

INTEGRACIÓN FINANCIERA MÉXICO-ESTADOS UNIDOS: MERCADOS ACCIONARIOS Y DE DERIVADOS ACCIONARIOS♦

*Francisco López-Herrera**
*Francisco Venegas-Martínez***

RESUMEN

Este artículo muestra los resultados de nuestro estudio sobre las características de las relaciones entre los mercados accionarios mexicanos y estadounidenses y los mercados de derivados de esos mercados accionarios. El análisis se lleva a cabo conforme a la hipótesis de que hay canales de transmisión de los rendimientos y de las volatilidades de estos mercados debido a que están integrados; en otras palabras, ese grupo forma un sistema de mercados que responde a fuerzas comunes. La estimación de un modelo econométrico, el cual incluye tanto las relaciones de equilibrio de largo plazo entre esos mercados (detectadas mediante pruebas de cointegración) como la dinámica de sus rendimientos y volatilidades, proporciona evidencia favorable acerca de la presencia de canales de transmisión significativos. Sin embargo, la evidencia sugiere que la integración es sólo moderada o incompleta.

Palabras clave: integración financiera en México, mercados accionarios, mercados de derivados, Bolsa Mexicana de Valores.

Clasificación JEL: F15, F21, F36, G11, G15.

ABSTRACT

This paper shows the results of our study on the characteristics of the relationships among Mexican and U.S. stock markets and the derivatives markets of these stock markets. The analysis is carried out under the hypothesis that there are channels of transmission of the returns and the volatilities of these markets because they are integrated, in other words, this group is a market system that responds to common forces. The estimation of an econometric model, which includes both the relationships of the long run equilibrium among these markets (detected by means of cointegration tests) and the dynamics of their returns and volatilities, provides favorable evidence about the presence of significant transmission channels. However, the evidence suggests that integration is only mild or incomplete.

Key words: financial integration in Mexico, stock markets, derivatives markets, Mexican Stock Exchange.

Classification JEL: F15, F21, F36, G11, G15.

♦ Fecha de recepción: 21/07/2011. Fecha de aceptación final: 08/02/2012.

* Facultad de Contaduría y Administración, UNAM, francisco_lopez_herrera@yahoo.com.mx

** Escuela Superior de Economía, IPN, fvenegas1111@yahoo.com.mx

Nota: los autores reconocen su responsabilidad en relación con este trabajo, pero agradecen a los dos dictaminadores anónimos que lo revisaron, pues sus recomendaciones han permitido mejorarlo de manera ostensible.

INTRODUCCIÓN

Según la teoría económica, la integración de los mercados financieros tiene implicaciones para la valuación de los activos y la inversión internacional de carteras. La información contenida en los precios de los activos negociados en un grupo de mercados integrados es de importancia para todos éstos, pues envía señales sobre los pagos que los inversionistas consideran deseables dado el nivel de riesgo a que se enfrentan. Bajo la plena integración en un grupo de mercados, los pagos (rendimientos) de cada mercado son proporcionales a su riesgo en forma exacta. Por lo tanto, no hay oportunidades de que el inversionista obtenga sobreprimas al invertir en un mercado de otro país si éste se encuentra plenamente integrado al mercado de su país.

Con el argumento de que los flujos de capitales externos pueden complementar adecuadamente los recursos requeridos para financiar las actividades productivas, muchos países que antes imponían barreras a esos flujos instrumentaron reformas para liberalizar sus mercados financieros e integrarlos a los mercados internacionales. Ese proceso ha cambiado la composición de los flujos externos de capital que arriban a los mercados emergentes, como lo muestran Cabello (1999) y Ortiz (2006). El crecimiento de los flujos internacionales de cartera a partir de 1980 ha sido mayor incluso que el de la inversión extranjera directa, como lo muestran Márquez, Islas y Venegas (2003). Según Carmichael y Pomerleano (2002), la capitalización de 22 de esos mercados en dólares estadounidenses alcanzó un crecimiento inusitado en la última década del siglo XX, al pasar de 339.3 mil millones en 1990 a 2.2 billones en el año 2000, superando durante ese periodo el incremento en los mercados desarrollados.¹ Se puede decir que han tenido éxito las medidas para atraer capitales externos, pero también se ha observado que la facilidad con que salen de un país, ante la amenaza de una crisis puede hacer que ésta sea más severa y sus efectos se extiendan al conjunto de la economía del país del que se retiran, y a otros mercados inclusive.

México inició su proceso de liberalización durante la década de 1980 tratando de fomentar la eficiencia y competitividad operativas de sus mercados financieros para atraer capitales externos. Antes de la crisis del peso mexicano a finales de 1994, la estrategia parecía funcionar bien, pues se tuvo un crecimiento notorio de los flujos de capital internacionales al mercado mexicano, pero éstos salieron

¹ Dichos mercados son los de Argentina, Brasil, Corea, Chile, China, Egipto, Filipinas, Grecia, Hungría, India, Indonesia, Israel, Jordania, Malasia, Marruecos, México, Nigeria, Polonia, República Checa, Sudáfrica, Tailandia y Turquía.

del país en forma abrupta al estallido de esa crisis, contribuyendo a los efectos negativos que se observaron en la economía nacional. Esta crisis propició la creación de un mercado local de derivados financieros que inició operaciones en diciembre de 1998 y trajo también más cambios legales para incrementar la transparencia de las operaciones y el funcionamiento del sistema financiero mexicano. Se introdujeron mejoras tecnológicas en los sistemas de negociación, entre ellas un sistema de negociación electrónica que sustituyó las operaciones en el piso de remates y se implantó un sistema internacional de cotizaciones. Mediante esa plataforma se pueden negociar acciones del índice Dow Jones, lo cual supone una mayor integración entre los mercados accionarios de México y de Estados Unidos, proceso iniciado formalmente con la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) a principios de 1994.

El estudio de las relaciones de los mercados financieros de México y Estados Unidos ayuda a comprender mejor las decisiones de cartera y de administración de riesgos de los agentes de mercado. A las autoridades les es útil para crear mecanismos que coadyuven a lograr la atracción de capitales externos, si esto es realmente necesario, así como a una mejor supervisión de los mercados. En este artículo se presentan los resultados del estudio de las relaciones entre los mercados accionarios y de futuros y opciones sobre los índices accionarios de México y Estados Unidos. El propósito central de este análisis es mostrar evidencia en favor de la hipótesis de que hay canales de transmisión de eventos y de información entre los mercados estudiados debido a que están integrados. Es decir, en su interacción de corto plazo desempeñan un papel importante sus relaciones de largo plazo, pues determinan trayectorias comunes en su dinámica. Para cumplir con su propósito, la estructura del artículo es la que se describe en seguida. Después de esta introducción se ofrece una revisión de la literatura pertinente a este estudio. Posteriormente se presentan los resultados de las estimaciones econométricas. Por último, se dedica una sección a las conclusiones.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Al aumentar la integración entre mercados financieros crecen la velocidad e intensidad de la transmisión de eventos de corto plazo entre ellos, lo que produce tendencias comunes en el largo plazo. Es por eso que Kasa (1992) propuso que el estudio de la integración de mercados financieros incluya como parte esencial el análisis de las relaciones de largo plazo mediante modelos vectoriales de corrección de errores (VECM), pues ello permite estudiar la dinámica de corto plazo

reconociendo las consecuencias de la presencia de tendencias comunes para el largo plazo. Si un conjunto de n mercados financieros se encuentra plenamente integrado, se tienen $n - 1$ relaciones cointegrantes o de equilibrio en el largo plazo. Si ese conjunto de mercados se encontrase totalmente segmentado (no integrado), no hay relación alguna de cointegración. En caso de que haya evidencia de cointegración, pero no se da la condición de integración plena, corresponde a la segmentación moderada o integración parcial planteada por Errunza y Losq (1985).

Después del *crack* bursátil de octubre de 1987, parte importante de la investigación sobre inversión internacional de cartera se ha ocupado del análisis de posibles canales de transmisión de choques entre los mercados financieros. Entre los primeros estudios de ese problema se encuentra el de King y Wadhvani (1990), quienes encuentran un incremento en la volatilidad y la correlación entre los mercados accionarios de Londres, Nueva York y Tokio después del *crack*. Eun y Shim (1993) encuentran mayor intensidad en las relaciones de los rendimientos de los mercados de Alemania, Australia, Canadá, Estados Unidos, Francia, Japón, Hong Kong, Suiza y el Reino Unido. Una línea de investigación se ha enfocado en el análisis de las relaciones entre los mercados accionarios desarrollados y los llamados emergentes. Friedman y Shachmurove (1997) y Taing y Worthington (2005) sugieren que la dinámica de los mercados más grandes influye significativamente en los movimientos de los mercados pequeños. Beirne *et al.* (2009), estudian el derrame de volatilidad de los mercados maduros (Alemania, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón y el Reino Unido) hacia una muestra de 41 mercados emergentes de todos los continentes. Sus resultados sugieren que los mercados maduros influyen en la varianza condicional de los rendimientos de varios de los mercados emergentes analizados.

Además de relaciones significativas entre los rendimientos de mercados accionarios, varios investigadores han detectado que también las hay entre las volatilidades de dichos rendimientos, confirmando empíricamente que con mayor integración entre mercados se tiende al movimiento conjunto entre éstos. Entre los primeros estudios que encuentran vínculos importantes entre las volatilidades; se tienen el de Hamao, Masulis y Ng (1990) y el de Engle y Susmel (1993). Estudios más recientes han confirmado los hallazgos previos, por ejemplo: Benkato y Darrat (2000), Bala y Premaratne (2002), Darrat y Benkato (2003) y Chan y Wooi (2006). Con excepción de Bala y Premaratne, la evidencia de los otros estudios muestra que los mercados accionarios más grandes ejercen influencia sobre los mercados de menor magnitud. También el estudio de las relaciones entre mercados se ha extendido a la transmisión de precios entre mercados de futuros

de diferentes países, como es el caso del trabajo de Yang y Bessler (2004), que abarca nueve de los mercados de futuros de índices accionarios más importantes en el mundo. En Kwok-Wah *et al.* (2010) se analizan las relaciones del mercado de futuros del índice S&P y los mercados de futuros de los índices de las bolsas de Corea, Hong Kong, Japón, Singapur y Taiwán, encontrando evidencia de que los precios de esos mercados asiáticos de futuros tienden a sobrereaccionar ante movimientos extremos en el mercado de los futuros del índice bursátil de Estados Unidos. Sin embargo, no encuentran evidencia de que el mercado estadounidense sobrereaccione al comportamiento de los mercados de Japón y Hong Kong.

También se ha encontrado evidencia del papel de los precios de los mercados de futuros en el proceso de descubrimiento de precios en los mercados *spot* de los activos subyacentes. Chatrath, Chaudhry y Christie-David (1999) analizan el *spread* entre la tasa de rendimiento de los contratos de futuros de eurodólares y la correspondiente a los certificados de la tesorería estadounidense (*treasury bills*). Yang y Leatham (1999) concluyen que los mercados de futuros de trigo han mejorado el descubrimiento de precios en Estados Unidos, incluso proporcionando información que no pueden incorporar los mercados de contado. Chatrath, Adrangi y Raffiee (2002) estudian la relación de los precios del crudo y de la gasolina con el comportamiento de los precios de los contratos de futuros del petróleo, y Chatrath, Adrangi y Raffiee (2006) analizan la interacción entre el precio *spot* del frijol de soya y el precio de los contratos de los futuros respectivos. Liu *et al.* (2007) encuentran relaciones importantes en los mercados de futuros y de contado del cobre en China, tanto en el nivel de los rendimientos como en el de las volatilidades. Kao y Wan (2009) analizan las interacciones entre los mercados de gas natural de Estados Unidos y del Reino Unido, considerando los respectivos mercados de futuros sobre ese energético, y encuentran que hay una tendencia estocástica común que conduce el proceso de transmisión de la información entre esos mercados. Asimismo, sus resultados señalan la presencia de derrames de volatilidad entre dichos mercados.

De acuerdo con lo predicho por la teoría, en la función de los mercados de futuros se encuentra implícita una relación sistemática de largo plazo entre los mercados *spot* y de futuros. Es decir, para que se cumpla esa función de descubrimiento de precios en el mercado *spot* por medio de la información contenida en los precios del mercado de futuros, debe haber una relación de equilibrio que vincule ambos precios en el largo plazo y si se apartan de ella los precios de uno o de ambos mercados, entonces debe haber algún mecanismo de corrección que permita el ajuste de vuelta a dicha relación de equilibrio. Figuerola-Ferreti y Gonzalo (2010) estudian la relación entre los precios de contado y los precios

de los futuros del aluminio, cobre, níquel, plomo y zinc que se negocian en el London Metal Exchange, encontrando que los precios de los futuros son el factor determinante en el proceso del descubrimiento de precios, con excepción del caso del plomo. En la literatura también se ha reportado evidencia de que hay una relación de equilibrio de largo plazo entre los precios de los mercados de futuros de índices accionarios y los mercados de contado o *spot*. Entre esos estudios se pueden mencionar los resultados presentados por Wahab y Lashgari (1993) y Pizzi, Economopoulos y O'Neill (1998) para el caso de Estados Unidos; el de Nieto, Fernández, y Muñoz (1998) para España y el estudio de Bhar (2001) para los mercados de Australia.

Unos cuantos estudios se han ocupado del análisis de las relaciones entre los mercados accionarios de México y Estados Unidos. Entre ellos se tienen las investigaciones de Atteberry y Swanson (1997), Galindo y Guerrero (1999), Ewing, Payne y Sowell (1999), Darrat y Zhong (2005), Aggarwal y Kyaw (2005), Ciner (2006), López-Herrera y Ortiz (2007) y López-Herrera, Ortiz y Cabello (2007). Salvo el de Galindo y Guerrero, los demás estudios mencionados han incluido a Canadá y sus resultados, exceptuando el análisis reportado por Ewing, Payne y Sowell (1999), sugieren que hay al menos una relación de largo plazo entre los mercados accionarios mexicano y estadounidense. La evidencia empírica sugiere que es fuerte la relación entre los mercados accionarios de México y de Estados Unidos, como lo demuestran Jawadi *et al.* (2009) en su estudio, en el cual muestran vínculos altamente significativos entre esos mercados, incluso cuando se incluyen en el análisis los mercados de otros países. Tanto López-Herrera, Ortiz y Cabello (2009) como López-Herrera y Ortiz (2011) han mostrado evidencia de que hay también influencia de la dinámica de la volatilidad del mercado accionario de Estados Unidos sobre el respectivo mercado mexicano, incluso considerando diversas parametrizaciones en el modelado de las interacciones de los rendimientos de dichos mercados.

Aunque creciente, la investigación respecto a los vínculos del mercado accionario mexicano con otros del mundo se reduce todavía a unos cuantos estudios. Evidentemente, es más escasa aún la investigación sobre la relación entre el mercado accionario *spot* en México y el mercado correspondiente de futuros; un ejemplo es el estudio de Zhong, Darrat y Otero (2004), en el cual encuentran que el mercado de los futuros del índice accionario mexicano es un vehículo útil para el descubrimiento de precios en el mercado del subyacente; sin embargo, sostienen que la negociación de esos contratos ha sido una fuente de inestabilidad para el mercado accionario, pues ha provocado un mayor nivel de volatilidad en éste. Por otra parte, es notoria la carencia absoluta de investigación respecto

a la interacción entre los mercados de futuros y de opciones de México con el accionario, y de todos éstos con los homólogos de otros países. Por el nivel de las relaciones con los mercados de Estados Unidos parece insoslayable el análisis de esa interacción, tal como se hace en las páginas siguientes.

ANÁLISIS EMPÍRICO

Para el análisis que se presenta en esta sección se utilizan logaritmos de los valores de los índices bursátiles de México y de Estados Unidos (que en este trabajo denominamos *lipc* y *lsp500*, respectivamente), logaritmos de las series de precios de futuros de esos índices (*lfipc* y *lfsp500*) y logaritmos de las series de primas de opciones sobre esos índices (*loipc* y *losp500*). Los datos fueron proporcionados por la Bolsa Mexicana de Valores diariamente y al cierre de los respectivos mercados. El periodo de observación de precios y primas de los diferentes activos cubre del 7 de junio de 2005 al 4 de marzo de 2008, sumando en total 673 observaciones para cada una de las series bajo estudio.

Antes del análisis de cointegración, se efectuaron pruebas de raíz unitaria para verificar el orden de integración de las series. En el cuadro 1 se muestran los valores alcanzados tanto en la prueba aumentada de Dickey y Fuller (ADF) como en la prueba KPSS. De acuerdo con la prueba ADF, los logaritmos de los precios de los activos son no estacionarios, en tanto que las diferencias de esos logaritmos (rendimientos logarítmicos) son estacionarias. La única excepción parece ser la serie de los logaritmos de la prima de la opción sobre el IPC (*loipc*), pues según dicha prueba sería estacionaria en el supuesto de que la serie no tiene tendencia pero sí tiene un intercepto significativo. Sin embargo, la prueba KPSS, que puede servir como confirmatoria de los resultados de la ADF, muestra que únicamente los rendimientos logarítmicos de los activos (primeras diferencias de los logaritmos de los precios) pueden tratarse como series $I(0)$, es decir, estacionarias.

Una vez analizada la estacionariedad de las series, se procedió al análisis de cointegración del sistema formado por las series en estudio, llevando a cabo para tales efectos las pruebas de la traza como lo propone la técnica popularizada por Johansen (1988, 1991, 1992, 1994 y 1995) y extendida por Saikkonen y Lütkepohl (2000a, 2000b y 2000c). Según los resultados de esas pruebas, los cuales se muestran en el cuadro 2, se encuentra evidencia significativa de la presencia de dos relaciones cointegrantes o de largo plazo. No obstante, es conveniente señalar que tanto la prueba de Johansen como la de Saikkonen y Lütkepohl únicamente permiten rechazar a 5% de significancia la presencia de una sola rela-

Cuadro 1
Pruebas de raíces unitarias

Variable	ADF HO: $y_t : I(1)$			KPSS HO: $y_t : I(0)$	
	Valor de la prueba			Valor de la prueba	
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
<i>lipc</i>	-1.9212	-1.7942	2.0378	3.7602	31.8244
$\Delta lipc$	-23.7789	-23.7363	-23.5867	0.0000	0.0000
<i>lsp500</i>	-0.7493	-1.5462	0.5909	0.7612	8.0020
$\Delta lsp500$	-12.3084	-12.2246	-12.2152	0.0860	0.2076
<i>lfipc</i>	-2.6239	-2.9600	0.6732	1.5353	2.7250
$\Delta lfipc$	-12.0978	-12.0108	-11.9852	0.0217	0.1187
<i>lfsp500</i>	-0.9480	-1.6213	0.5405	0.8852	9.2632
$\Delta lfsp500$	-13.8520	-13.7862	-13.7839	0.0790	0.1984
<i>loipc</i>	-2.7797	-3.1040	-0.1257	2.3365	3.4984
$\Delta loipc$	-15.8807	-15.7879	-15.7745	0.0213	0.1654
<i>losp500</i>	1.3075	0.1859	-0.7467	0.9758	2.2167
$\Delta losp500$	-11.1920	-10.8811	-10.8670	0.1233	0.4800

(a) Modelo con intercepto y tendencia, valores críticos: -3.96, -3.41 y -3.13, respectivamente, a 1, 5 y 10% de significancia.
 (b) Modelo con intercepto y sin tendencia, valores críticos: -3.43, -2.86 y -2.57, respectivamente, a 1, 5 y 10% de significancia.
 (c) Modelo sin intercepto y sin tendencia, valores críticos: -2.56, -1.94 y -1.62, respectivamente, a 1, 5 y 10% de significancia.
 (d) Modelo estacionario en tendencia, valores críticos: 0.216, 0.146 y 0.119, respectivamente, a 1, 5 y 10% de significancia.
 (e) Modelo estacionario en niveles, valores críticos: 0.739, 0.463 y 0.347, respectivamente, a 1, 5 y 10% de significancia.
 Las pruebas se llevaron a cabo con el *software* econométrico *JMulti v.4.24* (Lütkepohl y Krätzig, 2004).

ción cointegrante, por lo que es un poco más débil la evidencia de una segunda relación de este tipo; no obstante, es de señalarse que la hipótesis de que hay dos relaciones cointegrantes es totalmente aceptable, pues el valor de las pruebas de cointegración con dos relaciones se encuentra dentro de los niveles de significancia convencionalmente aceptados.

Con base en los resultados del análisis de cointegración para el sistema de los seis mercados y considerando el criterio de Schwarz, se especificó un modelo VECM(1) en el que se expresa la ecuación de los rendimientos de cada uno de los mercados que forman parte del sistema cointegrado como:

$$r_{n,t} = \phi' r_{t-1} + \gamma' ect + \varepsilon_t, \tag{1}$$

donde $r_{n,t}$ es el rendimiento contemporáneo del mercado *enésimo*, r_{t-1} es un vector de los rendimientos de los *n* mercados rezagados un periodo, *ect* o término de corrección del error que es un vector que contiene la información de las dos

Cuadro 2
Pruebas de cointegración para el sistema de los seis mercados

rango(Π) = r	Prueba de Johansen				Prueba de Saikkonen y Lütkepohl			
	$-T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \hat{\lambda}_i)$	valores críticos*			$-T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \hat{\lambda}_i)$	valores críticos**		
		90%	95%	99%		90%	95%	99%
r = 0	147.47	98.98	103.68	112.88	123.08	79.51	83.80	92.26
r = 1	84.44	72.74	76.81	84.84	62.38	56.28	59.95	67.24
r = 2	49.53	50.50	53.94	60.81	31.24	37.04	40.07	46.20
r = 3	21.14	32.25	35.07	40.78	12.59	21.76	24.16	29.11
r = 4	11.49	17.98	20.16	24.69	4.48	10.47	12.26	16.10
r = 5	3.37	7.60	9.14	12.53	0.07	2.98	4.13	6.93

Se utilizan los dos rezagos sugeridos por los criterios de Akaike, de Hannan y Quinn y del error de predicción final.

* Generados mediante el método de superficie de respuesta de acuerdo con Doornik (1998).

** Generados mediante el método de superficie de respuesta de acuerdo con Trenkler (2004).

Las pruebas se llevaron a cabo con el software econométrico *JMulti v.4.24* (Lütkepohl y Krätzig, 2004).

relaciones de largo plazo detectadas; los ϕ' y γ' son vectores que contienen a los parámetros que deben estimarse y ε_t es un término de perturbación aleatoria.

Los vectores de los términos de corrección de errores tienen la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 & l_{sp500}_{t-1} - 1.0086l_{fsp500}_{t-1} - 0.0057l_{fipc}_{t-1} + 0.0043l_{osp500}_{t-1} + 0.0056l_{oipc}_{t-1} + 0.004, Y \\
 & l_{ipc}_{t-1} - 3.7728l_{fsp500}_{t-1} - 0.5672l_{fipc}_{t-1} + 0.2663l_{osp500}_{t-1} + 0.3476l_{oipc}_{t-1} + 13.7434
 \end{aligned}$$

Estos vectores pueden verse como representantes de las posiciones en los mercados accionarios bajo condiciones de equilibrio del sistema de mercados.

Definiendo el proceso autorregresivo heteroscedástico condicionado como en Engle (1982):

$$\varepsilon_t = \zeta \sqrt{h_t}, \quad \zeta : i.i.d.(0,1),$$

y siguiendo a Ling y McAleer (2003), se puede expresar la varianza condicional de los rendimientos de cada activo como:

$$h_{j,t} = \omega_{jj} + \sum_{k=1}^n \alpha_{jk} \varepsilon_{k,t-1}^2 + \sum_{l=1}^n \beta_{jl} h_{l,t-1}^2 \tag{2}$$

De acuerdo con la ecuación (2), la volatilidad de los rendimientos de cada uno de los mercados se ve afectada por la volatilidad de los rendimientos de todos los mercados que forman parte del sistema ($h_{l,t-1}^2$), así como por los cuadrados de los 0 pasados en cada uno de los mercados ($\varepsilon_{k,t-1}^2$), permitiendo así capturar los

efectos de interacción entre las volatilidades de los distintos mercados por medio de los parámetros α_{jk} , $k \neq j$, y β_{jl} , $l \neq j$.

La estimación del modelo econométrico formado por las ecuaciones (1) y (2) y que se presenta en el cuadro 3 se llevó a cabo mediante el método de estimación de máxima verosimilitud, aplicado de manera simultánea a las seis ecuaciones del sistema formado por las series de rendimientos de los seis mercados analizados. Se empleó una matriz de errores robusta, como lo aconsejan Bollerslev y Woodridge (1992).

Grosso modo, casi todos los parámetros estimados son significativos y de éstos la mayoría alcanza incluso 1% de significancia. El parámetro de los rendimientos del indicador bursátil mexicano, rezagado un periodo, es débilmente significativo para explicar el rendimiento contemporáneo de los futuros de ese mismo índice (sólo alcanza 10% de significancia). Todas las estimaciones de los demás parámetros de las ecuaciones de los rendimientos son significativas incluso a 1%. Los parámetros correspondientes a las dos relaciones de cointegración para los seis mercados son significativos incluso a 1%, implicando que en su dinámica diaria hay un proceso de ajuste en el largo plazo a esas relaciones de equilibrio. En cuanto a los parámetros de las ecuaciones de las varianzas condicionadas, se observan únicamente tres parámetros no significativos, dos parámetros significativos únicamente a 5% y uno a 10 por ciento.

En los rendimientos de los futuros del S&P500, la mayor influencia proviene de su propio comportamiento rezagado un periodo y de los rendimientos del índice S&P500, siendo comparativamente muy pequeña la magnitud numérica absoluta de los coeficientes de los rendimientos rezagados de los otros activos. También los rendimientos de los futuros del S&P500 y los rendimientos de éste último tienen los coeficientes de mayor magnitud, en términos absolutos también, para explicar el comportamiento tanto de la opción sobre el IPC como de la opción sobre el S&P500. En el caso de la opción sobre el índice bursátil mexicano se encuentra que los rendimientos de éste, rezagados a un periodo también, pueden ser una influencia que estadísticamente aparece con un alto nivel de significancia, aunque su magnitud numérica es únicamente mediana en comparación con lo ya señalado. Algo semejante se podría decir de la relación entre el rendimiento de la opción sobre el índice S&P500 y el rendimiento rezagado del propio índice.

En el caso de la volatilidad del mercado accionario mexicano destaca que, además de la volatilidad pasada del propio mercado, se observa influencia de la volatilidad del mercado accionario de Estados Unidos que no sólo es estadísticamente significativa, sino también en términos numéricos de magnitud relativamente considerable. En cambio, al observar el caso de la volatilidad del mercado

Cuadro 3
Modelo estimado de los rendimientos y las volatilidades¹

	<i>Parámetro</i>	<i>ipc</i>	<i>sp500</i>	<i>fipc</i>	<i>fsp500</i>	<i>oipc</i>	<i>osp500</i>
Ecuaciones de rendimientos	$\phi_{ipc,t-1}$	-0.0487 (< 0.01)	-0.0106 (< 0.01)	0.1002 (0.0851)	-0.0202 (< 0.01)	-0.3481 (< 0.01)	-1.0998 (< 0.01)
	$\phi_{sp500,t-1}$	0.1151 (< 0.01)	-0.2250 (< 0.01)	0.4243 (< 0.01)	0.1107 (< 0.01)	-1.8283 (< 0.01)	-4.4937 (< 0.01)
	$\phi_{fipc,t-1}$	-0.0059 (< 0.01)	-0.0071 (< 0.01)	-0.0771 (< 0.01)	-0.0061 (< 0.01)	0.0659 (< 0.01)	-0.0341 (< 0.01)
	$\phi_{fsp500,t-1}$	0.0288 (< 0.01)	0.1650 (< 0.01)	-0.3976 (< 0.01)	-0.1559 (< 0.01)	2.2589 (< 0.01)	7.3835 (< 0.01)
	$\phi_{oipc,t-1}$	0.0085 (< 0.01)	-0.0040 (< 0.01)	0.0608 (< 0.01)	-0.0015 (< 0.01)	-0.0299 (< 0.01)	0.0864 (< 0.01)
	$\phi_{osp500,t-1}$	-0.0114 (< 0.01)	-0.0019 (< 0.01)	-0.0398 (< 0.01)	-0.0017 (< 0.01)	-0.0184 (< 0.01)	-0.2393 (< 0.01)
	γ_1	1.9975 (< 0.01)	1.7112 (< 0.01)	16.0582 (< 0.01)	1.6334 (< 0.01)	20.3039 (< 0.01)	7.8733 (< 0.01)
	γ_2	-14.9264 (< 0.01)	-20.9435 (< 0.01)	101.7103 (< 0.01)	2.2473 (< 0.01)	149.9675 (< 0.01)	-247.2529 (< 0.01)
Ecuación de volatilidades	ω_{jj}	0.1027 (< 0.01)	0.1377 (< 0.01)	13.8749 (< 0.01)	0.1742 (< 0.01)	9.4332 (< 0.01)	0.5414 (< 0.01)
	$\alpha_{j,ipc}$	0.0281 (< 0.01)	-0.0101 (0.0321)	-0.2476 (< 0.01)	0.0353 (< 0.01)	-0.5397 (< 0.01)	0.0234 (0.3817)
	$\alpha_{j,sp500}$	-0.0746 (< 0.01)	0.1116 (< 0.01)	0.3844 (< 0.01)	0.1467 (< 0.01)	1.1762 (< 0.01)	0.9896 (< 0.01)
	$\alpha_{j,fipc}$	-0.0062 (< 0.01)	-0.0024 (0.0133)	-0.0244 (< 0.01)	-0.0078 (< 0.01)	-0.0626 (< 0.01)	-0.1068 (< 0.01)
	$\alpha_{j,fsp500}$	0.0791 (< 0.01)	0.0351 (< 0.01)	0.7070 (< 0.01)	-0.0122 (< 0.01)	1.0319 (< 0.01)	-0.9089 (< 0.01)
	$\alpha_{j,oipc}$	0.0122 (< 0.01)	0.0085 (< 0.01)	0.1330 (< 0.01)	0.0082 (< 0.01)	0.2082 (< 0.01)	0.0881 (< 0.01)
	$\alpha_{j,osp500}$	-0.0022 (0.1636)	-0.0029 (< 0.01)	0.0629 (< 0.01)	-0.0029 (< 0.01)	-0.0688 (< 0.01)	0.2375 (< 0.01)
	$\beta_{j,ipc}$	0.9238 (< 0.01)	0.0208 (< 0.01)	-0.1576 (< 0.01)	-0.1026 (< 0.01)	-0.0729 (< 0.01)	0.9224 (< 0.01)
	$\beta_{j,sp500}$	0.2033 (< 0.01)	0.5374 (< 0.01)	0.2905 (< 0.01)	0.0594 (< 0.01)	0.4901 (< 0.01)	-0.0698 (< 0.01)
	$\beta_{j,fipc}$	0.0107 (< 0.01)	-0.0076 (< 0.01)	0.6418 (< 0.01)	0.0041 (< 0.01)	-0.1989 (< 0.01)	-0.3281 (< 0.01)
	$\beta_{j,fsp500}$	-0.0156 (< 0.01)	-0.0020 (0.7603)	0.2142 (< 0.01)	0.5097 (< 0.01)	0.3931 (< 0.01)	-0.1978 (< 0.01)
	$\beta_{j,oipc}$	-0.0422 (< 0.01)	0.0147 (< 0.01)	0.0142 (< 0.01)	0.0134 (< 0.01)	0.7504 (< 0.01)	0.3152 (< 0.01)
	$\beta_{j,osp500}$	0.0046 (< 0.01)	0.0094 (< 0.01)	-0.2464 (< 0.01)	0.0064 (< 0.01)	0.0121 (0.0586)	0.7503 (< 0.01)

¹ Estimado con RATS v.8

Valor del logaritmo de la función de verosimilitud: -7138.09104384

Los números entre paréntesis son valores ρ

accionario estadounidense se encuentra que los parámetros estimados más importantes en términos numéricos son los correspondientes a su propio comportamiento pasado. En la ecuación que explica la volatilidad de los rendimientos de los futuros del IPC se observa que además de su propia volatilidad pasada, son de importancia para explicar la volatilidad actual, el comportamiento de la volatilidad del subyacente y las volatilidades de los rendimientos del S&P500 y de los futuros de este índice bursátil.

Una situación un tanto diferente se encuentra al observar la ecuación de la volatilidad asociada con los futuros del S&P500, ya que se observa sólo una influencia ligera de los rendimientos del subyacente y, aunque significativas, las relaciones con las volatilidades de los demás rendimientos no son de gran importancia numérica. También en la ecuación de la volatilidad del rendimiento de las opciones sobre el IPC se encuentra una influencia importante de la volatilidad en el mercado accionario estadounidense y de la volatilidad de los futuros sobre el índice bursátil de este mercado, incluso en ambos casos superior a la influencia ejercida por el mercado bursátil mexicano. Para las opciones sobre el S&P500 se observa influencia numéricamente importante de las volatilidades del índice S&P y de los futuros sobre ese índice, además de la propia volatilidad pasada de esas opciones.

CONCLUSIONES

En este artículo se han presentado los resultados de nuestro estudio de la integración entre diversos mercados financieros de México y Estados Unidos. En particular se han analizado las relaciones de los mercados accionarios de dichos países a la luz de su interacción con los mercados de derivados accionarios (futuros y opciones).

Los resultados del análisis de cointegración permiten concluir que entre los mercados accionarios de estos países y los de futuros y opciones de los respectivos índices bursátiles, hay relaciones significativas de largo plazo. Este resultado es congruente con el proceso de integración de los mercados financieros mexicanos con sus contrapartes de Estados Unidos, el cual se ha inducido mediante las reformas al sistema financiero que se han llevado a cabo en México y por el TLCAN. La evidencia de cointegración implica que hay tendencias comunes en el comportamiento de esos mercados, por lo que se puede concluir que hay canales de transmisión de información entre ellos mediante los cuales se pueden diseminar efectos de contagio.

A pesar de que la evidencia encontrada sobre la interacción entre todos los mercados analizados sugiere un proceso de retroalimentación entre los seis mercados, es conveniente destacar que los resultados del análisis econométrico de las relaciones entre dichos mercados indican que el mayor nivel de influencia corresponde a los mercados de Estados Unidos. En última instancia, este resultado parece algo natural debido a la importancia y el papel de liderazgo mundial que se le puede atribuir, dada la magnitud del sistema financiero de ese país.

También es importante señalar que la evidencia mostrada en este estudio únicamente apoya la hipótesis de integración parcial o moderada; de ninguna forma se puede hablar de integración plena, toda vez que únicamente se detectaron dos relaciones cointegrantes o de equilibrio de largo plazo; es decir, no se satisface la condición planteada por Kasa (1992) para considerar que el grupo de mercados analizados forma un sistema plenamente integrado. Este hallazgo implica que a pesar de la presencia de fuerzas comunes capaces de conducir el proceso de valuación en torno a sus relaciones de equilibrio en el largo plazo, las dinámicas particulares de cada mercado pueden ser capaces de apartar a los precios de esas relaciones, por lo menos en lo que tardan en operar las fuerzas del arbitraje para llevar a los precios a su tendencia en torno a esas relaciones de equilibrio. En este sentido, el grado de eficiencia con que operen los mercados mexicanos podrá facilitar que los desequilibrios no generen oportunidades de ganancias por arbitraje más allá de lo que se requiere para el ajuste a las relaciones de equilibrio.

Otra implicación importante de los resultados mostrados es que todavía hay un espacio importante de diversificación de carteras con inversiones accionarias en México y Estados Unidos, lo que facilita de manera natural una cobertura ante la exposición de los riesgos de los inversionistas de ambos países. Además, desde la perspectiva de la administración de riesgos, resulta importante que esta posibilidad de diversificación se puede extender para incluir en las carteras posiciones en futuros y opciones sobre los índices bursátiles de estos países, instrumentos que en estas condiciones no sólo pueden ser medios de cobertura sino también vehículos para la inversión de carteras.

Por otra parte, es conveniente señalar que para continuar avanzando en la comprensión de los vínculos de los mercados financieros mexicanos con los del mundo, en futuras investigaciones se deben analizar los efectos de las condiciones financieras y económicas mundiales sobre esas relaciones. Por ejemplo, es importante profundizar en el estudio de los cambios en el nivel del riesgo en el mercado accionario mexicano, observados por López-Herrera y Venegas-Martínez (2011) como consecuencia del disparo de la crisis financiera en los mercados estadounidenses a fines de la década pasada.

BIBLIOGRAFÍA

- Aggarwal, Raj y N. A. Kyaw (2005), “Equity market integration in the NAFTA region: evidence from unit root and cointegration tests”, *Working paper*, Kent State University, Ohio.
- Atteberry, William L. y Peggy E. Swanson (1997), “Equity market integration: the case of North America”, *North American Journal of Economics and Finance*, 8 (1) pp. 23-37.
- Bala, Lakshmi y Gamini Premaratne (2002), “Volatility spillover and co-movement: some new evidence from Singapore”, *Working paper*, Department of Finance, Pennsylvania State University y Department of Economics, National University of Singapore.
- Benkato, Omar M. y Ali F. Darrat (2000), “On interdependence and volatility spillovers across capital markets: the case of Istanbul stock exchange”, Ponencia, ERF Seventh Annual Conference, Amman, Jordania.
- Beirne, John, Guglielmo M. Caporale, Marianne Schulze-Ghattas y Nicolas Spagnolo (2009), “Volatility spillovers and contagion from mature to emerging stock markets”, *CESifo working paper* núm. 2545, CESifo Research Network, Center for Economic Studies of the University of Munich.
- Bhar, Ramaprasad (2001), “Return and volatility dynamics in the spot and futures markets in Australia: an intervention analysis in a bivariate EGARCH-X framework”, *Journal of Futures Markets* 21, 833-850.
- Bollerslev, Tim y Jeffrey M. Wooldridge (1992), “Quasi-maximum likelihood estimation and inference in dynamic models with time varying covariances”, *Economic Reviews*, 11, pp. 143-172.
- Cabello, Alejandra (1999), *Globalización y liberalización financieras y la bolsa mexicana de valores. Del auge a la crisis*, Plaza y Valdés, México.
- Carmichael, Jeffrey y Michel Pomerleano (2002), *The development and regulation of non-bank financial institutions*, The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, Washington, D.C.
- Chan, Tze-Haw, y Chee Wooi Hooy (2006), “On volatility spillovers and dominant effects in East Asian: Before and after the 911”, *MPRA paper* núm. 2032, Multimedia University.
- Chatrath, Arjun, Mukesh Chaudhry y Rohan Christie-David (1999), “Price discovery among strategically linked markets: the case of the TED spread”, *Journal of Derivatives*, 6 (4), pp. 7-87.
- , Bahram Adrangi y Kambiz Raffiee (2002), “Price discovery and beha-

- vior in crude, gasoline, and heating oil futures”, *Oil and Gas Energy Quarterly*, 51 (2), pp. 279-300.
- Chatrath, Arjun, Bahram Adrangi y Kambiz Raffiee (2006), “Price discovery in soybean futures market”, *Journal of Business and Economics Research*, 4, pp. 77-88.
- Ciner, Cetin (2006), “A further look at linkages between NAFTA equity markets”, *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 16, pp. 338-352.
- Darrat, Ali F. y Omar M. Benkato (2003), “Interdependence and volatility spillovers under market liberalization: The case of Istanbul stock exchange”, *Journal of Business Finance and Accounting*, 30 (7-8), pp. 1089-1114.
- , y Maosen Zhong (2005), “Equity market integration and multinational agreements: the Case of NAFTA”, *Journal of International Money and Finance*, 24 (5), pp. 793-817.
- Doornik, Jurgen A. (1998), “Approximations to the asymptotic distributions of cointegration tests”, *Journal of Economic Surveys*, 12, pp. 573-593.
- Engle, Robert F. (1982), “Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation”, *Econometrica*, 50 (4), pp. 987-1007.
- , y Clive W.J. Granger (1987), “Cointegration and error correction: representations, Estimation and Testing”, *Econometrica*, 55, pp. 251-276.
- , y Raul Susmel (2001), “Common volatility in international equity markets”, *Journal of Business and Economic Statistics*, 11 (2), pp. 167-176.
- Errunza, Vihang R. y Etienne Losq (1985), “International asset pricing under mild segmentation: Theory and test”, *Journal of Finance*, 40 (1), pp. 105-124.
- Eun, Cheol S. y Sangdall Shim (1993), “International transmission of stock market movements”, en Stanley R. Stansell (ed.), *International financial market integration*, Blackwell, Padstow, Cornwall, pp. 259-277.
- Ewing, Bradley T., James E. Payne y Clifford Sowell (1999), “NAFTA and North American stock market linkages: an empirical note”, *North American Journal of Economics and Finance*, 10, pp. 443-451.
- Figuerola-Ferreti, Isabel y Jesús Gonzalo (2010), “Modelling and measuring price discovery in commodity markets”, *Journal of Econometrics*, 158, pp. 95-107.
- Friedman, Joseph y Yochanan Shachmurove (1997), “Co-movements of major European community stock markets: A vector autoregression analysis”, *Global Finance Journal*, 8 (2), pp. 257-277.
- Fung, Alexander Kwok-Wah, Kin Lam y Ka-Ming Lam (2010), “Do the prices

- of stock index futures in Asia overreact to US market returns?”, *Journal of Empirical Finance*, 17, pp. 428-440.
- Galindo, Luis M. y Carlos Guerrero (1999), “La transmisión de las crisis financieras: la relación entre los índices de precios de las bolsas de valores de México y Estados Unidos”, *Economía: Teoría y Práctica*, 11, pp. 83-95.
- Granger, Clive W.J (1981), “Some properties of time series data and their use in econometric model specification”, *Journal of Econometrics*, 16 (1), pp. 121-130.
- Hamao, Y., R.W. Masulis y V. Ng (1990), “Correlations in price changes and volatility across international stock markets”, *Review of Financial Studies*, 3 (2), pp. 281-307.
- Jawadi, Fredj, Nicolas Million y Mohamed El-hédi Arouri (2009), “Stock market integration in the Latin American markets: further evidence from nonlinear modeling”, *Economics Bulletin*, 29 (1), pp. 162-168.
- Johansen, Soren (1988), “Statistical analysis of cointegrating vectors”, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, 231-254.
- (1991), “Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in Gaussian vector autoregressive models”, *Econometrica*, 59, pp. 1551-1580.
- (1992), “Determination of cointegration rank in the presence of a linear trend”, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 54, pp. 383-397.
- (1994), “The role of the constant and linear terms in cointegration analysis of nonstationary time series”, *Econometric Reviews*, 13, pp. 205-231.
- (1994), “Identifying restrictions of linear equations with applications to simultaneous equations and cointegration”, *Journal of Econometrics*, 69 (1), pp. 111-132.
- Juselius, Katarina (2009), *The cointegrated VAR model. Methodology and applications* (reimp.), Oxford University Press, Oxford.
- Kasa, Kenneth (1992), “Common stochastic trends in international stock markets”, *Journal of Monetary Economics*, 29 (1), pp. 95-124.
- Kao, Chung-Wei y Jer-Yuh Wan (2009), “Information transmission and market interactions across the Atlantic - An empirical study on the natural gas market”, *Energy Economics*, 31, pp. 152-161.
- King, Mervyn A. y Sushil Wadhvani (1990), “Transmission of volatility between stock markets”, *Review of Financial Studies*, 3 (1), pp. 5-33.
- Ling, Shiqing y Michael McAleer (2003), “Asymptotic theory for a vector AR-MA-GARCH model”, *Econometric Theory*, 19(2), pp. 280-310.
- Liu, Xiangli, Siwei Cheng, Shouyang Wang, Yongmiao Hong y Yi Li (2008), “An empirical study on information spillover effects between the Chinese copper futures market and spot market”, *Physica A*, 387, pp. 899-914.

- López-Herrera, Francisco y Edgar Ortiz (2007), "Patterns of cointegration at the NAFTA capital markets", *Emerging Markets Letters*, 1(1), pp. 84-96.
- López-Herrera, Francisco, y Alejandra Cabello (2007), "Las bolsas de valores en el área del TLCAN: un análisis a largo plazo", *Problemas del Desarrollo*, 38 (151), pp. 37-61.
- , Edgar Ortiz y Alejandra Cabello (2009), "Las interrelaciones de volatilidad y rendimientos entre los mercados de valores del TLCAN", *Investigación Económica*, 68 (267), pp. 83-114.
- , y Edgar Ortiz (2011), "Vínculos de largo plazo y transmisión de volatilidades en los mercados de capital del TLCAN: análisis VECM-MVGARCH-DCC, en F. Ortiz Arango (coord.), *Avances recientes en valuación de activos y administración de riesgos*, vol. 2, Universidad Panamericana, México, pp. 1-26.
- , y Francisco Venegas-Martínez (2011), "La crisis financiera mundial y la volatilidad del mercado accionario mexicano", en A. Mendoza Velázquez, López-Herrera y Karen Watkins Fassler (coord.), *Reflexiones sobre las crisis financieras*, Centro de Investigación e Inteligencia Económica CHIE-UPAEP y División de Investigación de la Facultad de Contaduría y Administración, UNAM, Puebla, pp. 73-101.
- Lütkepohl, Helmut y Markus Krätzig (2004), *Applied time series econometrics*, Cambridge University Press, Nueva York.
- Márquez Pozos, Jorge M., Alejandro Islas Camargo y Francisco Venegas Martínez (2003), "Corrientes internacionales de capital e inversión extranjera de cartera. El caso de México, 1989-1999", *El Trimestre Económico*, 70 (4), pp. 791-833.
- Nieto, M. Luisa, Ángeles Fernández y M. Jesús Muñoz (1998), "Market efficiency in the Spanish derivatives markets", *International Advances in Economic Research*, 4, pp. 349-355.
- Ortiz, Edgar (2006), "Finanzas y productos derivados. Contratos adelantados, futuros, opciones, swaps", mimeo., Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. UNAM, México.
- Pizzi, Michael A., Andrew J. Economopoulos y Heather M. O'Neill (1998), "An examination of the relationship between stock index cash and futures markets: a cointegration approach", *Journal of Futures Markets*, 18, pp. 297-305.
- Saikkonen, Pentti, y Helmut Lütkepohl (2000a), "Testing for the cointegrating rank of a VAR process with an intercept", *Econometric Theory*, 16, pp. 373-406.
- , y Helmut Lütkepohl (2000b), "Testing for the cointegration rank of a

- VAR process with structural shifts”, *Journal of Business & Economic Statistics*, 18, pp. 451-464.
- Saikkonen, Pentti, y Helmut Lütkepohl (2000c), “Trend adjustment prior to testing for the cointegration rank of a VAR process”, *Journal of Time Series Analysis*, 21, 435-456.
- Taing, Siv y Andrew Worthington (2005), “Return relationships among European equity sectors: A comparative analysis across selected sectors in small and large economies”, *Journal of Applied Economics*, 8 (2), pp. 371-388.
- Trenkler, Carsten (2004), “Determining p-values for systems cointegration tests with a prior adjustment for deterministic terms”, mimeo, Humboldt-Universität zu Berlin.
- Wahab, Mahmoud y Malek Lashgari (1993), “Price dynamics and error correction in stock index and stock index futures markets: a cointegration approach”, *Journal of Futures Markets*, 13, pp. 711-742.
- Yang, Jian y David J. Leatham (1999), “Price discovery in wheat futures markets” *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 31 (2), pp. 359-370.
- , y David A. Bessler (2004), “The international price transmission in stock index futures markets”, *Economic Inquiry*, 42 (3), pp. 370-386.
- Zhong, Maosen, Ali F. Darrat y Rafael Otero (2004), “Price discovery and volatility spillovers in index futures markets: Some evidence from Mexico”, *Journal of Banking and Finance*, 28 (12), pp. 3037-3054.