso de Retorno**

Medir rendimientos en transacciones de contratos de futuros, es un concepto difícil ya que las pérdidas que se originan por la valuación diaria, pueden requerir mas garantías. También, se puede argumentar que no es necesario efectivo para financiar una posición ya que instrumentos libre de riesgo pueden ser invertidos como garantías. Por ende, se sugiere encontrar una forma de medir rendimientos en transacciones y ajustarla al riesgo. Una medida adecuada es el exceso de retorno (ER, su nombre se debe a que su rendimiento excede al que ofrecen los instrumentos libres de riesgo), y se calcula como

$$\sum_{i=1}^N [\pi(Q_i - P_i) / (P_i - c)] \quad (4.5)$$

en donde un participante realiza  $N$  transacciones, comenzando con la transacción  $i$  a un precio  $P_i$ , y concluyendo a un precio  $Q_i$ , siendo  $\pi$  igual a 1 para posiciones largas en pesos o -1 para posiciones cortas en pesos y  $c$

el costo de la transacción. Una vez calculados los excesos de retorno, se ajustan al riesgo en donde se tengan  $\beta$  positivas significativas. Sin embargo como se verá, las  $\beta$  de los contratos de futuros son casi siempre empíricamente cercanas a cero como en Dusak<sup>75</sup>, Bodie y Rosansky<sup>76</sup> y Elton et al<sup>77</sup>. Las betas se calcularon semestralmente como la covarianza del retorno  $x_t$  del contrato de futuros con el retorno del Índice "S&P 500"

entre la varianza del retorno del Índice. Es decir, 
$$\beta = \frac{\sigma_{xR}}{\sigma_R^2} = \frac{\sum_{t=1}^n [(x_t - \bar{x}_t)(R_t - \bar{R}_t)]}{\sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R}_t)^2},$$

siendo  $x_t$  y  $\bar{x}_t$  el retorno contrato de futuros y su media, mientras que  $R_{mt}$  y  $\bar{R}_{mt}$  son el retorno del índice y su media. Los retornos del futuro  $\{x_t\}$  se multiplicaron por 1 cuando se mantenía posición larga, por -1 con posiciones cortas y por cero cuando no se mantenía posición.

La Tabla 5.3 compara resultados de (4.5) y betas, para los contratos de futuros sobre el peso negociados con la regla, y con la estrategia de comprar en la fecha de inicio del semestre y mantenerse hasta la fecha de vencimiento del semestre. Nótese que como no se toman posiciones durante los quince días antes de la fecha de vencimiento, los excesos de retorno para el primer semestre se calculan con transacciones de marzo a agosto inclusive y para el segundo semestre de septiembre a febrero inclusive. También, el contrato de marzo-97, incluye transacciones hasta el 29 de noviembre de 1996.

75 Véase Dusak, K. "Futures trading and investors returns: an investigation of commodity market risk premiums", [1973] *Journal of Political Economy* 81: pp.1387-406.

76 Véase Bodie, Z. y Rosansky, V.I. "Risk return in commodity futures", mayo-junio [1980] *Financial Analysts Journal*: pp.27-39.

77 Véase Elton, E.J., Gruber, M.J. y Rentzler, J.C. "Professionally managed, publicly traded commodity funds", [1987] *Journal of Business* 60: pp.175-99.

**Tabla 5.3** Excesos de retorno y betas para 1995-96.

<i>Contratos</i>	<i>ER %</i>	<i>ER %</i>	$\beta$	$\beta$
	<i>Regla</i>	<i>Comprar y mantenerse</i>	<i>Regla</i>	<i>Comprar y mantenerse</i>
Sept. 1995	7.87	13.91	.2173	-.1425
Marzo 1996	-8.08	-.87	-.3438	-.2832
Sept. 1996	3.99	16.52	-.0049	-.0030
Marzo 1997	.40	1.73	-.0073	-.0071
<i>Promedio</i>	<i>1.04</i>	<i>4.46</i>	<i>-.0347</i>	<i>-.1090</i>
<i>Desv. est.</i>	<i>6.80</i>	<i>8.35</i>	<i>.2314</i>	<i>-.1330</i>

Se encontraron excesos de retornos positivos y desviaciones estándares bajas con la regla de negociación, comparables a los encontrados por Taylor<sup>78</sup> para el caso del contrato de futuros sobre la libra esterlina, empero, no tan grandes como sus promedios del contrato de futuros sobre el yen japonés de 4.6%. A pesar de esto, la estrategia de comprar pesos al inicio de semestre y mantenerse hasta la fecha de vencimiento del semestre generó excesos de retorno promedio sorprendentes de 4.4%. Resultados significativos del estadístico *t*, para muestras pequeñas, al 5%, se obtuvieron de abril a agosto de 1995 con la regla y de marzo a septiembre de 1996 con la estrategia. Una forma simple de cuantificar en pesos mexicanos resultados por 1 contrato de futuros ignorando el costo del dinero, es multiplicar ER por el tamaño del contrato. (i.e., de marzo a agosto de 1995, la regla generó ER de 7.87% \* 500,000=\$39,350 pesos corrientes o \$5,962 dólares aproximadamente por cada contrato negociado). Resultados precisos se obtienen con la ecuación (4.1).

Los valores de las betas estimadas con análisis de regresión dieron resultados no significativos al 5% consistentes con lo encontrado en la Tabla 3.2. Debido a que los inversionistas pueden diversificar todos los

riesgos excepto la covarianza de los retornos de futuros con el "S&P 500", ya que este riesgo es no diversificable, el único riesgo por el que deberían pagar un premio es por el riesgo de covarianza. Consecuentemente, el obtener ER con promedios positivos en la regla y estrategia, con betas cercanas a cero, fortalece la evidencia en contra de la HEM.

En promedio, se tienen tres transacciones por contrato con un costo de 1.2% anual de acuerdo a lo explicado en la sección 4.3. Durante el período, el 78% del tiempo se estuvo largo en pesos, el 13% corto en pesos y el 9% neutral.

**Tabla 5.4** Información semestral sobre transacciones para 1995-96.

<i>Contratos</i>	<i>Transacciones</i>	<i>Días Largos</i>	<i>Días cortos</i>	<i>Días neutrales</i>
Sept. 1995	2	59	26	6
Marzo 1996	7	100	23	2
Sept. 1996	2	127	2	0
Marzo 1997	1	26	1	29

En el período de 73-76, no existió paridad de tasas y los inversionistas esperaban en todo momento una devaluación dado los resultados positivos de la estrategia. Los resultados positivos promedio fueron eliminados como se muestra en la Tabla 5.5, al calcular y promediar los excesos de retorno para el contrato de septiembre-76 debido a la devaluación que ocurrió el primero de septiembre.

**Tabla 5.5** Excesos de retorno y betas para 1973-76.

<b>Contratos</b>	<b>ER %</b>	<b>ER %</b>	$\beta$	$\beta$
	<b>Regla</b>	<b>Comprar y mantenerse</b>	<b>Regla</b>	<b>Comprar y mantenerse</b>
Sept. 73	1.38	0.82	n/d	n/d
Marzo 74	-2.15	4.30	n/d	n/d
Sept. 74	1.29	2.14	n/d	n/d
Marzo 75	0.44	2.14	-0.0003	0.0021
Sept. 75	-0.54	0.69	-0.0055	-0.0034
Marzo 76	4.41	2.62	-0.0090	0.0127
Sept. 76	-3.63	-31.44	-0.0082	-0.0186
<i>Promedio</i>	0.17	-2.68	-0.0057	-0.0018
<i>Desv. Est.</i>	2.62	12.74	0.3914	1.3122

n/d.- Datos del "S&P 500" no disponibles.

El riesgo de covarianza fue estadísticamente no significativo demostrando evidencia en contra de la HEM durante más de tres años. Sin embargo, el choque de septiembre de 76 ajustó la HEM y eliminó utilidades sistemáticas. A pesar de resultados cercanos a cero, se tiene una probabilidad mayor de obtener excesos de retorno positivos utilizando la regla que no utilizándola. La Tabla 5.6 muestra información sobre el número de transacciones cortas en pesos y largas en pesos realizadas durante 73-76.

**Tabla 5.6** Información semestral sobre transacciones para 1973-76.

<b>Contratos</b>	<b>Transacciones</b>	<b>Días Largos</b>	<b>Días cortos</b>	<b>Días neutrales</b>
Sept. 73	2	2	5	5
Marzo 74	10	41	29	7
Sept. 74	1	31	13	38
Marzo 75	2	40	11	58
Sept. 75	3	14	1	100
Marzo 76	1	7	90	25
Sept. 76	11	51	40	38

Consistente con resultados de la Tabla 3.2, la regla generó los mayores excesos de retorno de los tres períodos durante 76-85. Se obtuvieron ER promedio durante un semestre de 2.68% (i.e., de marzo a agosto de 1985, la regla generó ER de 13.95% \* 1,000,000=\$139,500 pesos corrientes por contrato negociado) con riesgo de covarianza significativo al .05 sólo en el semestre de marzo de 77.

**Tabla 5.7** Excesos de retorno y betas para 1976-85.

Contratos	ER		B	
	Regla	Comprar y mantenerse	Regla	Comprar y mantenerse
Marzo 77	-21.0224	20.2668	0.22408	0.02331
Sept. 77	-5.0000	16.2104	-0.00613	-0.03406
Marzo 78	0.0000	11.1869	0.11969	0.09175
Sept. 78	0.0000	4.5403	0.08474	-0.06795
Marzo 79	0.0000	5.5819	0.02128	-0.01462
Sept. 79	0.0000	2.5115	-0.00721	0.00188
Marzo 80	-0.1181	5.4607	0.01728	-0.00206
Sept. 80	-1.8421	7.0202	-0.00239	0.00078
Marzo 81	8.6659	6.0637	-0.01090	0.00089
Sept. 81	0.2439	4.0536	-0.00421	-0.00706
Marzo 82	40.4795	-31.1668	0.11362	-0.09247
Sept. 82	11.6154	-49.3604	0.00924	0.03972
Marzo 83	12.4735	-2.3325	0.02896	-0.03156
Sept. 83	9.5903	58.8080	0.00668	0.00654
Marzo 84	-0.8787	17.8821	0.00052	-0.01989
Sept. 84	-3.2403	10.6191	0.00223	0.00034
Marzo 85	-5.5058	-2.9778	-0.00599	0.00051
Sept. 85	13.9566	-25.4392	-0.00110	-0.00222
Marzo 86	-8.4508	-22.4490	0.00176	0.00017
<i>Promedio</i>	2.68	1.92	0.03	-0.01
<i>Desv. est.</i>	12.33	22.83	0.06	0.04

Aunado a que la regla obtuvo rendimientos mayores que la estrategia de comprar pesos en la fecha de inicio del semestre y mantenerse hasta la fecha de vencimiento del semestre, obtuvo desviaciones estándar muy inferiores que la estrategia. La Tabla 5.7 muestra la información antes mencionada.

En la Tabla 5.8 se aprecia (ignorando los semestres de marzo y septiembre de 1978, marzo 1979 y marzo de 1980), que se realizaron en promedio 4.5 transacciones por semestre.

**Tabla 5.8** Información semestral sobre transacciones para 1976-85.

<i>Contratos</i>	<i>Transacciones</i>	<i>Días largos</i>	<i>Días cortos</i>	<i>Días neutrales</i>
Marzo 77	11	73	14	24
Sept. 77	1	1	82	34
Marzo 78	0	0	118	0
Sept. 78	0	0	122	0
Marzo 79	0	0	107	0
Sept. 79	1	1	70	40
Marzo 80	0	0	59	63
Sept. 80	1	1	84	39
Marzo 81	1	1	104	14
Sept. 81	2	1	86	34
Marzo 82	1	2	57	62
Sept. 82	8	17	69	43
Marzo 83	17	29	55	37
Sept. 83	4	103	8	13
Marzo 84	1	6	22	87
Sept. 84	5	33	38	7
Marzo 85	3	19	19	24
Sept. 85	8	31	32	24
Marzo 86	4	8	15	8

Durante el período de 9.5 años, se estuvo corto en pesos 57% del tiempo, largo en pesos el 16% y neutral el 27%. De haberse seguido la regla de negociación y por ende obtenido ER promedio de 2.68% del tamaño del

**contrato por semestre, los participantes hubieran asumido 57 por ciento del tiempo que el peso se devaluaría.**

## 6 OPCIONES SOBRE FUTUROS

### 6.1 *Procedimientos numéricos y valores analíticos*

En este capítulo el autor tuvo en mente probar el efecto al utilizar el modelo "B&S" de: 1) Sobrevaluación en opciones europeas "call/put" cuando estas se encuentran "en el dinero" y subvaluación en opciones europeas muy "fuera del dinero", cuando la volatilidad del subyacente no está correlacionada con el precio del subyacente y 2) Subvaluación en opciones europeas cuando estas se encuentran "fuera del dinero" y sobrevaluación en opciones europeas "dentro del dinero", cuando la volatilidad del subyacente está correlacionada con el precio del subyacente, y poder así sugerir una regla de negociación. Sin embargo, la falta de liquidez en el mercado de opciones sobre futuros del peso mexicano limitó el estudio a un análisis descriptivo en donde se calcularon con dos procedimientos numéricos y un procedimiento analítico, los precios de las opciones y su error de predicción con la ecuación (4.6) así como algunas medidas de sensibilidad.

Las opciones sobre contratos de futuros requieren la entrega de un contrato de futuro como subyacente cuando son ejercidas. Si una opción "call" sobre futuros se ejerce, el tenedor adquiere una posición larga en el contrato de futuros subyacente más una cantidad equivalente al precio de mercado del contrato de futuro subyacente menos el precio de ejercicio<sup>79</sup>.

---

<sup>79</sup> Por ejemplo: Un inversionista en el CME tiene una opción "call" sobre un contrato de futuros del peso mexicano (500,000 pesos) que vence en el mes de septiembre con un precio de ejercicio de 15 centavos de dólar por cada peso. El precio actual al que se negocian los contratos de futuro sobre el peso con fecha de vencimiento en septiembre es de 16 centavos de dólar por cada peso. Si se ejerce la opción, el inversionista recibe \$5,000 dólares (500,000 \* .01) más una posición larga en un contrato de futuros para comprar 500,000 pesos en septiembre. Si el tenedor desea el puede cerrar inmediatamente su posición larga en el contrato de futuros sobre el peso sin costo. Esto dejaría al inversionista con \$5,000 dólares en efectivo.

Si una opción "put" sobre futuros se ejerce, el tenedor adquiere una posición corta en el contrato de futuros subyacente más una cantidad equivalente al precio de ejercicio menos el precio de mercado del contrato de futuro subyacente.

Procedimientos numéricos son utilizados extensamente para valuar opciones cuando no se tienen fórmulas exactas como es el caso de las opciones americanas ya que se pueden ejercer en cualquier momento durante la vida de la opción, mientras que valores analíticos se obtienen de fórmulas como "B&S" basadas en el principio de valuación neutral al riesgo cuando las opciones son europeas. Las opciones americanas de futuros generalmente valen más que las europeas de futuros ya que se pueden ejercer en cualquier momento. También, no siempre las opciones americanas de futuros valen lo mismo que las opciones americanas del "spot" a pesar de que ambas tengan la misma fecha de vencimiento. Esto se debe a que existen casos como en algunas divisas, oro y plata en donde el precio del futuro es consistentemente mayor que el "spot" y por ende una opción americana de compra de ejercerse dentro del dinero provee mayores utilidades para el tenedor. El mismo efecto se obtiene cuando el precio futuro es consistentemente menor que el "spot". De la misma manera, el contrato de futuros como subyacente generalmente vence después que la opción de futuros como es el caso de las opciones de futuros del peso mexicano en donde la opción vence dos días antes de la fecha de vencimiento del contrato de futuros subyacente.

Debido a que en la actualidad no existen fórmulas analíticas para valuar opciones americanas, esta investigación realiza un estudio descriptivo para inferir sobre la HEM en las opciones americanas sobre futuros del peso mexicano con dos procedimientos numéricos 1) arboles binomiales y 2) la técnica de control variado y valores analíticos obtenidos con "B&S". El

método de simulación de Monte Carlo no fue utilizado ya que funciona moviéndose de un tiempo  $t$  a un tiempo  $T$  mientras que los procedimientos numéricos que acomodan ejercicio anticipado se mueven en sentido contrario de un tiempo  $T$  a un tiempo  $t$ .

## 6.2 Metodología y datos

La base de datos de la cámara de compensación del "CME" comprendía 88 precios de cierre de opciones sobre futuros para el tercer período de estudio. Sin embargo, 12 precios tuvieron que ser eliminados ya que contenían errores. Por ende, 76 precios fueron los analizados para el período de 1995-96. La Tabla 6.1 muestra el número de precios analizados en cinco horizontes de tiempo y por mes de vencimiento. También, el volumen operado para este mercado ha sido extremadamente bajo, en donde el mayor número de contratos abiertos se observó el 23 de mayo de 1996, con 410 contratos. El promedio diario de contratos abiertos durante el período analizado fue de 36 contratos.

**Tabla 6.1** Datos de los contratos de opciones sobre futuros.

<i>Días a Vencimiento</i>	<i>Contratos</i>	<i>Meses de Vencimiento</i>	<i>Contratos</i>
$t > 160$	6	Jun-95	19
$160 > t > 120$	16	Sep-95	10
$120 > t > 80$	26	Dic-95	12
$80 > t > 40$	16	Sep-96	6
$40 > t$	12	Dic-96	29

La metodología consiste en calcular las volatilidades implícitas de las opciones sobre futuros observadas para poder así estimar con procedimientos numéricos de arboles binomiales y la técnica de control variado los precios de las opciones. Una vez calculados los precios se

estima un parámetro de error de predicción en la Tabla 6.2 para cada fecha de vencimiento. Debido a que sólo 4 opciones el 10 de noviembre de 1995 y una el 8 de septiembre del mismo año fueron ejercidas antes de la fecha de vencimiento, se asume adecuado estimar también los precios con el modelo de "B&S" suponiendo que son opciones europeas. También, se calculan las deltas, thetas y gamas de las opciones observadas y se realiza inferencia sobre los resultados. La siguiente sección explica los procedimientos utilizados para las estimaciones de precios.

### **6.3 Árboles binomiales, Black-Scholes y Técnica de control variado**

En el modelo de "B&S" se asume que solo dos precios pueden ser posibles al final de la vida de un contrato. Esto es una situación irrealista en el caso de opciones americanas y por ende, utilizamos procedimientos numéricos como el modelo binomial que permiten valuar en periodos cortos los movimientos de las opciones de futuros del peso<sup>80</sup>. El modelo binomial permite representar un proceso estocástico de forma gráfica.

En el modelo binomial, los precios de las opciones se evalúan empezando al final del árbol (tiempo  $T$ ) y trabajando hacia atrás ya que se conoce el valor de la opción en el tiempo  $T$ . Mientras que los precios del subyacente se evalúan empezando en  $T-t$  y trabajando hacia adelante. Por ejemplo, en  $T$ , una opción de venta vale  $\max(X-S_T, 0)$ , y una opción de compra vale  $\max(S_T-X, 0)$ , donde  $S_T$  es el precio del subyacente en el tiempo  $T$  y  $X$  es el precio de ejercicio. Ya que se asume un mundo libre de riesgo, el valor de cada nodo en el tiempo  $T-\Delta t$  se puede calcular como el valor esperado en el tiempo  $T$  descontado a la tasa  $r$  por un periodo de tiempo  $\Delta t$ . De forma similar el valor en cada nodo en el tiempo  $T-2\Delta t$  puede ser calculado como

el valor esperado en el tiempo  $T-\Delta t$  descontado por un periodo de tiempo  $\Delta t$  a la tasa  $r$ , y así sucesivamente. Si la opción es americana, es necesario revisar en cada nodo para ver si el ejercer la opción antes de la fecha de vencimiento es preferible a mantener la opción por otro periodo de tiempo  $\Delta t$ . Eventualmente, al trabajar hacia atrás a través de todos los nodos, se obtiene el valor de la opción en el tiempo cero. El enfoque del árbol binomial para valuar opciones sobre acciones que no pagan dividendos puede ser fácilmente adaptado para valuar opciones de compra y de venta americanas sobre acciones que paguen un dividendo continuo a una tasa  $q$ . Los valores que pagan dividendo continuo pueden a su vez ser considerados para subyacentes de divisas y de contratos de futuros. En el caso de divisas la variable relevante es la tasa de interés libre de riesgo del país del que proviene la divisa, en el caso de contratos de futuros, es la tasa libre de riesgo doméstica.

Para construir el árbol de cincuenta nodos, se calculó el precio del subyacente en cada nodo con la ecuación (4.2) y el valor esperado de la opción en  $T-\Delta t$  como el valor esperado en el tiempo  $T$  descontado a la tasa  $r$  por un periodo de tiempo  $\Delta t$ . Por ende fue necesario estimar los parámetros que nos permitieron calcular movimientos en el árbol hacia arriba, hacia abajo y sus probabilidades ( $u$ ,  $d$  y  $p$  respectivamente). Los parámetros se escogieron de tal forma que en un intervalo pequeño de tiempo  $\Delta t$  el retorno esperado del subyacente fuera  $\mu\Delta t$  y su varianza  $\sigma\Delta t$ . John Hull<sup>81</sup> recomienda estimarlos como:

---

<sup>80</sup> Véase Cox, J.C. Ross, S.A. y Rubinstein, M. "Option Pricing: A Simplified Approach", octubre [1979] *Journal of Financial Economics* 7: pp.229-63.

<sup>81</sup> Para una demostración de la estimación de los parámetros véase Hull, J. [1992]: pp.336 op.cit.

$$p = \frac{a - d}{u - d}$$

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}$$

$$d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}$$

usando

$$a = e^{(r-rf)\Delta t}$$

en donde la notación matemática es la misma que la utilizada en la sección 4.3. La  $\sigma$ , se estimó como volatilidad implícita<sup>82</sup> despejándola del modelo de "B&S" y no con la serie histórica de precios. También, la volatilidad anual despejada fue en base a 360 días al año y no de acuerdo a la volatilidad por: (día de operación \*  $\sqrt{\text{días de operación por año}}$ )<sup>83</sup> ya que en la práctica el ajuste causa poca diferencia, con excepción de opciones de muy corta vida.<sup>84</sup>

La técnica de control variado se utilizó conjuntamente con el enfoque del árbol y el del modelo de "B&S". Los precios se estiman con los precios obtenidos del árbol de decisión para la opción americana + los precios obtenidos con el mismo árbol asumiendo que la opción es europea - los precios obtenidos del modelo de "B&S". Para obtener los precios de los contratos de opciones sobre futuros del peso mexicano con el modelo de "B&S", se adaptó la aplicación para el caso accionario al caso de

---

<sup>82</sup> Algunos investigadores argumentan que la volatilidad de los precios es causada por el arribo de información mientras que otros como Fama, E.F. [1965] pp.34-105. op.cit, French, K. R. [1980] pp.55-69. op.cit y French, K. - Roll, R. "Stock Return Variances: The Arrival of Information and the Reaction of Traders", septiembre [1986] *Journal of Financial Economics* 17: pp.5-26, argumentan que la volatilidad de los precios es causada en gran medida por la operación en sí.

<sup>83</sup> Para una discusión más detallada de procedimientos de reducción de varianza, véase Hammersley, J.M. y Handscomb, D.C. Monte Carlo Methods, Londres, Methuen [1964]; Boyle, P.P "Options: A Monte Carlo Approach", [1977] *Journal of Financial Economics* 4: pp.323-38; Hull, J. y White, A. [1987] pp.281-300. op.cit.

<sup>84</sup> Véase Hull, J. [1992] p.232 op.cit.

subyacentes de divisas, que a su vez fue ajustada a subyacentes de futuros de divisas donde  $c$  es la opción de compra,  $p$  es la opción de venta,  $F$  es el precio del futuro de divisas,  $r$  es la tasa libre de riesgo doméstica,  $X$  es el precio de ejercicio y  $N(d_1)$  y  $N(d_2)$  son la función de distribución acumulada de densidad de una variable normal. (en otras palabras es la probabilidad de que la variable estandarizada sea menos que  $d_1$  y  $d_2$ ). Del "B&S" tradicional para valuar opciones sobre acciones,  $S$  cambió por el precio del futuro  $F$  y la  $q$  (dividendos) fue sustituida por  $r$ . El proceso fue derivado por Black<sup>85</sup>. Para calcular el precio de opciones sobre acciones que generan dividendos se utiliza:

$$c = Se^{-q(T-t)} N(d_1) - Xe^{-r(T-t)} N(d_2)$$

$$p = Xe^{-r(T-t)} N(-d_2) - Se^{-q(T-t)} N(-d_1)$$

con  $d_1$  y  $d_2$  dados por

$$d_1 = \frac{\ln(S/X) + (r - q + \sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

y

$$d_2 = \frac{\ln(S/X) + (r - q - \sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}} = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}$$

Cuando se trata de opciones sobre divisas, los dividendos  $q$  se reemplazan con la tasa libre de riesgo  $r_f$ :

<sup>85</sup> Según Black, F. [1976] pp.167-79 op.cit., los resultados que arroja B&S, ajustado para futuros de divisas se mantienen, cuando la  $a$  utilizada en la fórmula  $F = Se^{a(T-t)}$  es una función únicamente del tiempo, y cuando la volatilidad del bien subyacente es constante.

$$c = Se^{-r_f(T-t)} N(d_1) - Xe^{-r(T-t)} N(d_2)$$

$$p = Xe^{-r(T-t)} N(-d_2) - Se^{-r_f(T-t)} N(-d_1)$$

donde

$$d_1 = \frac{\ln(S/X) + (r - r_f + \sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

y

$$d_2 = \frac{\ln(S/X) + (r - r_f - \sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}} = d_1 - \sigma\sqrt{(T-t)}$$

Para resolver opciones sobre futuros de divisas,  $S$  cambia por el precio del futuro  $F$  y la  $q$  es sustituida por  $r$  quedando:

$$c = e^{-r(T-t)} [ FN(d_1) - XN(d_2) ]$$

$$p = e^{-r(T-t)} [ XN(-d_2) - FN(-d_1) ]$$

con

$$d_1 = \frac{\ln(F/X) + (\sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

y

$$d_2 = \frac{\ln(F/X) + (\sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}} = d_1 - \sigma\sqrt{(T-t)}$$

donde  $\sigma^2$  es la volatilidad implícita. La Tabla 6.2 muestra parámetros de error de predicción para los pronósticos de dos procedimientos numéricos y de un valor analítico. El parámetro de error de predicción se calculó con:

$$EP = \frac{\sum(X-S)-p}{n} \quad (4.6)$$

Donde  $X$ ,  $S$  y  $p$  son precio de ejercicio, precio del subyacente a la fecha de vencimiento y precio de la opción respectivamente y  $n$  es el número de predicciones.

**Tabla 6.2** Errores de predicción de opciones americanas

<i>Técnica</i>	<i>Jun-95</i>	<i>Sep-95</i>	<i>Dic-95</i>	<i>Sep-96</i>	<i>Dic-96</i>	<i>Promedio</i>
"B&S"	-0.66095	-2.57925	0.83249	-3.66308	-0.78823	-1.37180
Binomial	-0.72359	-2.58225	0.74332	-3.67141	-0.78926	-1.40464
Ctrl variado	-0.66095	-2.58225	0.74665	-3.67308	-0.78892	-1.39171

Parámetros menores demuestran predicciones menos sesgadas. De forma descriptiva, a excepción del vencimiento en diciembre de 95, el modelo de "B&S" demostró estimaciones menos sesgadas que los otros procedimientos. También, debido a que con la técnica de control variado se promedian los precios que se obtienen con el modelo binomial y el modelo de "B&S", esta tuvo un sesgo menor en promedio al modelo binomial empero mayor al modelo de "B&S". Por último, el 73% de las transacciones generaron utilidades de haberse mantenido posiciones largas en pesos tanto de opciones "call" como de opciones "put" consistente con los resultados observados en el subyacente en el capítulo 4.

#### **6.4 Medidas de sensibilidad**

Como parte del análisis descriptivo, se calcularon las deltas, gamas y thetas. También, ya que la gran mayoría de los contratos se ejercieron en

la fecha de vencimiento, el cálculo de las medidas de sensibilidad se realizó con los valores analíticos y no en cada nodo con el árbol binomial.

La delta del derivado,  $\Delta$ , se define como la tasa de cambio de su precio con respecto al precio del bien subyacente. Es la pendiente de la curva que relaciona el precio del derivado con el precio del bien subyacente.<sup>86</sup>

Una posición con una delta de cero se conoce como una posición con una delta neutral. La posición de un inversionista permanece delta neutral por un periodo de tiempo relativamente corto. Esto se debe a que la delta cambia por movimientos en el precio del subyacente y con el paso del tiempo. "Black y Scholes" demostraron que es posible formar un portafolio libre de riesgo, manteniendo una posición en el derivado y una posición en el activo subyacente. Expresado en términos de  $\Delta$ , el portafolio es:

-1: Derivado

+  $\Delta$ : Subyacentes

Ellos valoraron opciones manteniendo una posición delta neutral y argumentaron que el rendimiento en la posición durante un corto periodo de tiempo es igual al rendimiento que ofrece la tasa de interés libre de riesgo. Las  $\Delta$  para opciones "call" sobre futuros se pueden calcular como:

$$\Delta = e^{-r(T-t)} N(d_1)$$

y para opciones "put" sobre futuros,

$$\Delta = e^{-r(T-t)} [N(d_1) - 1]$$

---

<sup>86</sup> Formalmente,  $\Delta = \partial f / \partial S$  donde  $f$  es el precio del derivado y  $S$  es el precio del bien subyacente. Si la delta de una opción de compra es 0.6, cuando el precio del bien subyacente cambia en un pequeño monto, el precio de la opción cambia en aproximadamente un 60 por ciento de ese monto

La theta de un portafolio de derivados,  $\Theta$ , es la tasa de cambio del valor del portafolio con respecto al tiempo, cuando las demás variables permanecen constantes.<sup>87</sup> Algunas veces se le considera como el decaimiento que ocasiona el tiempo en el valor del portafolio. Para opciones "call" sobre futuros, la theta se puede calcular con:

$$\Theta = \frac{FN'(d_1)\sigma e^{-r(T-t)}}{2\sqrt{T-t}} + rF(d_1)e^{-r(T-t)} - rXe^{-r(T-t)}N(d_2)$$

Para opciones "put" sobre futuros,

$$\Theta = \frac{FN'(d_1)\sigma e^{-r(T-t)}}{2\sqrt{T-t}} - rFN(-d_1)e^{-r(T-t)} + rXe^{-r(T-t)}N(-d_2)$$

La gama,  $\Gamma$ , de un portafolio de derivados es la tasa de cambio de la delta del portafolio con respecto al precio del bien subyacente<sup>88</sup>. Si la gama es pequeña, la delta cambia lentamente y los ajustes para mantener la delta del portafolio neutral se tienen que llevar a cabo de forma poco frecuente. Sin embargo, si la gama es alta en términos absolutos, la delta es altamente sensible al precio del subyacente. Las gamas en opciones "call/put" sobre futuros se calculan con:

$$\Gamma = \frac{N'(d_1)e^{-r(T-t)}}{F\sigma\sqrt{T-t}}$$

La Tabla 6.3 muestra los promedios por mes de vencimiento de las diferentes medidas de sensibilidad.

<sup>87</sup> Formalmente,  $\Theta = \partial\Pi / \partial t$ , donde  $\Pi$  es el valor del portafolio.

<sup>88</sup> Formalmente,  $\Gamma = \partial^2\Pi / \partial S^2$ , donde  $\Pi$  es el valor del portafolio.

**Tabla 6.3** Medidas de sensibilidad de los contratos de opciones.

<i>Medidas de sensibilidad</i>	<i>Jun-95</i>	<i>Sep-95</i>	<i>Dic-95</i>	<i>Sep-96</i>	<i>Dic-96</i>	<i>Promedio</i>
<b>Delta</b>	-0.03919	0.35195	0.01273	0.73655	-0.06940	0.19853
<b>Theta</b>	-0.01708	-0.01404	-0.01035	-0.00362	-0.00415	-0.00985
<b>Gama</b>	15.75392	12.95539	17.14318	11.75682	41.06842	19.73555

Se encontraron Deltas sensibles para los vencimientos de dic-95. De haberse tomado posiciones de opciones sobre futuros del peso durante ese mes de vencimiento, se hubiera necesitado el 74% aproximadamente de la posición contraria en futuros del peso para hacer delta neutral la posición. En el vencimiento de jun-95, las thetas fueron las mas altas. Si la tasa de interés doméstica  $r$ , y el precio del futuro  $F$  no hubieran cambiado, en .001 años o 2.5 días negociados, el precio de la opción hubiera declinado 17.08%. Las thetas de las opciones son generalmente negativas debido a que el tiempo a vencimiento disminuye y si las demás variables permanecen constantes, esto hace que la opción pierda valor. Las gamas mas altas se obtuvieron en el contrato de diciembre de 1995. La interpretación de las gamas sería que cuando el futuro subyacente se incrementa en una cantidad pequeña medida en centavos, la delta se incrementa en 41.06 veces esa cantidad pequeña. Es decir, un incremento de 1 en el precio del futuro subyacente, incrementa la delta de la opción en aproximadamente 41.06.

Poco se puede inferir sobre la Hipótesis de eficiencia en el mercado de los contratos de opciones sobre futuros del peso mexicano, principalmente por la falta de liquidez del mercado. Se notó que las opciones americanas son más caras que las europeas con las mismas características debido a que

permiten ser ejercidas antes de la fecha de vencimiento. También, se vio que el 73% de las transacciones generaron utilidades de haberse mantenido posiciones largas en pesos de opciones "call/put". Sin embargo la Hipótesis de eficiencia en este mercado permanece como un punto inconcluso.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## CONCLUSIONES

Como consecuencia de aplicar la metodología descrita en la Figura 2.7 para realizar inferencia sobre la hipótesis de trabajo, se realizaron varias pruebas de hipótesis estadísticas y pruebas de pronóstico.

Se analizaron las características de los retornos obtenidos con la ecuación 3.1. Los resultados, considerados como preliminares para realizar inferencia sobre la hipótesis de trabajo, demostraron que era posible obtener rendimientos anuales esperados positivos para los tres períodos, especialmente durante el período de 1976-85. Para verificar el riesgo de los rendimientos esperados, se analizaron los premios por riesgo y se obtuvieron con una  $\alpha$  de .05, rendimientos esperados no significativos para el primer período que se explica por la paridad fija que mantuvo el peso frente al dólar, mientras que el segundo y tercer período demostraron rendimientos esperados significativamente diferentes de cero y por ende un premio por riesgo positivo. También, se obtuvieron medidas de tendencia central y de autocorrelaciones y los resultados sugirieron que los procesos eran heteroscedásticos y que existía autocorrelación entre los retornos.

Para reforzar heteroscedasticidad e inferir sobre tendencias en los procesos, se realizaron tres pruebas paramétricas con (3.5), (3.6a), (3.6b) y dos no paramétricas con (3.7), (3.8). Dentro de las pruebas paramétricas, se realizó la prueba  $Q^*$  con la cual se encontraron autocorrelaciones significativas entre los retornos para los tres períodos de estudio. También, se realizaron las pruebas de  $T^*$  y  $S^*$  de Taylor en donde solamente se rechazó el período de 1976-85 sugiriendo que los procesos de los otros dos períodos seguían una caminata aleatoria. Se aplicó también la prueba de corridas para la aleatoriedad en donde se rechazó la hipótesis de

caminata aleatoria con un nivel de confiabilidad del 95%, concluyendo por lo tanto, una posible existencia de autocorrelación entre los retornos. Por último, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis en donde se rechazó la hipótesis de que las medias para cada día de la semana son iguales para los períodos de 73 a 76 y de 76 a 85. En el primer período se encontraron mayores rendimientos promedio el día lunes, seguido del martes, jueves, miércoles y finalmente el viernes, para el periodo de 76 a 85 el día en que se observó los mayores rendimientos promedio fue el lunes, seguido del miércoles, martes, viernes y finalmente el jueves. El estadístico Kruskal-Wallis no detectó para el período de 95 a 96 diferencia significativa entre las medias de los rendimientos.

En resumen, de cinco pruebas, tres rechazaron caminata aleatoria para el primer período, cinco fueron rechazadas para el segundo período y tres fueron rechazadas en el tercero, sugiriendo que existen tendencias en el contrato de futuros del peso mexicano, situación que motivó al autor a realizar pruebas de condición necesaria y suficiente, para inferir sobre la hipótesis de trabajo.

La prueba de condición necesaria, comprendió solamente el período de 95 a 96 debido a la escasez de información de 76 a 85 en lo referente a tasas libres de riesgo en México. Se calcularon los ECM del pronóstico de los precios a futuro estimados y de los precios a futuro observados. Los ECM de los precios a futuro estimados y de los precios a futuro observados, tendieron a disminuir a mayores horizontes de vencimiento. Esto se puede explicar por un riesgo sistemático dependiente del tiempo, en donde a vencimientos más cortos se incurre en mayor riesgo sistemático positivo. Sin embargo, mayor evidencia es necesaria para medir la sensibilidad de este contrato al riesgo sistemático. También, se probó que el proceso siguió tendencias, al obtener utilidades, netas de costo de transacción, con

una estrategia de comprar pesos y mantenerse hasta la fecha de vencimiento del contrato.

Para fortalecer la evidencia que se obtuvo con la prueba de condición necesaria en contra de la Hipótesis de trabajo, se realizó una prueba de condición suficiente para los tres períodos. Rausser y Carter<sup>89</sup> argumentaron que las pruebas de condición suficiente están dadas por una evaluación de los beneficios de los rendimientos, ajustados por el riesgo y costo. Para obtener una medida de este beneficio directo, se propuso un modelo de pronóstico, se estandarizaron los retornos pronosticados y se aplicó una regla de negociación. En la regla de negociación se calcularon los parámetros de decisión  $k_1$  y  $k_2$  con una función que maximizó los excesos de retorno y cuyos resultados se muestran en la Tabla 5.2. Después de aplicar la regla, se calcularon los excesos de retorno con 4.5 y se ajustaron de acuerdo al riesgo de covarianza calculado con el "S&P 500". Se encontraron excesos de retornos positivos y desviaciones estándares bajas con la regla de negociación, comparables a los encontrados por Taylor<sup>90</sup> para el caso del contrato de futuros sobre la libra esterlina, empero, no tan grandes como sus promedios del contrato de futuros sobre el yen japonés de 4.6%, sugiriendo ineficiencia para los tres períodos. Los excesos de retorno obtenidos con la regla de negociación se compararon contra los excesos de retorno obtenidos con una estrategia de comprar pesos a futuro en la fecha de inicio del contrato y mantenerse hasta la fecha de vencimiento. La regla de negociación generó mayores excesos de retorno que la estrategia para los períodos de 73- 76 y 75-85. A pesar de que en el período de 95-96 la regla generó excesos de retorno positivos, la estrategia generó mayores excesos de retorno debido

---

<sup>89</sup> Véase Rausser, G.C. y Carter, C. "Futures market efficiency in the soybean complex", [1983] *Review of Economics and Statistics* 65: pp.469-78.

<sup>90</sup> Considérese Taylor, S.J. [1992] pp.17-18 op.cit.

principalmente, a la mejoría de las variables económicas en México durante ese período.

La misma metodología de pronóstico y aplicación de una regla de negociación se trató de utilizar para el caso de las opciones sobre futuros del peso en el período de 95-96, aunque debido a la escasez de las transacciones realizadas en el mercado, solamente se llegó a un estudio descriptivo. De los tres instrumentos de medición aplicados para calcular los precios de las opciones, el modelo de "B&S" demostró estimaciones menos sesgadas, seguido de la "técnica de control variado" y por último, del modelo binomial de cincuenta ramas. También, se encontró consistente con los resultados obtenidos en el subyacente, que el 73% de las transacciones generaron excesos de retorno positivos de haberse mantenido posiciones largas de pesos en opciones sobre futuros "call" y "put" hasta la fecha de vencimiento del contrato.

Los resultados obtenidos durante la investigación, llevaron al autor a rechazar la Hipótesis de trabajo para los tres periodos, ya que la evidencia empírica demostró que los contratos de futuros examinados no son del todo eficientes, y que la probabilidad de que los especuladores por períodos largos puedan obtener utilidades netas de costos de transacción en este mercado, pronosticando con el modelo sugerido y aplicando la regla de negociación propuesta, es mayor, que la probabilidad de que obtengan utilidades netas de costos de transacción sin utilizar el modelo y la regla sugerida. La interpretación de los resultados obtenidos, plantea a la HEM como un punto abierto a discusión y trae consideraciones importantes que dan cabida a nuevas investigaciones, sobre modelos de pronóstico para contratos de futuros con subyacentes mexicanos, así como para desarrollar nuevas reglas de negociación que permitan conjuntamente con los modelos de pronóstico, aprovechar las ineficiencias de los

mercados, para obtener rendimientos sistemáticos mayores a los ofrecidos por la tasa libre de riesgo. Los participantes partidarios de la HEM deben considerar las anomalías que en este mercado fueron probadas durante la investigación y que sustentan evidencia en contra de la hipótesis de la eficiencia de los mercados.

## APENDICE

### 1 Derivando la ecuación diferencial de futuros sobre divisas

Si asumimos valuación neutral al riesgo y suponemos que la relación entre el precio a futuro  $F$ , y el precio "spot"  $S$ , está dada por

$$F = Se^{r-f(T-t)}$$

donde  $r-f$  es una función sólo del tiempo  $T-t$ . Si suponemos también, que  $S$  sigue un proceso

$$dS = \mu S dt + \sigma S dz$$

donde  $\sigma$  es una constante. Siguiendo el lema de Ito, en el que la volatilidad de  $F$  está dada por  $\sigma_F$ , donde

$$\sigma_F F = \sigma S \frac{\delta F}{\delta S} = \sigma S e^{r-f(T-t)} = \sigma F$$

Entonces

$$\sigma_F = \sigma$$

donde la volatilidad de  $F$  es constante y equivale a la volatilidad de  $S$ .

Si suponemos que  $F$  en realidad sigue el proceso

$$dF = \mu_F F dt + \sigma F dz \quad (\text{A1.1})$$

donde  $dz$  es un proceso Wiener y  $\sigma$  es constante.

Debido a que  $f$  es una función de  $F$  y de  $t$ , se deduce del lema de Ito que

$$df = \left( \frac{\partial f}{\partial F} \mu_F F + \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial F^2} \sigma^2 F^2 \right) dt + \frac{\partial f}{\partial F} \sigma F dz \quad (\text{A1.2})$$

Considérese un portafolio que consiste de

-1: instrumentos derivados

$$+ \frac{\partial f}{\partial F} : \text{contratos de futuros}$$

Defínase  $\Pi$  como el valor del portafolio y  $\Delta\Pi$ ,  $\Delta f$ , y  $\Delta F$  como el cambio en  $\Pi$ ,  $f$  y  $F$  en el tiempo  $\Delta t$ , respectivamente. Debido a que se asume que no hay costo por entrar en un contrato de futuros ya que instrumentos libres de riesgo pueden depositarse como garantías,

$$\Pi = -f \quad (\text{A1.3})$$

En el tiempo  $\Delta t$ , el tenedor del portafolio obtiene ganancias de capital iguales a  $-\Delta f$  del subyacente y un ingreso de

$$\frac{\partial f}{\partial F} \Delta F$$

del contrato de futuros. Defínase  $\Delta W$  como el cambio total en la riqueza del tenedor del portafolio en el tiempo  $\Delta t$ . Se sigue que

$$\Delta W = \frac{\partial f}{\partial F} \Delta F - \Delta f$$

Las versiones discretas de las ecuaciones (A1.1) y (A1.2) son

$$\Delta F = \mu_F F \Delta t + \sigma F \Delta z$$

y

$$\Delta f = \left( \frac{\partial f}{\partial F} \mu_F F + \frac{\partial f}{\partial \alpha} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial F^2} \sigma^2 F^2 \right) \Delta t + \frac{\partial f}{\partial F} \sigma F \Delta z$$

donde  $\Delta z = \epsilon \sqrt{\Delta t}$  y  $\epsilon$  es una muestra aleatoria de una distribución normal estandarizada. Se sigue que

$$\Delta W = \left( -\frac{\partial f}{\partial \alpha} - \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial F^2} \sigma^2 F^2 \right) \Delta t \quad (\text{A1.4})$$

Esto es sin riesgo. Entonces, también debe ser cierto que

$$\Delta W = r \Pi \Delta t \quad (\text{A1.5})$$

sustituyendo para  $\Pi$  de la ecuación (A1.3), las ecuaciones (A1.4) y (A1.5) dan

$$\left[ -\frac{\partial f}{\partial \alpha} - \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial F^2} \sigma^2 F^2 \right] \Delta t = -rf \Delta t$$

Entonces

$$\frac{\partial f}{\partial \alpha} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial F^2} \sigma^2 F^2 = rf$$

Debido a que se asume que no hay costo al entrar en contratos de futuros ya que instrumentos libres de riesgo pueden depositarse como garantías, se deduce que las utilidades esperadas del tenedor de un contrato de futuros en un mundo neutral al riesgo son de cero o bien equivalen a la tasa libre de riesgo.

## 2 Derivando el modelo GARCH

Considérese un determinado derivado accionario que depende de las  $n$  variables y del tiempo  $t$  en donde se asume que:

1. Existen al menos  $n+1$  acciones o valores negociados cuyos precios dependen de algunas o de todas las variables.
2. Que no se pagan dividendos ni existe ningún otro tipo de ingreso en los  $n+1$  acciones negociadas.
3. Se permite la venta en corto de las acciones y el completo uso de las ganancias.
4. No hay costos de transacción ni impuestos.
5. Todos los valores son perfectamente divisibles.
6. No existen oportunidades de arbitraje.
7. La operación es continua.

y que como caso generalizado de llevar una difusión o proceso estocástico como el utilizado en (4.4a) a valuación libre de riesgo, derivamos un proceso generalizado de difusión de Ito continuo en el tiempo, en donde se denota la  $i$ -ésima variable como  $\theta_i$  ( $1 < i < n$ ) con<sup>91</sup>:

$$d\theta_i = m_i\theta_i dt + s_i\theta_i dz_i \quad (\text{A2.1})$$

donde  $dz_i$  es un proceso Wiener y los parámetros,  $\mu_i$  y  $\sigma_i$ , son la tasa de crecimiento esperada de  $\theta_i$  y la volatilidad de  $\theta_i$ . Las  $m_i$  y  $s_i$  pueden ser

---

<sup>91</sup> A pesar de que algunos parámetros cambian de (A2.1) a (4.4a), el proceso de llevar ambas difusiones a valuación neutral al riesgo es el mismo.

funciones cualquiera de las  $n$  variables y del tiempo. Otra notación utilizada es la siguiente:

$\rho_{ik}$ : Correlación entre  $dz_i$  y  $dz_k$  ( $1 \leq i, k \leq n$ )

$f_j$ : Precio de la  $j$ -ésimo valor ( $1 \leq j \leq n+1$ )

$r$ : Tasa de interés libre de riesgo instantánea de muy corto plazo.

Una de las  $f_j$  es el precio del subyacente a considerar. La tasa de interés libre de riesgo de corto plazo  $r$ , puede ser una de las  $n$  variables.

Ya que las  $n+1$  variables negociadas son dependientes de  $\theta_i$ , se deriva del lema de Ito que  $f_j$  sigue procesos de difusión:

$$df_j = \mu_j f_j dt + \sum_i \sigma_{ij} f_j dz_i \quad (\text{A2.2})$$

donde:

$$\mu_j f_j = \frac{\partial f_j}{\partial t} + \sum_i \frac{\partial f_j}{\partial \theta_i} m_i \theta_i + \frac{1}{2} \sum_{i,k} \rho_{ik} s_i s_k \theta_i \theta_k \frac{\partial^2 f_j}{\partial \theta_i \partial \theta_k} \quad (\text{A2.3})$$

$$\sigma_{ij} f_j = \frac{\partial f_j}{\partial \theta_i} s_i \theta_i \quad (\text{A2.4})$$

En estas ecuaciones,  $\mu_j$  es la media instantánea de la tasa de retorno derivada de  $f_j$  y  $\sigma_{ij}$  es el componente de la desviación estándar instantánea de la tasa de retorno derivada de  $f_j$ , la cual puede ser atribuida a  $\theta_i$ .

Ya que existen  $n+1$  valores negociados y  $n$  procesos Wiener en la ecuación (A2.2), es posible formar un portafolio sin riesgo instantáneamente,  $\Pi$ , utilizando los valores. Si se define  $k_j$  como el monto del  $j$ -ésimo valor en el portafolio, tal que:

$$\Pi = \sum_j k_j f_j \quad (\text{A2.5})$$

La  $k_j$  debe ser elegida de tal forma que los componentes estocásticos de los rendimientos de los valores sean eliminados. A partir de la ecuación (A2.2) esto quiere decir que

$$\sum_j k_j \sigma_{ij} f_j = 0 \quad (\text{A2.6})$$

para  $1 < i < n$ . El rendimiento del portafolio está entonces dado por

$$d\Pi = \sum_j k_j \mu_{ij} f_j dt$$

El costo de formar el portafolio es  $\sum_j k_j f_j$ . Si no existen oportunidades de arbitraje, el portafolio debe obtener el rendimiento que ofrece la tasa de interés libre de riesgo, tal que:

$$\sum_j k_j \mu_j f_j = r \sum_j k_j f_j \quad (\text{A2.7})$$

o

$$\sum_j k_j f_j (\mu_j - r) = 0 \quad (\text{A2.8})$$

Las ecuaciones (A2.6) y (A2.8) pueden ser vistas como  $n+1$  ecuaciones lineales en las  $k_j$ 's. Las  $k_j$ 's no son todas cero. A partir de un teorema de álgebra lineal, las ecuaciones homogéneas (A2.6) y (A2.8) pueden ser consistentes sólo si

$$f_j (\mu_j - r) = \sum_i \lambda_i \sigma_{ij} f_j \quad (\text{A2.9})$$

o

$$\mu_j - r = \sum_i \lambda_i \sigma_{ij} \quad (\text{A2.10})$$

para algunas  $\lambda_i$  ( $1 < i < n$ ) que son dependientes sólo en las variables y el tiempo.

Substituyendo de las ecuaciones (A2.3) y (A2.4) en la ecuación (A2.9), obtenemos:

$$\frac{\partial f_j}{\partial t} + \sum_i \frac{\partial f_j}{\partial \theta_i} m_i \theta_i + \frac{1}{2} \sum_{i,k} \rho_{ik} s_i s_k \theta_i \theta_k \frac{\partial^2 f_j}{\partial \theta_i \partial \theta_k} - r f_j = \sum_i \lambda_i \frac{\partial f_j}{\partial \theta_i} s_i \theta_i$$

que se reduce a

$$\frac{\partial f_j}{\partial t} + \sum_i \theta_i \frac{\partial f_j}{\partial \theta_i} (m_i - \lambda_i s_i) + \frac{1}{2} \sum_{i,k} \rho_{ik} s_i s_k \theta_i \theta_k \frac{\partial^2 f_j}{\partial \theta_i \partial \theta_k} = r f_j$$

Dejando los subscritos a  $f$ , se deduce que cualquier valor cuyo precio,  $f$ , es contingente en las variables  $\theta_i$  ( $1 < i < n$ ) y el tiempo,  $t$ , satisface la ecuación diferencial de segundo orden

$$\frac{\partial f}{\partial t} + \sum_i \theta_i \frac{\partial f}{\partial \theta_i} (m_i - \lambda_i s_i) + \frac{1}{2} \sum_{i,k} \rho_{ik} s_i s_k \theta_i \theta_k \frac{\partial^2 f}{\partial \theta_i \partial \theta_k} = r f \quad (\text{A2.11})$$

La derivada particular que se obtiene es determinada por las condiciones de frontera impuestas en la ecuación (A2.11). Por ende, las utilidades esperadas al pronosticar con el modelo "GARCH" son de cero asumiendo un mundo neutral al riesgo.

### **3 Reflexiones sobre las bolsas de derivados**

Este Apéndice plantea algunas reflexiones sobre el propósito económico de las bolsas, sus estructuras incluyendo el caso mexicano, aspectos de supervisión, regulación prudencial, capitalización, tratamiento fiscal y contable así como las tendencias actuales de esta industria.

#### **Propósito económico**

Las bolsas de derivados cumplen principalmente con dos propósitos económicos: ofrecen instrumentos para distribuir riesgos y contribuyen en la formación y revelación de precios. En relación a instrumentos para distribuir riesgos, en México se cuenta con las coberturas cambiarias a corto plazo<sup>92</sup> y los contratos a futuro<sup>93</sup> y opciones, extrabursátiles que tienen como subyacente a tasas de interés nominal e "INPC"<sup>94</sup>, divisas<sup>95</sup> y algunos metales preciosos<sup>96</sup>, que operan los intermediarios autorizados por el Banco de México; títulos opcionales de índices, canastas y acciones<sup>97</sup> registrados en el Registro Nacional de Valores e Intermediarios que emiten los emisores que cumplen los requisitos establecidos por la "CNBV" y son operados por los intermediarios en la "BMV". Mientras que en el "CME", intermediarios mexicanos autorizados por Banco de México operan

---

<sup>92</sup> El 28 de noviembre de 1986, Banco de México emitió la Circular 83/86 donde describía las características que deberían regir el mercado de coberturas cambiarias a corto plazo. Cabe mencionar que en un principio se excluyó a las casas de bolsa como intermediarios dentro de este mercado. Actualmente la Circular 2008/94 numeral M.53 rige las operaciones de coberturas cambiarias a corto plazo.

<sup>93</sup> Actualmente, existe una muy baja operatividad en los mercados de coberturas cambiarias y de contratos a futuro extrabursátiles. También, aunque cumplen con el mismo propósito económico, en las coberturas se entrega/recibe el diferencial del precio pactado menos el "spot" observado a vencimiento y en los contratos a futuro extrabursátiles sobre dólares se entrega/recibe el total del tamaño del contrato pactado a vencimiento.

<sup>94</sup> Véase la Circular 67-94 de Banco de México.

<sup>95</sup> Véase la Circular 21-95 de Banco de México.

<sup>96</sup> Véase la Circular 2008/94 numeral M.52 de Banco de México.

<sup>97</sup> Véase la Circular 10-157 de la CNBV.

contratos de futuros y opciones sobre futuros, del peso, "IPC", Cetes a 28 y 91 días y TIE. Sobre revelación de precios, únicamente los títulos opcionales que cotizan en bolsa hacen transparente la formación de precios empero están limitados a que solo el emisor puede mantener posiciones cortas. Las bolsas de derivados, a diferencia de los mercados extrabursátiles, hacen homogéneo y reducen el riesgo crédito<sup>98</sup> al contar con una cámara de compensación y hacen más eficiente la formación de precios al revelar información disponible en todo momento. Las bolsas locales a diferencia de bolsas extranjeras son atractivas ya que minimizan el costo tipo de cambio al negociarse en moneda local, el tamaño de los contratos se diseña en función del tamaño de la industria local,<sup>99</sup> permiten entregas físicas de subyacentes no financieros, contribuyen al crecimiento de industrias paralelas y en ocasiones ofrecen ventajas fiscales comparativas como podría ser el caso de México.

### **Estructura y riesgo**

En términos generales, los mercados de derivados que cotizan en bolsa cuentan con cuatro componentes: la propia bolsa, la cámara de compensación, los liquidadores de la cámara y los operadores de la bolsa. Sin embargo, restricciones legales y entornos específicos por jurisdicciones hacen variada las estructuras de estos mercados. Generalmente, las bolsas y cámaras de compensación se constituyen como sociedades anónimas. Las cámaras de compensación pueden ser divisiones operativas dentro de las mismas bolsas, subsidiarias o entidades jurídicas independientes. Los miembros o socios de bolsas y cámaras pueden ser patrimoniales, y operar con distintas categorías de

---

<sup>98</sup> Véase Group of Thirty, *Study on: Derivatives, Practices and Principles* [1994].

<sup>99</sup> Aún cuando intermediarios financieros tomaran posiciones por cuenta propia de contratos con tamaños superiores a las necesidades de la industria local y los dividieran en tamaños mas pequeños para ofrecer coberturas a usuarios finales, el costo para el usuario final se incrementaría.

especialización. Ambos deben cumplir con requerimientos estatutarios y de registro, éticos y de capitalización entre otros. Los dueños de las bolsas son los socios o miembros conformados por intermediarios financieros, empresas en general y personas físicas ya que en ocasiones, las bolsas cotizan sus acciones en público. Los dueños de las cámaras son socios o miembros conformados por una o varias bolsas, intermediarios financieros, empresas en general y personas físicas. Todas las estructuras jurídicas cuentan con representación justa en los órganos de gobierno, con consejos y presidencias independientes a la de las bolsas de valores y con lineamientos mínimos de regulación prudencial.

La estructura, requerimientos y capital inicial sugerido para el caso de México<sup>100</sup>, es resultado de un estudio de bolsas en las dieciséis jurisdicciones<sup>101</sup> con mayor capitalización de contratos abiertos y se consideró como un esquema de transición que pudiera enriquecerse con la puesta en marcha del mercado, antes de proponer una Ley específica. La estructura de transición propuesta difiere de los casos que se estudiaron principalmente en dos aspectos: 1) La cámara y sus socios liquidadores se constituyen como fideicomisos, 2) Los socios operadores no pueden manejar garantías. Se pensó que en un inicio, la figura del fideicomiso daba mayor flexibilidad que la figura de la sociedad, para que se constituyan los participantes que manejen riesgos. Se pensó también como criterio prudencial, que en un principio únicamente entidades que cumplieran requisitos de capitalización altos deberían de manejar riesgos y

---

<sup>100</sup> El 31 de diciembre de [1996] la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, la Comisión Nacional Bancaria y de Valores y el Banco de México publicaron conjuntamente en el Diario Oficial de la Federación en la primera sección p.2, las "Reglas a las que habrán de sujetarse las sociedades y fideicomisos que intervengan en el establecimiento y operación de un mercado de futuros y opciones cotizados en bolsa".

<sup>101</sup> Estados Unidos (CFTC, SEC), Inglaterra (SIB), Francia (CONSOB), Japón (Ministerio de finanzas), Australia (ASC), Canadá (OSC, CVMQ), Hong Kong (SFC), Chile (SVS), Suecia (FSA), Nueva Zelanda (NZSC), Italia (CONSOB), España (CNMV), Argentina (CNV), Alemania (BAWe), Holanda (STE), Suiza (SFBC)

que con la experiencia esto se podría modificar más adelante. Por ende, se dejó al socio operador actuar solamente como comisionista.

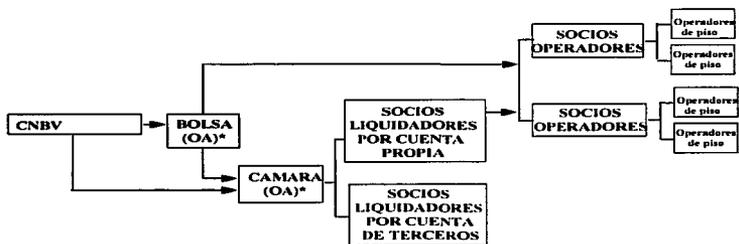
En lo que a riesgo respecta, la regulación prudencial que le compete emitir a la "CNBV", establece como requisitos, contar con: sistemas de administración de riesgo, capacitación técnica, sistemas de negociación, transferencia y manejo de garantías, red de seguridad en la cámara, requerimientos de fondo de compensación, fondo de garantías, procedimientos en caso de incumplimiento, entre otros. Por su parte, la cámara mantiene un capital constitutivo, un fondo de garantías de sus socios liquidadores y un fondo de compensación constituido por aportaciones de todos los socios liquidadores. Los socios liquidadores mantienen un capital constitutivo y la diferencia entre la garantía solicitada al cliente por el socio liquidador y la solicitada al socio liquidador por la cámara de compensación. La cámara solicita a los socios liquidadores garantías de acuerdo a la volatilidad de sus posiciones y una aportación al fondo de compensación de acuerdo al número de contratos abiertos, el socio liquidador puede solicitar a su vez mayores garantías a su cliente. En casos de incumplimiento por un socio liquidador, la cámara liquida sus posiciones o las transfiere a otro socio liquidador. En caso de que las garantías que la cámara obtuvo del socio liquidador no cubran el incumplimiento, la cámara mutualiza el riesgo entre todos los socios liquidadores utilizando las aportaciones del fondo de compensación.

### **Competencia regulatoria y supervisión**

En las dieciséis jurisdicciones estudiadas (excepto en Japón donde es el ministerio de finanzas), existe una agencia especializada que regula y supervisa las bolsas de derivados. Por su parte, los bancos centrales vigilan y en ocasiones regulan operaciones de derivados extrabursátiles cuando el subyacente está dentro del ámbito de su competencia, aunque

no intervienen de forma directa como lo hacen los reguladores en bolsas de derivados.

La regulación y supervisión de las bolsas de derivados se basa en un esquema de autorregulación como se muestra en la Figura A3.1 en donde la bolsa regula y supervisa la negociación de operaciones en el piso de remates y a la cámara de compensación.



\* Organismo Autorregulado

**Figura A3.1** Gráfica del proceso de autorregulación.

La cámara regula y supervisa a sus socios liquidadores, los socios liquidadores supervisan a los socios operadores y por último la "CNBV" regula y supervisa a la bolsa y cámara principalmente, sin excluir al resto del mercado de ser necesario.

Actualmente, la vigilancia e inspección que componen los programas de supervisión debe llevarse a cabo a todos los niveles de acuerdo al ámbito de competencia. De esta manera, se respetaron las facultades de las autoridades dentro de su ámbito de competencia mientras se definen en

una Ley específica. La "SHCP" autorizará reglamentos y contratos a operar, Banco de México vigila subyacentes dentro de su ámbito de competencia, mientras que la "CNBV" emite regulación prudencial, supervisa bolsas y cámaras de compensación y cuenta con poderes para suspender operaciones y sustituir integrantes del consejo de administración o comités técnicos entre otros. La supervisión por parte de la "CNBV" incluye el monitoreo de la formación de precios, la concentración de posiciones, la medición de posiciones grandes, reglas de conducta, capitalización, aspectos de liquidación y compensación, mecánica de las transacciones, segregación de responsabilidades y una adecuada administración de riesgos entre otras.

### **Regulación prudencial**

La operación de estos mercados es de interés nacional debido al impacto que tienen en la formación de precios de los productos que se negocian y a la infraestructura que generan a su alrededor. Por ende, la experiencia ha demostrado que es importante que las autoridades establezcan estándares mínimos de regulación prudencial que sirvan como base para que los organismos autorregulados desarrollen sus reglamentos. La autorregulación es un mecanismo en donde los denominados organismos autorregulados (Bolsas, Cámaras de compensación, Asociaciones de capacitación, etc.) asisten a las autoridades en diversas tareas. Algunos de los lineamientos contenidos dentro de las disposiciones de carácter prudencial que emite la "CNBV" se encuentran el de representación justa en los órganos de gobierno, programas de auditorías, reglas de capitalización<sup>102</sup>, procedimientos en caso de incumplimientos<sup>103</sup>, de

---

<sup>102</sup> Véase: Basle Committee on Banking and Supervision (BIS), *Basle Capital Accord*, julio de 1988.

<sup>103</sup> Véase: Organización Internacional de Comisiones de Valores (OICV), *Default Procedures*, marzo de 1996.

protección a los inversionistas<sup>104</sup>, de requerimientos de seguridad para las cámaras de compensación<sup>105</sup>, de documentación de actividades, de transparencia en la información<sup>106</sup> y de reglas de disciplina<sup>107</sup>.

### **Capitalización, tratamiento fiscal y contable.**

Generalmente, se establecen requerimientos de capital constitutivo para todos los participantes y de capitalización ponderada por riesgos<sup>108</sup> para aquéllos que asumen posiciones. En la cámara de compensación, los fondos de compensación y de garantías, sustituyen los requerimientos de capitalización ponderada por riesgos que establecen las autoridades. Los requerimientos de capital inicial para el caso mexicano, se muestran en la Tabla siguiente.

---

104 OICV, *Client Asset Protection*, agosto de 1996 - Futures Industry Association (FIA) Task force subcommittee, *Standardized format for exchange / clearinghouse information on market protection mechanisms, financial resources and default procedures*, junio de 1995.

105 Considérese: BIS, *An internal model based approach to market risk capital requirements*, julio [1994].

106 Véase: BIS *Proposal for improving global derivatives market statistics*, julio de 1996. - OICV *Public disclosure of banks and Securities firms trading and derivatives activities*, septiembre de 1996 - BIS-OICV *Framework for supervisory information about the derivatives activities of banks and Securities firms*, mayo de 1995 - OICV *Compliance information collection and data reporting compendium and chart*, junio de 1990.

107 Considérese: OICV *International conduct of business principles*, julio de 1990.

108 Por ejemplo: CNBV *Circular 10-210, Reglas para los requerimientos de capitalización de las casas de bolsa* emitida el 15 de julio [1996] en la primera sección del Diario Oficial, p.25 y BIS *Risk management guidelines for derivatives*, julio [1994b].

**Tabla A1.3**  
Estructura de Bolsas de futuros y opciones en México.

	<b>CAPITAL MÍNIMO</b>	<b>PARTICIPANTES</b>	<b>COMENTARIOS</b>
<b>BOLSA DE DERIVADOS (SOCIEDAD ANÓNIMA)</b>	4'000,000 UDIs	a) socios liquidadores b) socios operadores c) socios de la bolsa	Capital mínimo debe estar totalmente suscrito y pagado, integrado por acciones sin derecho a retiro
<b>SOCIOS LIQUIDADORES POR CUENTA PROPIA (FIDEICOMISO)</b>	El mayor de 2'500,000 UDIs o el 4% de la suma de las aportaciones iniciales mínimas por cada contrato abierto.	Instituciones de Crédito y Casas de Bolsa (fideicomitentes y fiduciarios sobre activos subyacentes autorizados a operar).	Hasta el 30% del patrimonio y el excedente de éste puede estar invertido en acciones de bolsas, constancias de derechos fiduciarios de la cámara de compensación y los demás que aprueben las autoridades. Se excluyen las aportaciones al fondo de compensaciones.
<b>SOCIOS LIQUIDADORES POR CUENTA DE TERCEROS (FIDEICOMISO)</b>	El mayor de 5'000,000 UDIs o el 8% de la suma de las aportaciones iniciales mínimas por contrato abierto	Banca de Desarrollo (fiduciaria independiente del activo subyacente a operar). Banca Múltiple (fiduciaria y fideicomitente independiente del activo subyacente a operar). Casas de bolsa (fiduciaria sobre activos autorizados a operar) Personas físicas (fideicomitentes sobre cualquier activo subyacente).	Hasta el 30% del patrimonio puede estar invertido en acciones de bolsas, constancias de derechos fiduciarios de cámaras de compensación y demás que aprueben las autoridades. Se excluyen las aportaciones al fondo de compensaciones.
<b>CAMARAS DE COMPENSACION (FIDEICOMISO)</b>	15'000,000 UDIs de patrimonio mínimo.	Banca múltiple (fiduciaria) Socios liquidadores (fideicomitentes)	Hasta el 10% del patrimonio mínimo puede estar invertido en activos que aprueben las autoridades.
<b>SOCIOS OPERADORES</b>	100,000 UDIs	Personas morales	

En lo fiscal, de adoptarse un tratamiento homogéneo al deducir y gravar ganancias de capital, se obtiene un juego de suma cero ya que las ganancias gravables son iguales a las pérdidas deducibles. Si bien el tratamiento fiscal puede constituir una ventaja competitiva para participantes que asumen posiciones, en la actualidad gran parte de estos participantes accesan vía "Off-shores" en mercados donde existen tasas impositivas. En México, el tratamiento fiscal aplicable para operaciones financieras derivadas está contemplado en el Código fiscal de la federación

(CFF), Ley del impuesto sobre la renta (ISR) y la Ley del impuesto al valor agregado (IVA). Dentro de los artículos mas relevantes del CFF, el 16-A define aquellas operaciones que se consideran como operaciones financieras derivadas entre ellas los futuros, opciones, coberturas y "swaps" y que se realizan en mercados reconocidos por la "SHCP". Las bolsas de futuros en México deben por ende ser reconocida por la "SHCP" para que pueda ser aplicable el régimen fiscal al que hace mención este apartado. Dentro del "ISR", el artículo 7-D distingue entre operaciones financieras derivadas de deuda y de capital. El artículo 7-A establece el "ISR" para efecto del pago de intereses ganados. El artículo 18-A establece la forma para determinar la ganancia acumulable o pérdida deducible, tratándose de operaciones financieras derivadas de capital para personas morales. El artículo 77 exenta del pago del "ISR" a las personas físicas, por aquellos ingresos obtenidos con motivo de la enajenación de acciones u otros títulos valor que se realicen a través de bolsa de valores autorizada o mercados de amplia bursatilidad que determine la "SHCP". En el 151-B se exceptúa del pago del impuesto a los ingresos que provengan de operaciones financieras derivadas, a residentes en el extranjero. Por otra parte, el artículo 25 fracción XX señala como no deducibles para las personas morales las pérdidas que se obtengan en operaciones financieras derivadas. Dentro de la ley del impuesto al valor agregado (IVA), el artículo 15 fracción XI, establece que no se pagará dicho impuesto tratándose de servicios que se deriven de operaciones financieras derivadas a que se refiere el artículo 16-A del Código Fiscal de la Federación, previamente señalado.

En lo referente a contabilidad de derivados, el "principio de revelación suficiente" es el punto medular. Se está de acuerdo con los enfoques hasta la fecha de los pronunciamientos del "Financial Accounting Standards

Board (FASB)" [FAS 52, 80, 105 y 119]<sup>109</sup>, del "Canadian Institute of Chartered Accountants Handbook" Sección [3050], el "International Accounting Standards Committee (IASC) [E48 y IAS 25]<sup>110</sup> y los recientes "Criterios de Contabilidad para Instituciones de Crédito" Párrafos [29,36 y 35] emitidos por la "CNBV"<sup>111</sup>, que establecen que los derivados se deben valorar en todo momento que se emitan estados financieros a precios de mercado o teóricos en su defecto y se deben registrar en el balance como activo o pasivo el efecto de la valuación y en el estado de resultados como utilidad o pérdida no realizables durante su vida. También, es importante mencionar que para el caso de México, el boletín A-8 con vigencia de enero de 1995 a la fecha publicado en los Principios de contabilidad generalmente aceptados del Instituto Mexicano de Contadores públicos, A.C., establece la aplicación supletoria de las normas internacionales de contabilidad (NIC o con las siglas en inglés IAS) que emite el "IASB", en ausencia de disposiciones de reglas mexicanas. En situaciones donde sea fácil reconocer posiciones de cobertura y especulación, las utilidades y pérdidas no realizables en posiciones de cobertura, se podrían llevar al capital contable y registrarse en el estado de resultados cuando se realicen. Empero, en jurisdicciones donde no sea fácil de reconocer, conviene una postura conservadora de registro a estado de resultados. También, la tendencia de incluir anexos a la información financiera revelando el tipo, tamaño, cantidad, vencimiento, etc. de las posiciones

---

<sup>109</sup> En un futuro, el FAS 80 va a ser sustituido por la propuesta de norma para *Contabilidad de derivados e instrumentos financieros y actividades de cobertura*, publicada el 20 de junio de 1996 por el FASB. También, el FAS 80 trata de subyacentes no financieros mientras que el FAS 52 da el tratamiento contable de subyacentes financieros.

<sup>110</sup> La norma internacional contable 25 establece la normatividad aplicable a las inversiones de manera genérica mientras que el proyecto de norma 48 propone de manera mas específica la normatividad contable aplicable a instrumentos financieros que incluye en los derivados, su reconocimiento como activos y pasivos, los métodos de valuación, cobertura, tratamientos alternativos y los requerimientos de revelación.

<sup>111</sup> La CNBV emitió criterios que homologan las prácticas contables entre intermediarios y con estándares internacionales para Instituciones de Crédito, Almacenadoras,

cortas y largas promueve la transparencia de transacciones de derivados en información financiera.

### **Competitividad**

El impacto de la tecnología y su consecuencia de adoptar sinergías como estrategia de competitividad es sin duda el futuro que la industria seguirá en las próximas décadas. Muestra de esto, en Alemania, sus ocho bolsas de valores (Frankfurt, Hanover, Hamburgo, Bremen, Berlín, Munich, Stuttgart y Dusseldorf) y la bolsa de futuros y opciones electrónica "Deutsche Termin Borse" (DTB) que cotiza acciones, índices y bonos, utilizan el mismo sistema electrónico de negociación "Autorouting System", y una sola entidad se encarga de la custodia y compensación de valores la "Deutsche Kassenverein AG" (DKV).

En Italia, los diez mercados de valores (Milán, Génova, Turín, Venecia, Boloña, Roma, Florencia, Palermo, Nápoles y Trieste) se fusionaron para crear la bolsa electrónica: "Sistema Telematico de Borse di Valeurs Italiane", mejor conocida como la bolsa de Milán. En este sentido, existen actualmente dos bolsas el "Milan Stock Exchange" (MSE) y el "Mercato Italiano di Futuri" (MIS.) La bolsa de valores MSE tiene un división llamada "Italian Derivatives Market" (IDEM) en donde se operan derivados sobre subyacentes negociados en "MSE" y en la bolsa de derivados MIS, se operan futuros y opciones de deuda gubernamental. Por su parte, las tres bolsas de valores en Suiza (Zurich, Basilea y Ginebra) se fusionaron para formar la bolsa de valores electrónica de Zurich (EBS) que empezó a operar en agosto de 96. En la actualidad, existen dos bolsas de valores la más grande "EBS" en Zurich y la de Berna (BSE) donde se negocian estrictamente valores y una bolsa de derivados "Swiss Options and

---

Arrendadoras, Factoraje y Casas de Cambio en las Circulares 1343 y 1349 para los últimos cuatro intermediarios, respectivamente.

Financial Futures Exchange" (SOFEX) donde se negocian futuros y opciones.

En España, las cuatro bolsas de valores y las dos bolsas de derivados utilizan el sistema de intercambio bursátil que es un mecanismo de negociación electrónico. También, la estructura accionaria se encuentra ligada entre las cuatro bolsas de valores y las dos bolsas de derivados. Francia tiene una bolsa de valores y dos bolsas de derivados: "MONEP" que opera opciones y "MATIF" que opera futuros, cada una con su respectiva cámara de compensación. Sin embargo, existe un proyecto para unir una sola cámara que le dé servicio a las dos bolsas de derivados.

En Holanda, existe la bolsa de valores de Amsterdam (ASE) creada en 1602 y tres bolsas de derivados "European Options Exchange, (se negocian opciones), Financial Futures Exchange (se negocian futuros) y Agricultural Futures Exchange (se negocian futuros de papa, elote, pepino y puercos vivos), (EOE, FDA y ATA respectivamente)". Actualmente, "EOE (creada en 1978) y FDA" son subsidiarias del grupo controlador EOE. Se espera que en 97, ASE y las tres bolsas de derivados pasen a ser subsidiarias de un nuevo grupo financiero. En los países nórdicos, la bolsa más importante de derivados la "OM Stockholm"<sup>112</sup>, empezó en 1995 a liquidar y compensar en su cámara de compensación transacciones de la bolsa de derivados de Finlandia "Suomen Optionmeklarit" (SO) y firmó acuerdos de cooperación con la bolsa de valores de Oslo (OSE) y la de Noruega (NOS) para establecer un sistema electrónico de negociación así como con la bolsa de electricidad Noruega-Suecia "Statnett Marked" para proveer un nuevo sistema de negociación.

---

<sup>112</sup> El OM Gruppen AB, esta conformado por 6 subsidiarias: "OM Stockholm, The OMLX Exchange que opera en Inglaterra, OM systems International, OM Technology, VPA y Lendtech". Fuente: OM Gruppen AB, Anual report 1996 Estocolmo Suecia.

En Brasil, las bolsas de derivados "BMOF y BBS", comparten con la bolsa de valores de Sao Paulo y la de Rio de Janeiro respectivamente, algunos sistemas de negociación. En Estados Unidos, diversas bolsas de derivados compensan y liquidan operaciones con una misma cámara de compensación la "Option Clearing Corporation" (OCC). Inglaterra por su parte, tiene 2 bolsa de valores "London Stock Exchange" y "Trade Point" y cuatro bolsas de derivados, "London International Financial Futures and Options Exchange, London Securities and Derivatives Exchange, London Metal Exchange, International Petroleum Exchange" (LIFE, OMLX, LME y IPE respectivamente). Tres bolsas de derivados compensan y liquidan en la "London Clearing House" mientras que "OMLX" tiene su propia cámara de compensación.

La integración motivada en gran parte por la tecnología, es un proceso irreversible y contundente que nos lleva a pensar que el éxito de los mercados ante la actual competencia se reduce a una cuestión de eficiencia.

#### 4 Resumen de los datos estudiados

"T-bills" (Fecha, tasa a 3 meses, 6 meses y 12 meses)

04/29/95	5.67	5.74	5.82	09/09/95	5.42	5.42	5.38	11/19/95	5.42	5.32	5.15	02/29/96	4.83	4.79	4.76	09/09/96	5.08	5.17	5.46
04/29/95	5.67	5.75	5.83	09/04/95	5.41	5.40	5.36	11/14/95	5.38	5.28	5.15	02/29/96	4.86	4.79	4.79	09/04/96	5.08	5.21	5.46
04/27/95	5.69	5.79	5.88	09/07/95	5.40	5.40	5.35	11/15/95	5.39	5.31	5.19	02/27/96	4.88	4.83	4.85	09/05/96	5.08	5.20	5.44
04/28/95	5.69	5.81	5.94	09/08/95	5.39	5.39	5.36	11/16/95	5.36	5.27	5.12	02/28/96	4.88	4.86	4.94	09/08/96	5.07	5.19	5.39
05/01/95	5.71	5.82	5.94	09/09/95	5.39	5.39	5.37	11/17/95	5.36	5.26	5.11	02/29/96	4.89	4.86	4.95	09/07/96	5.12	5.31	5.53
05/02/95	5.71	5.78	5.88	09/10/95	5.40	5.41	5.38	11/20/95	5.36	5.26	5.12	03/01/96	4.86	4.76	4.82	09/10/96	5.15	5.33	5.54
05/03/95	5.66	5.70	5.79	09/11/95	5.42	5.46	5.47	11/21/95	5.36	5.27	5.15	03/04/96	4.89	4.78	4.77	09/11/96	5.13	5.31	5.53
05/04/95	5.60	5.64	5.74	09/14/95	5.43	5.46	5.48	11/22/95	5.36	5.28	5.16	03/05/96	4.89	4.82	4.82	09/12/96	5.12	5.31	5.54
05/05/95	5.57	5.59	5.61	09/15/95	5.46	5.47	5.52	11/23/95	5.32	5.25	5.14	03/08/96	4.90	4.86	4.87	09/13/96	5.10	5.29	5.51
05/08/95	5.58	5.64	5.66	09/16/95	5.43	5.46	5.50	11/24/95	5.32	5.25	5.14	03/07/96	4.90	4.87	4.88	09/14/96	5.07	5.26	5.47
05/09/95	5.63	5.64	5.61	09/17/95	5.44	5.48	5.55	11/27/95	5.34	5.26	5.12	03/09/96	4.88	5.00	5.11	09/17/96	5.06	5.25	5.46
05/10/95	5.64	5.64	5.61	09/18/95	5.44	5.47	5.54	11/29/95	5.37	5.28	5.15	03/11/96	4.95	4.99	5.10	09/18/96	5.07	5.24	5.46
05/11/95	5.66	5.68	5.67	09/21/95	5.46	5.46	5.50	11/29/95	5.34	5.26	5.13	03/12/96	4.96	4.99	5.12	09/19/96	5.09	5.24	5.47
05/12/95	5.69	5.70	5.68	09/22/95	5.46	5.46	5.54	11/30/95	5.32	5.23	5.09	03/13/96	4.95	4.98	5.11	09/20/96	5.12	5.26	5.51
05/15/95	5.70	5.67	5.64	09/23/95	5.43	5.44	5.53	12/01/95	5.29	5.21	5.05	03/14/96	4.98	4.96	5.10	09/21/96	5.12	5.26	5.53

Precios a futuro observados 95-96 (Fecha, Fecha de vencimiento, precio)

04/26/96	9506	0.15690	08/03/95	9509	0.15770	11/10/95	9512	0.12450	02/22/96	9603	0.12970	05/31/96	9606	0.13260
04/26/96	9506	0.15900	08/04/95	9509	0.15770	11/13/95	9512	0.12000	02/23/96	9603	0.12990	06/03/96	9609	0.12510
04/27/96	9506	0.15600	08/07/95	9509	0.15760	11/14/95	9512	0.11760	02/26/96	9603	0.12990	06/04/96	9606	0.12540
04/28/96	9506	0.15570	08/08/95	9509	0.15780	11/15/95	9512	0.11930	02/27/96	9603	0.12968	06/05/96	9606	0.12488
05/01/96	9506	0.15700	08/09/95	9509	0.15813	11/16/95	9512	0.12350	02/28/96	9603	0.12920	06/06/96	9606	0.12470
05/02/96	9506	0.15870	08/10/95	9509	0.15810	11/17/95	9512	0.12450	02/29/96	9603	0.12930	06/07/96	9606	0.12445
05/03/96	9506	0.15980	08/11/95	9509	0.15820	11/20/95	9512	0.12450	03/01/96	9606	0.11960	06/10/96	9606	0.12340
05/04/96	9506	0.16000	08/14/95	9509	0.15850	11/21/95	9512	0.12460	03/04/96	9606	0.11940	06/11/96	9606	0.12270
05/05/96	9506	0.16030	08/15/95	9509	0.15850	11/22/95	9512	0.12520	03/05/96	9606	0.11903	06/12/96	9606	0.12270
05/08/96	9506	0.16090	08/16/95	9509	0.15800	11/24/95	9512	0.12700	03/06/96	9606	0.11910	06/13/96	9606	0.12285
05/09/96	9506	0.16050	08/17/95	9509	0.15770	11/27/95	9512	0.12680	03/07/96	9606	0.11960	06/14/96	9606	0.12363
05/10/96	9506	0.16010	08/18/95	9509	0.15690	11/28/95	9512	0.12790	03/08/96	9606	0.11910	06/17/96	9606	0.12410
05/11/96	9506	0.16160	08/21/95	9509	0.15780	11/29/95	9512	0.13140	03/11/96	9606	0.11920	06/18/96	9606	0.12480
05/12/96	9506	0.16080	08/22/95	9509	0.15650	11/30/95	9512	0.13020	03/12/96	9606	0.11930	06/19/96	9606	0.12560
05/15/96	9506	0.16100	08/23/95	9509	0.15570	12/01/95	9603	0.11870	03/13/96	9606	0.11970	06/20/96	9606	0.12490
05/16/96	9506	0.16120	08/24/95	9509	0.15560	12/04/95	9603	0.11820	03/14/96	9606	0.12000	06/21/96	9606	0.12440
05/17/96	9506	0.16200	08/25/95	9509	0.15560	12/05/95	9603	0.11670	03/15/96	9606	0.12010	06/24/96	9606	0.12378

Cetes (Fecha, días a vencimiento, tasa)

04/2/95	55	65.71%	09/09/95	101	48.02%	04/27/95	235	51.48%	09/07/95	133	38.08%	11/14/95	34	64.13%	07/03/95	259	41.83%
04/26/95	54	68.05%	09/12/95	98	49.25%	04/28/95	234	50.23%	09/09/95	132	37.46%	11/15/95	33	58.13%	07/05/95	257	41.03%
04/27/95	53	64.20%	09/13/95	97	49.19%	05/01/95	231	50.08%	09/09/95	131	37.02%	11/16/95	32	58.50%	07/05/95	255	41.03%
04/28/95	52	64.08%	09/14/95	95	48.59%	05/02/95	230	49.98%	09/10/95	130	36.81%	11/17/95	31	55.23%	07/07/95	255	39.70%
05/01/95	49	65.22%	09/15/95	95	47.25%	05/03/95	229	49.91%	09/11/95	129	37.34%	11/20/95	28	55.03%	07/10/95	252	39.20%
05/02/95	48	65.10%	09/16/95	94	46.21%	05/04/95	228	49.84%	09/14/95	126	36.67%	11/21/95	27	55.00%	07/11/95	251	38.83%
05/03/95	47	66.80%	09/19/95	91	43.30%	05/05/95	227	49.77%	09/15/95	125	36.18%	11/22/95	25	53.40%	07/12/95	250	39.76%
05/04/95	46	60.83%	09/20/95	90	43.25%	05/08/95	224	49.57%	09/16/95	124	36.60%	11/24/95	24	42.00%	07/13/95	249	38.51%
05/05/95	46	60.73%	09/21/95	89	46.88%	05/09/95	223	49.39%	09/17/95	123	36.87%	11/27/95	21	50.58%	07/14/95	248	38.94%
05/08/95	42	60.03%	09/22/95	88	46.47%	05/10/95	222	49.43%	09/18/95	122	36.23%	11/28/95	20	50.47%	07/17/95	245	38.72%
05/09/95	41	61.12%	09/23/95	87	46.41%	05/11/95	221	49.39%	09/21/95	119	35.58%	11/29/95	19	50.68%	07/18/95	244	39.71%
05/10/95	40	61.17%	09/26/95	84	43.43%	05/12/95	220	49.23%	09/22/95	118	36.62%	11/30/95	18	50.58%	07/19/95	243	39.01%
05/11/95	39	57.38%	09/27/95	83	43.37%	05/15/95	217	44.08%	09/23/95	117	35.90%	12/01/95	17	48.28%	07/20/95	242	37.72%
05/12/95	38	59.79%	09/29/95	82	43.17%	05/16/95	216	48.43%	09/24/95	116	36.62%	12/04/95	14	46.00%	07/21/95	241	39.67%
05/15/95	36	58.70%	09/29/95	81	43.12%	05/17/95	215	48.98%	09/25/95	115	36.13%	12/05/95	13	47.00%	07/24/95	238	36.92%

"Standard and Poor's 500" (Fecha, indice)

01-01-75	68.56	04-09-75	82.84	07-16-75	94.61	10-22-75	90.71	01-29-76	98.53	05-05-76	100.86	08-11-76	104.06
01-02-75	70.23	04-10-75	83.77	07-17-75	93.63	10-23-75	91.24	01-29-76	100.11	05-05-76	101.16	08-12-76	104.22
01-03-75	70.71	04-11-75	84.18	07-18-75	93.20	10-24-75	89.83	01-30-76	100.86	05-07-76	101.88	08-13-76	104.25
01-05-75	71.07	04-14-75	85.60	07-21-75	92.44	10-27-75	89.73	02-02-76	100.87	05-10-76	103.10	08-16-76	104.43
01-07-75	71.02	04-15-75	86.30	07-22-75	91.45	10-28-75	90.51	02-03-76	101.18	05-11-76	102.95	08-17-76	104.80
01-08-75	70.04	04-16-75	86.60	07-23-75	90.18	10-29-75	89.39	02-04-76	101.91	05-12-76	102.77	08-18-76	104.56
01-09-75	71.17	04-17-75	87.25	07-24-75	90.07	10-30-75	89.31	02-05-76	100.39	05-13-76	102.16	08-19-76	103.39
01-10-75	72.61	04-18-75	86.30	07-25-75	89.29	10-31-75	89.04	02-05-76	99.46	05-14-76	101.34	08-20-76	102.37
01-13-75	72.31	04-21-75	87.23	07-28-75	88.69	11-03-75	88.09	02-09-76	99.62	05-17-76	101.09	08-23-76	101.96
01-14-75	71.68	04-22-75	87.09	07-29-75	88.19	11-04-75	88.51	02-10-76	100.47	05-18-76	101.26	08-24-76	101.27
01-15-75	72.14	04-23-75	86.12	07-30-75	88.83	11-05-75	88.15	02-11-76	100.77	05-19-76	101.18	08-25-76	102.03
01-16-75	72.05	04-24-75	86.04	07-31-75	88.75	11-05-75	88.56	02-12-76	100.25	05-20-76	101.20	08-26-76	101.32
01-17-75	70.95	04-25-75	86.62	08-01-75	87.99	11-07-75	89.33	02-13-76	99.67	05-21-76	101.26	08-27-76	101.48
01-20-75	71.08	04-28-75	86.23	08-04-75	87.15	11-10-75	89.34	02-16-76	99.67	05-24-76	99.44	08-30-76	102.07
01-21-75	70.70	04-29-75	86.64	08-05-75	86.23	11-11-75	89.87	02-17-76	99.05	05-25-76	99.49	08-31-76	102.91

Precios a futuro observados 72-85 (Fecha, Fecha de vencimiento, precio)

03/02/73	7306	0.07986	01/21/74	7403	0.07870	05/25/74	7409	0.07960	11/08/74	7412	0.07960	02/27/75	7503	0.07960
03/12/73	7306	0.07946	01/22/74	7403	0.07904	05/26/74	7409	0.07966	11/07/74	7412	0.07977	02/28/75	7503	0.07984
03/15/73	7306	0.07930	01/23/74	7403	0.07905	05/27/74	7409	0.07968	11/12/74	7412	0.07982	03/03/75	7506	0.07962
03/28/73	7306	0.07930	01/24/74	7403	0.07905	07/02/74	7409	0.07980	11/13/74	7412	0.07984	03/04/75	7506	0.07966
03/28/73	7306	0.07900	01/25/74	7403	0.07875	07/03/74	7409	0.07900	11/14/74	7412	0.07984	03/05/75	7506	0.07967
04/27/73	7306	0.07962	01/28/74	7403	0.07920	07/05/74	7409	0.07969	11/15/74	7412	0.07988	03/07/75	7506	0.07962
05/09/73	7306	0.07940	01/29/74	7403	0.07939	07/09/74	7409	0.07960	11/18/74	7412	0.07980	03/10/75	7506	0.07962
05/23/73	7306	0.07966	01/30/74	7403	0.07960	07/10/74	7409	0.07969	11/19/74	7412	0.07982	03/11/75	7506	0.07968
06/14/73	7309	0.07975	01/31/74	7403	0.07960	07/11/74	7409	0.07941	11/22/74	7412	0.07987	03/12/75	7506	0.07968
06/21/73	7309	0.07975	02/05/74	7403	0.07960	07/15/74	7409	0.07960	11/25/74	7412	0.07980	03/13/75	7506	0.07973
07/20/73	7309	0.07980	02/06/74	7403	0.07960	07/16/74	7409	0.07960	11/27/74	7412	0.07987	03/14/75	7506	0.07975
07/23/73	7309	0.07980	02/07/74	7403	0.07979	07/18/74	7409	0.07960	11/29/74	7412	0.07985	03/17/75	7506	0.07976
07/24/73	7309	0.07980	02/08/74	7403	0.07966	07/19/74	7409	0.07961	12/02/74	7503	0.07966	03/18/75	7506	0.07976
08/21/73	7309	0.07987	02/11/74	7403	0.07980	07/22/74	7409	0.07968	12/03/74	7503	0.07966	03/19/75	7506	0.07972
08/04/73	7312	0.07940	02/13/74	7403	0.07980	07/23/74	7409	0.07960	12/04/74	7503	0.07964	03/20/75	7506	0.07977

Precios de opciones observados 95-96 (Fecha, Fecha de vencimiento, call/put, precio de ejercicio, volatilidad implícita, precio opción)

04/27/95	06/17/95	C	0.18000	35.00%	0.00140	05/25/95	06/17/95	C	0.16000	0.16000	0.00300
04/27/95	06/17/95	P	0.13000	36.00%	0.00090	05/25/95	06/17/95	C	0.17000	0.17000	0.00040
04/27/95	06/17/95	P	0.14000	36.00%	0.00250	05/25/95	06/17/95	P	0.14000	0.37000	0.00050
04/28/95	06/17/95	C	0.18000	33.00%	0.00120	05/30/95	06/17/95	P	0.16000	0.41000	0.00750
05/01/95	06/17/95	C	0.18000	36.00%	0.00160	04/27/95	09/16/95	C	0.15000	0.51000	0.00650
05/02/95	06/17/95	C	0.17000	28.00%	0.00240	05/02/95	09/16/95	C	0.15000	0.32000	0.00900
05/02/95	06/17/95	P	0.13000	32.00%	0.00050	05/26/95	09/16/95	P	0.13000	0.33000	0.00400
05/03/95	06/17/95	C	0.17000	34.00%	0.00370	05/30/95	09/16/95	C	0.15000	0.36000	0.00800
05/03/95	06/17/95	P	0.14000	33.00%	0.00110	05/23/95	09/16/95	P	0.13000	0.41000	0.00400
05/03/95	06/17/95	P	0.16000	33.00%	0.00750	05/23/95	09/16/95	C	0.14000	0.30000	0.01300
05/06/95	06/17/95	P	0.13000	38.00%	0.00050	07/05/95	09/16/95	C	0.13000	0.26000	0.02100
05/09/95	06/17/95	P	0.17000	26.00%	0.01150	07/11/95	09/16/95	C	0.15000	0.28000	0.00940
05/17/95	06/17/95	P	0.14000	28.00%	0.00040	07/12/95	09/16/95	C	0.15500	0.24000	0.00650
05/22/95	06/17/95	P	0.15000	25.00%	0.00050	08/23/95	09/16/95	P	0.13000	0.15000	0.00010
05/24/95	06/17/95	C	0.18000	8.00%	0.00010	05/19/95	12/16/95	C	0.13000	0.33000	0.01750

Tipo de cambio Dólar / Peso 95-96 (Fecha, precio)

04/25/95	0.16978	05/18/95	0.16920	06/09/95	0.16103	06/29/95	0.15974	07/20/95	0.16260	08/10/95	0.16273
04/26/95	0.17182	05/19/95	0.16892	06/09/95	0.15898	06/30/95	0.15974	07/21/95	0.16393	08/11/95	0.16271
04/27/95	0.16892	05/22/95	0.16835	06/12/95	0.16129	07/03/95	0.16000	07/24/95	0.16300	08/14/95	0.16273
04/28/95	0.16835	05/23/95	0.16667	06/13/95	0.16155	07/04/95	0.15936	07/25/95	0.16327	08/15/95	0.16247
05/02/95	0.17065	05/24/95	0.16584	06/14/95	0.16129	07/05/95	0.15949	07/26/95	0.16380	08/16/95	0.16194
05/03/95	0.17094	05/25/95	0.16420	06/15/95	0.16155	07/06/95	0.16077	07/27/95	0.16407	08/17/95	0.16051
05/04/95	0.17036	05/26/95	0.16181	06/16/95	0.16103	07/07/95	0.16234	07/28/95	0.16367	08/18/95	0.16013
05/08/95	0.17123	05/29/95	0.16155	06/19/95	0.16103	07/10/95	0.16393	07/31/95	0.16367	08/21/95	0.16090
05/09/95	0.16949	05/30/95	0.16103	06/20/95	0.15974	07/11/95	0.16313	08/01/95	0.16300	08/22/95	0.15936
05/10/95	0.16892	05/31/95	0.16129	06/21/95	0.15924	07/12/95	0.16393	08/02/95	0.16353	08/23/95	0.15686
05/11/95	0.16863	06/01/95	0.16129	06/22/95	0.16051	07/13/95	0.16598	08/03/95	0.16287	08/24/95	0.15835
05/12/95	0.16793	06/02/95	0.16155	06/23/95	0.15974	07/14/95	0.16625	08/04/95	0.16287	08/25/95	0.15798
05/15/95	0.16750	06/05/95	0.16353	06/26/95	0.15974	07/17/95	0.16611	08/07/95	0.16267	08/28/95	0.15810
05/16/95	0.16807	06/06/95	0.16367	06/27/95	0.15898	07/18/95	0.16488	08/08/95	0.16287	08/29/95	0.15879
05/17/95	0.16906	06/07/95	0.16155	06/28/95	0.15936	07/19/95	0.16380	08/09/95	0.16287	08/30/95	0.15911

Tipo de cambio Dólar / Peso 72-85 (Fecha, precio)

08/05/76	0.08000	08/26/76	0.08000	09/23/76	0.05025	10/15/76	0.05025	11/10/76	0.04073	12/03/76	0.04545
08/06/76	0.08000	08/27/76	0.08000	09/24/76	0.05025	10/18/76	0.05025	11/11/76	0.04077	12/06/76	0.04545
08/09/76	0.08000	08/30/76	0.08000	09/27/76	0.05025	10/19/76	0.05025	11/12/76	0.04077	12/07/76	0.04819
08/10/76	0.08000	08/31/76	0.08000	09/28/76	0.05025	10/20/76	0.05025	11/15/76	0.04112	12/08/76	0.04878
08/11/76	0.08000	09/08/76	0.04854	09/29/76	0.05025	10/21/76	0.05025	11/16/76	0.04112	12/09/76	0.04878
08/12/76	0.08000	09/09/76	0.04878	09/30/76	0.05025	10/22/76	0.05025	11/17/76	0.04112	12/10/76	0.04878
08/13/76	0.08000	09/10/76	0.04878	10/01/76	0.05025	10/25/76	0.05025	11/18/76	0.04112	12/13/76	0.04914
08/16/76	0.08000	09/13/76	0.05025	10/04/76	0.06025	10/28/76	0.05025	11/19/76	0.04112	12/14/76	0.04902
08/17/76	0.08000	09/14/76	0.05025	10/05/76	0.06025	10/29/76	0.03999	11/23/76	0.03704	12/15/76	0.04902
08/18/76	0.08000	09/15/76	0.05025	10/08/76	0.06025	11/01/76	0.03917	11/24/76	0.04000	12/16/76	0.04926
08/19/76	0.08000	09/16/76	0.05025	10/08/76	0.05025	11/03/76	0.03902	11/26/76	0.04167	12/17/76	0.04963
08/20/76	0.08000	09/17/76	0.05025	10/11/76	0.05025	11/04/76	0.04011	11/29/76	0.04167	12/20/76	0.04960
08/23/76	0.08000	09/20/76	0.05025	10/12/76	0.05025	11/05/76	0.04027	11/30/76	0.04348	12/21/76	0.04960
08/24/76	0.08000	09/21/76	0.05025	10/13/76	0.05025	11/08/76	0.04027	12/01/76	0.04545	12/22/76	0.04975
08/25/76	0.08000	09/22/76	0.05025	10/14/76	0.05025	11/09/76	0.04034	12/02/76	0.04545	12/23/76	0.04975

# GLOSARIO

## 1 Notación matemática

- $a$ : Tasa de crecimiento de un activo subyacente en un mundo libre de riesgo en modelos binomiales durante el tiempo  $\Delta t$ .
- $a_t$ : Error aleatorio.
- $A$ : En el capítulo 3, es la esperanza del valor absoluto de los rendimientos. En el capítulo 4 se hace referencia a los valores actuales observados.
- $\hat{b}$ : Estimador del parámetro de simetría,  $b$ , de la distribución de los retornos  $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ .
- $c$ : Costo de una transacción de compra o venta. En el capítulo 6 se refiere al precio de una opción "call".
- $d$ : Tasa de descuento. En el capítulo 6, sección 6.3 es el movimiento proporcional a la baja en el modelo binomial. (Si  $d=0.9$ , el valor de la variable se mueve al 90% de su valor previo al ocurrir un movimiento a la baja).
- $dS$ : Proceso estocástico de los retornos.
- $dV$ : Proceso estocástico de la varianza de los retornos.
- $dw$  y  $dz$ : Procesos de Wiener.
- $ECM$ : Error cuadrático medio.
- $EP$ : Error de predicción.

- $f$ :** Valor del contrato de futuros. En el capítulo 5 es el pronóstico de los retornos.
- $f_j$ :** En el Apéndice 2 es el precio del  $j$ -ésimo valor.
- $F$ :** Precio a futuro estimado.
- $G$ :** Tasa compuesta histórica anual.
- $H$ :** Número de corridas observadas.
- $\hat{k}$ :** Estimador del parámetro de curtosis,  $k$ , de la distribución de los retornos  $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ .
- $k$ :** En el capítulo 3, sección 3.6 se refiere al número de rezagos. En el capítulo 4 es el precio acordado en un contrato de futuros. En el capítulo 5 es el pronóstico estandarizado de los retornos.
- $k_1$ :** Parámetro que controla el comienzo de una transacción en la regla de negociación.
- $k_2$ :** Parámetro que controla el conclusión de una transacción en la regla de negociación.
- $k_j$ :** En el Apéndice 2, es el monto del  $j$ -ésimo valor en el portafolio.
- $K$ :** Estadístico de la prueba de corridas para la aleatoriedad.
- $KW$ :** Estadístico de Kruskal-Wallis para contrarrestar la hipótesis de que  $n$  muestras provienen de una misma población.
- $M_t$ :** Garantía inicial en un tiempo  $t$ .

$n_1$ : En el capítulo 3, sección 3.6,  $n_1$  es el número de retornos positivos en una serie.

$n_2$ : En el capítulo 3, sección 3.6,  $n_2$  es el número de retornos iguales a cero en una serie.

$n_3$ : En el capítulo 3, sección 3.6,  $n_3$  es el número de retornos negativos en una serie.

$N$ : Número de observaciones o de días.

$N(\cdot)$ : Función de distribución acumulada de densidad de una variable normal.

$p$ : Probabilidad de un movimiento a la alza en modelos binomiales. En el capítulo 6, describe el precio de una opción "put". En la ecuación 4.6 es el precio de cualquier opción.

$P$ : Valores pronosticados.

$P_i$ : Precio inicial de la transacción  $i$ .

$q$ : Dividendos.

$Q^*$ : Estadístico de la prueba de Box y Ljung.

$Q_i$ : Precio en el que concluye la transacción  $i$ .

$r$ : Tasa local de interés libre de riesgo.

$r_f$ : Tasa extranjera de interés libre de riesgo.

$r_t$ : Tasa libre de riesgo en un tiempo  $t$ .

$r_k$ : Autocorrelación de los retornos con  $k$  rezagos.

$r_{r,x}$ : Autocorrelaciones de los retornos.

$r_{r, |x|}$ : Autocorrelaciones de los valores absolutos de los retornos.

$r_{r,x^2}$ : Autocorrelaciones de los valores cuadrados de los retornos.

$s$ : Estimador del parámetro de la desviación estándar,  $\sigma$ , de la distribución de los retornos  $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ .

$s^2$ : Estimador del parámetro de varianza,  $\sigma^2$ , de la distribución de los retornos  $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ .

$S$ : Precio del activo subyacente.

$S_t$ : Valor de  $S$  en un tiempo  $t$ .

$S^*$ : Estadístico de Taylor para medir caminata aleatoria.

$t$ : En el capítulo 3, sección 3.3, se refiere al estadístico  $t$  de Student. Sin embargo, en el resto de la investigación se refiere a un momento actual en el tiempo.

$T$ : Tiempo en el que vence un derivado.

$T^*$ : Estadístico de Taylor para medir caminata aleatoria.

$u$ : Movimiento proporcional a la alza en el modelo binomial. (Si  $u=1.2$  esto indica que la variable incrementa su valor en un 20% cuando se da un movimiento a la alza).

$V$ : Varianza instantánea del proceso.

$W$ : Riqueza del tenedor de un portafolio.

$\bar{x}$ : Estimador del parámetro de la media,  $\mu$ , de la distribución de los retornos  $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ .

- $X$ : Precio de ejercicio de una opción.
- $X_t$ : Retornos vistos desde un enfoque de proceso estocástico discreto en valor y tiempo con media  $\mu$  y desviación estándar  $\sigma$ .
- $Z_t$ : Precio observado en el tiempo  $t$ .
- $\beta$ : Beta de un derivado o de un portafolio de derivados.
- $\Gamma$ : Gama de un derivado o de un portafolio de derivados.
- $\delta$ : Parámetro constante estimado que depende de  $S$ ,  $\sigma$  y  $t$  y minimiza los residuales cuadrados del pronóstico. Mide la proporcionalidad del proceso estocástico con  $S$ .
- $\Delta$ : Delta de un derivado o de un portafolio de derivados.
- $\Delta x$ : Cambio pequeño en cualquier variable  $x$ .
- $\epsilon$ : Muestra aleatoria de una distribución normal estandarizada.
- $\nabla \log Z_t$ : La diferencia del logaritmo de  $Z_{t+1}$  menos el logaritmo de  $Z_t$ .
- $\theta_i$ :  $i$ -ésima variable subyacente de un derivado.
- $\Theta$ : Theta de un derivado o de un portafolio de derivados.
- $\lambda_i$ : Precio de mercado del riesgo de la variable  $i$ .
- $\mu$ : Media aritmética de una población. En la ecuación 4.4b se refiere a un parámetro constante estimado que mide la rapidez del proceso estocástico en regresar a la media y depende de  $V$ ,  $\xi$  y  $t$ .

- $\mu_i$ : En el Apéndice 2 es la tasa de crecimiento esperada de  $\theta_i$ .
- $\pi$ : Parámetro igual a 1 para posiciones largas ó -1 para posiciones cortas.
- $\Pi$ : Valor del portafolio.
- $\phi$ : En la ecuación 4.4a es un parámetro constante estimado que mide la rapidez del proceso estocástico en regresar a la media y depende de  $S$ ,  $\sigma$  y  $t$ .
- $\rho$ : Coeficiente de correlación entre  $dz$  y  $dw$ .
- $\sigma$ : Desviación estándar de una población. En la ecuación 4.4a es la varianza instantánea del proceso.
- $\sigma^2$ : Varianza de una población.
- $\xi$ : En la ecuación 4.4b es la varianza instantánea del proceso y depende de  $\sigma$ ,  $t$  y  $S$ .

## **2 Terminología**

**Activo(s) Subyacente(s) o Subyacente(s):** Aquel bien o índice de referencia, objeto de un Contrato de Futuro o de un Contrato de Opción, concertado en la bolsa.

**Autocorrelación(es):** La correlación interna entre los Retornos separados por un intervalo de tiempo constante.

**Cámara(s) de Compensación:** A la división operativa del "CME" que tiene por fin compensar y liquidar, entre otros, Contratos de Futuros y Contratos de Opciones, así como actuar como contraparte en cada operación que se celebre en la Bolsa.

**"Chicago Mercantile Exchange (CME)":** A la bolsa que tiene como objeto proveer las instalaciones y demás servicios para que se coticen y negocien, entre otros, los Contratos de Futuros sobre el peso mexicano y los Contratos de Opciones sobre Futuros del peso mexicano.

**Contrato(s) de Futuro(s) o Futuro(s):** Aquel contrato estandarizado en plazo, monto, cantidad y calidad, entre otros, para comprar o vender un Activo Subyacente, a un cierto precio, cuya liquidación se realizará en una fecha futura.

**Contrato(s) de Opción(es) sobre Futuro(s) u Opción(es) sobre Futuro(s):** Aquel contrato estandarizado en el cual el comprador mediante el pago de una prima adquiere del vendedor el derecho, pero no la obligación, de comprar "call" o vender "put" un Contrato de Futuro a un precio pactado (precio de ejercicio) en una fecha futura, y el vendedor se obliga a vender o comprar según corresponda, el Contrato de Futuro al precio convenido.

**Dentro del Dinero:** Término utilizado para describir un Contrato de Opción que tiene un valor positivo en caso de que el comprador o el vendedor ejerzan su derecho comprar/vender o vender/comprar un Activo Subyacente a un precio pactado en una fecha futura.

**Derivado(s):** Instrumento financiero cuyo valor depende del valor de una o más variables básicas llamadas Subyacente. Los principales tipos de Derivados son: Futuros, Opciones, Contratos adelantados y Swaps.

**En el Dinero:** Término utilizado para describir un Contrato de Opción cuyo precio pactado (precio de ejercicio) es igual al precio del Activo Subyacente.

**Exceso(s) de Retorno:** Parámetro que mide Rendimientos mayores a los ofrecidos por la tasa libre de riesgo.

**Fecha de Inicio:** Al día en que se inicia la cotización en la Bolsa de un Contrato de Opción o un Contrato de Futuro.

**Fecha de Liquidación:** Al día en que se extinga una operación de un Contrato de Opción o un Contrato de Futuro, que hubiere sido celebrada en Bolsa, por la celebración de una operación contraria.

**Fecha de Vencimiento:** Al día en que se extinga una operación de un Contrato de Opción o un Contrato de Futuro, que hubiere sido celebrada en Bolsa, por haber vencido el plazo pactado.

**Fuera del Dinero:** Término utilizado para describir un Contrato de Opción que tiene un valor negativo en caso de que el comprador o el vendedor ejerzan su derecho comprar/vender o vender/comprar un Activo Subyacente a un precio pactado en una fecha futura.

**Garantía(s):** Valor o efectivo que procura el cumplimiento de las obligaciones derivadas de los Contratos de Futuros o Contratos de Opciones.

**Precio(s) a Futuro Estimado(s):** Precio teórico de un Contrato de Futuro.

**Precio(s) a Futuro Observado(s):** Precio al que se celebra una operación en la Bolsa, de un Contrato de Futuro.

**Proceso Estocástico:** Familia de variables aleatorias asociadas a un conjunto Índice de números reales, de forma tal que a cada elemento del conjunto le corresponde una y sólo una variable aleatoria.

**Pronóstico Estandarizado de los Retornos:** Resultado, estandarizado como  $N(0,1)$ , de tratar de conocer los Retornos a futuro.

**Prueba de Condición Necesaria:** Investigación que es menester indispensablemente, o hace falta para lo que se necesita probar.

**Prueba de Condición Suficiente:** Investigación que basta para lo que se necesita probar.

**Rendimiento(s):** Proporción entre el producto o el resultado obtenido y los medios utilizados.

**Retorno(s):** A la diferencia del logaritmo de un Precio a Futuro Observado en un período de tiempo  $t+1$  y el logaritmo de un Precio a Futuro Observado en un período de tiempo  $t$ .

**Valor del Dinero en el Tiempo:** El impacto que tiene el paso del tiempo sobre un capital al que se van acumulando sus réditos para que produzca otros.

## **BIBLIOGRAFIA**

Ashley R., Granger, CWJ y Schmalensee, R. "Advertising and aggregate consumption: An analysis of causality", [1980] *Econometrica* 48.

Baillie, R.T. y Bollerslev, T. "The message in daily Exchange rates: A conditional-variance tale", [1989] *Journal of Business and Economic Statistics* 7.

Banco de México, *Carpeta de Indicadores Económicos*, [1996] marzo y diciembre.

\*\*\*\*\* *Circular 21-95.*

\*\*\*\*\* *Circular 67-94.*

\*\*\*\*\* *Circular 83/86.*

\*\*\*\*\* *Circular 2008/94 numerales M.53 y M.52.*

Bank for International Settlements (BIS), *An internal model based approach to market risk capital requirements*, julio [1994a]. Basilea, Suiza.

\*\*\*\*\* *Proposal for improving global derivatives market statistics*, julio [1996].

\*\*\*\*\* *Risk management guidelines for derivatives*, julio [1994b].

\*\*\*\*\* *Clearing arrangements for exchange-traded derivatives*, diciembre [1996].

Bank for International Settlements - Organización Internacional de Comisiones de Valores, *Framework for supervisory information about the derivatives activities of banks and Securities firms*, mayo [1995] Basilea, Suiza.

Basle Committee on Banking and Supervision, *Basle Capital Accord*, julio [1988] Basilea, Suiza.

Bhattacharya, S. y Constantinides, G. Theory of valuation, [1989] NJ, USA Romman and Littlefield.

Black, F. "The pricing of commodity contracts", enero [1976] *Journal of Financial Economics*.

Blume, Marshal. "The assessment of portfolio performance", [1968] PhD. disertación. University of Chicago, Graduate School of Business.

\*\*\*\*\* "Portfolio theory, a step toward its practical application", abril [1970], *Journal of Business*.

Bodie, Z. y Rosansky, V.I. "Risk return in commodity futures", [1980] *Financial Analysts Journal*, mayo-junio.

Bolsa Mexicana de Valores (BMV), Algoritmos para la valuación de los Instrumentos de deuda, Dirección de información y estadística, [1996] 7. México, D.F.

Box, G. y Jenkins, G. Time series analysis, forecasting and control, [1931] San Fransisco, USA.

Boyle, P.P "Options: A Monte Carlo Approach", [1977] *Journal of Financial Economics* 4.

Canadian Institute of Chartered Accountants (CICA), *Handbook*, sección [3050], párrafo 27-48, Toronto, Canadá.

Chance, D.M. "A semistrong form of market efficiency of the treasury bond futures market", [1985] *Journal of Futures Market* 3.

Cheng, P.L. "Unbiased estimators of long-run expected returns revisited", [1984] *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 19.

Chicago Mercantile Exchange (CME), *International Monetary Market (IMM) Yearbook*, [1972-1985].

Colling, P.L e Irwin, S.H. "The reaction of live Hog futures prices to USDA Hog and Pig Reports", [1990] *American Journal of Agricultural Economics* 72.

Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), *Disposiciones de carácter prudencial a las que se sujetarán en sus operaciones los participantes en el mercado de futuros y opciones cotizados en bolsa*. Borrador de febrero 14 [1997], México, D.F.

\*\*\*\*\* *Circular 10-157*.

\*\*\*\*\* *Circular 10-210*.

\*\*\*\*\* *Circular 1343*.

\*\*\*\*\* *Circular 1349*.

Commodity Futures Trading Commission (CFTC), *International Regulation*, [1995] Washington DC, USA.

Cornell, B. y Reingaum, M. "Forwards and Futures Prices: Evidence from Foreign Exchange Markets", diciembre [1981] *Journal of Finance* 36.

Cox J.C., J.E. Ingersoll, and S.A. Ross, "A theory of the term structure of interest rates", [1985] *Econometrica*.

\*\*\*\*\* "The Relationship between Forward Prices and Futures Prices", diciembre [1981] *Journal of Financial Economics*.

\*\*\*\*\* "Option Pricing: A Simplified Approach", octubre [1979] *Journal of Financial Economics* 7.

Cox, J.C. y Rubinstein, M. Options markets, [1985] NY, USA. Prentice-hall.

Dornbusch, R. y Fischer, S. Macroeconomics, [1992] NY, USA. McGraw-Hill.

Dusak, K. "Futures trading and investors returns: an investigation of commodity market risk premiums", [1973] *Journal of Political Economy* 81.

Edwin, J. Elton, M. y Gruber, J. Modern Portfolio Theory and Investment Analysis, [1991] NY, USA. John Wiley & Sons.

Elton, E.J., Gruber, M.J. y Rentzler, J.C. "Professionally managed, publicly traded commodity funds", [1987] *Journal of Business*.

Engle, R.F. y Bollerslev, T. "Modelling the persistence of conditional variances", [1986] *Econometric Reviews* 5.

Fama E. F. y Blume M. "Filter rules and stock market trading", [1966] *Journal of Business*.

Fama E. F. "The behavior of stock market prices", [1965], *Journal of Business* 38.

\*\*\*\*\* "Efficient capital Markets: a review of theory and empirical work", [1970] *Journal of Finance* 25.

\*\*\*\*\* "Efficient capital Markets II", diciembre [1992] *Journal of Finance*.

\*\*\*\*\* Foundations of Finance, [1976] Oxford, Inglaterra. Basil Blackwell.

Financial Accounting Standards Board, Original Pronouncements, Accounting Standards [FAS 52, 80, 105 y 119], junio 1, 1995, Conneticut, USA.

\*\*\*\*\* Proposed Statement of Financial Accounting Standards, *Accounting for Derivatives and Similar Financial Instruments and hedging Activities*, junio 20, 1996, Conneticut, USA.

Fisco Agenda 1997, Ediciones fiscales ISEF, S.A., décima edición, enero 1997. Código fiscal de la federación, artículo 16-A.

\*\*\*\*\* Ley del impuesto sobre la renta, artículos 7-D, 7-A, 18-A, 77, 151-B y 25 fracción XX.

\*\*\*\*\* Ley del impuesto al valor agregado, artículo 15 fracción XI.

French, D.W. "Stock returns and weekend effect", [1980] *Journal of Financial Economics* 8.

French, K. y Roll, R. "Stock Return Variances: The Arrival of Information and the Reaction of Traders", septiembre [1986] *Journal of Financial Economics* 17.

Futures Industry Association (FIA) Task force subcommittee, *Standardized format for exchange/clearinghouse information on market protection mechanisms, financial resources and default procedures*, junio [1995].

Goss, B.A. "Wool Prices and publicly available information", [1987] *Australian Economic papers* 26.

\*\*\*\*\* Rational expectations and efficiency in futures markets, [1992] Londres, Inglaterra. Routledge, Chapman and Hall Inc.

Granger, C.W. y O. Morgenstern, *Predictability of stock market prices*, [1970] (Heath, Lexington, Massachusetts).

Green, W. Econometric analysis, [1993] NY, USA. Macmillan.

Grossman, S.J. y Stiglitz, J.E. "Information and competitive price systems", [1976] *American Economic Review* 66.

Group of Thirty, *Study on: Derivatives, Practices and Principles*, [1994].

Guerrero, V. Análisis estadístico de series de tiempo económicas, [1989] México, D.F. Universidad Autónoma de México.

Hammersley, J.M. y Handscomb, D.C. Monte Carlo Methods, Londres, Methuen, [1964].

Hansen, L.P. y Hodrick, R.J. "Forward exchange rates as optimal predictors of future spot rates: an economic analysis", [1980] *Journal of Political Economy* 88.

Hicks, J.R., Value and Capital, Oxford, Inglaterra: [1939] Clarendon Press.

Hill, J. y Schneeweis, T. "The hedging effectiveness in traditional one period portfolio framework", primavera [1982] *Journal of Financial Research*.

Holt, M.T. y Brandt, J.A. "Combining price forecasting with hedging of hogs: an evaluation using alternative measures of risk", [1985] *Journal of futures markets* 5.

Houtakker, H.S., "Can speculators Forecast Prices?", [1957] *Review of Economics and Statistics* 39.

Hull, J. Options Futures and other Derivative Securities, N.J., USA [1992], Prentice Hall.

Hull J, y White, A. "The pricing of options on assets with stochastic volatilities", [1987] *Journal of Finance* 42.

Instituto Mexicano de Contadores Públicos, A.C. Principios de contabilidad generalmente aceptados, décima edición, boletín serie [A-8], Párrafo 1-18, México, D.F., 1995.

International Accounting Standards Committee (IASC), *Proposed International Accounting Standard [E48] Financial Instruments*, Párrafos 162 y 163, USA.

\*\*\*\*\* *International Accounting Standards [IAS 25]*, Párrafos 1-51, 1996, USA.

Jensen, M.C. "Some anomalous evidence regarding market efficiency", [1978] *Journal of Financial Economics* 6.

Keynes, J.M. A Treatise on money, [1930] Londres, Inglaterra, Macmillan.

Larson A.B. "Measurement of a random process in futures prices", [1960] *Food Research Institute Studies* 1.

Leuthold, R.M. "Random walks and price trends: The live cattle futures market", [1972] *Journal of Finance* 27.

Levy, H. "Futures, spots, stocks and bonds: multi-asset portfolio analysis", agosto [1987] *Journal of Futures Markets*.

McCurdy, T.H. y Morgan, I.G. "Evidence of risk premia in foreign currency futures markets", [1988] *Unpublished manuscript*, Queen's University, Kingston, Ontario, Canadá.

\*\*\*\*\* "Foreign currency futures spreads and risk premiums", publicado por Goss B.A, en Rational expectations and efficiency in futures markets [1992] Londres, Inglaterra. Routledge, Chapman and Hall Inc.

McDonald, R. y Taylor, M.P. "Testing rational expectations and efficiency in the London Metal Exchange", [1988] *Oxford Bulletin of Economics and Finance* 50.

Mendenhall, W. Mathematical Statistics with Applications, [1990] Boston USA, PWS-Kent publishing co.

Miller, H. M. Financial innovations and market volatility, [1991] Cambridge, USA. Basil Blakwell.

Mintzberg, H. The Structuring of Organizations, [1986] NJ, USA. Prentice Hall.

Officer, R.R. "A time series examination of the market factor of the New York Stock Exchange" PhD disertation, University of Chicago.

OM Gruppen AB, *Anual report 1996*, Estocolmo, Suecia.

Organización Internacional de Comisiones de Valores (OICV), *Client Asset Protection*, agosto [1996a], Montreal, Canadá.

\*\*\*\*\* *Compliance information collection and data reporting compendium and chart*, junio [1990a].

\*\*\*\*\* *Default Procedures*, marzo [1996b].

\*\*\*\*\* *International conduct of business principles*, julio [1990b].

\*\*\*\*\* *Public disclosure of banks and Securities firms trading and derivatives activities*, septiembre [1996c].

\*\*\*\*\* *The implications for securities regulators of the increased use of value at risk models*, junio [1995].

Park, H.Y., y Chen, A.H., "Differences between Futures and Forward Prices: A Further Investigation of Marking to Markets effects", [1985] *Journal of Futures Markets* 5.

Praetz, P.D. "Testing the efficient markets theory on the Sydney Wool Futures Exchange", [1975] *Australian Economic Papers* 14.

Rausser, G.C. y Carter, C. "Futures market efficiency in the soybean complex", [1983] *Review of Economics and Statistics* 65.

Robichek, A.A. y Eaker, M.R. "Foreign Exchange hedging and the capital asset pricing model", [1978] *Journal of Finance* 33.

Sampieri, H. R. Metodología de la Investigación, [1993] México, D.F. McGraw-Hill.

Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Comisión Nacional Bancaria y de Valores, Banco de México, *Reglas a las que habrán de sujetarse las sociedades y fideicomisos que intervengan en el establecimiento y operación de un mercado de futuros y opciones cotizados en bolsa*, Diario Oficial de la Federación, 31 de diciembre [1996], México, D.F.

Sephton, P.S. y Cochrane, D.K. "A note on the efficiency of the London Metal Exchange", [1990] *Economic Letters*.

Stevenson, R.A. y Bear, R.M. "Commodity futures: trends or random walks?", [1970] *Journal of Finance* 25.

Taylor S.J. "The behavior of futures prices over time", [1985] *Applied Economics* 17.

\*\*\*\*\* Modelling Financial Time Series, [1986] Chichester, Inglaterra. John Wiley & sons.

\*\*\*\*\* "Efficiency on the yen futures market at the Chicago Mercantile Exchange" publicado por Goss B.A, en Rational expectations and efficiency in futures markets, [1992] Londres, Inglaterra. Routledge, Chapman and Hall Inc.

Wei, W.S. Time series analysis, [1993] CA, USA. Addison Wesley.