

Contagio bursátil en los mercados del TLCAN, países emergentes y el mercado global

Héctor Díaz Rodríguez ¹

Universidad Nacional Autónoma de México

Christian Bucio ²

Universidad Autónoma del Estado de México

(Recibido 29 de agosto 2017 ,aceptado 28 de diciembre 2017.)

DOI: <http://dx.doi.org/10.21919/remef.v13i3.327>

Resumen

El presente estudio analiza el contagio bursátil entre los principales mercados de valores de los países del TLCAN (México, Canadá y Estados Unidos), el Índice Accionario de Mercados Emergentes (MSCIE) y el Índice Bursátil Global (MSCIW), durante el periodo 1994- 2016. El cambio en la relación de dependencia entre los mercados se modela a partir de cópula dinámica bivariada. Estimada la dependencia entre las series, se utiliza el modelo autoregresivo con cambio de régimen markoviano (MS-AR) para determinar si dicha relación evoluciona de acuerdo con dos regímenes: alta y baja dependencia. Los resultados muestran que existen cambios importantes en la relación de dependencia, sobre todo, en periodos relacionados con crisis, revelando la existencia de efecto contagio entre los mercados accionarios. La recomendación de política económica derivada es la reestructuración de las políticas de regulación y supervisión orientadas a los flujos de capital. La principal limitación es que los índices MSCIW y MSCIE capturan el comportamiento promedio de los países emergentes y a nivel mundial, lo cual implica dejar de lado el comportamiento particular de cada uno de ellos. La principal contribución es la utilización de una metodología complementaria que no ha sido utilizada hasta el momento para analizar el fenómeno y países objeto de estudio.

Clasificación JEL: G15, C58, D53, F36, G28.

Palabras clave: Cópula dinámica, Cambio de Régimen Markoviano, TLCAN, Mercados bursátiles.

Stock market contagion in the NAFTA, Emerging Countries and the World Market

Abstract

This study aims to analyze the stock market contagion between the main stock markets of the member countries of the NAFTA (Mexico, the United States, and Canada), the Morgan Stanley Capital International Emerging (MSCIE), and the Morgan Stanley Capital International World (MSCIW), during the period of 1994-2016. The change in the dependence relation between the markets is modeled through a dynamic bivariate copula approach. Once the dynamic dependence between the series is estimated, the self-regressive model with Markovian Regiment Change (MS-AR) is used to determine whether dynamic dependence evolves according to two regimes: a low dependence regime and a high dependence regime. The results show that there are significant changes in the dependence relation, particularly, in periods of crisis, showing a contagion effect

¹Apartado 21-244 Col Coyoacán Del Coyoacán 04000 México, D.F. Tel: (5525) 56 58 19 49, Email: hectoruardo12@comunidad.unam.mx

²christianbucio@yahoo.com.mx; rjg2005mx@yahoo.com.mx

between the equity markets. The economic policy recommendation is the restructuring of regulatory and supervisory policies oriented to capital flows. The main limitation is that the indices (MSCIW and MSCIE) capture the average behavior of emerging countries and worldwide, which implies leaving aside the behavior particular to each of them. The main contribution is the use of a complementary methodology that has not been used until now to analyze the phenomenon and countries subject of this study.

JEL Classification: G15, C58, D53, F36, G28.

Keywords: Copula approach, Markovian Regimen Change, NAFTA; Mexico, Stock Markets.

1. Introducción

La posición geográfica que comparten México, Canadá y Estados Unidos ha sido un factor clave y determinante de las relaciones que dichos países sostienen entre sí. La firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en 1994 marcó una importante pauta, sobre todo en materia comercial y de inversión extranjera directa, impactando las tendencias económicas y financieras locales. En este sentido, se han desarrollado algunos trabajos que evidencian el incremento del comercio y de la inversión extranjera directa (Moreno Brid, Rivas Valdivia y Ruiz Nápoles, 2005; Calderón Villarreal y Hernández Bielma, 2011), así como la intensificación de la relación económica local a través de la sincronización de los ciclos económicos, sobre todo, a partir de la entrada en vigor del TLCAN (Rosmy y Simons, 2007; Delajara, 2012; Benavides, Santiago y Ortiz, 2015). Si bien la integración económica y comercial se han hecho presentes en el bloque, el uso intensivo de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) y cambios en la regulación han promovido un incremento en la interconexión financiera y, más aún, bursátil a nivel global, no escapando el TLCAN a dicho proceso. De acuerdo con numerosos trabajos (López Herrera, Ortiz y Cabello, 2009; Calderón-Villareal y Hernández-Bielma, 2011; Titelman Kardonsky y Pérez Caldentey, 2016; Sosa y Ortiz, 2017) la integración bursátil se ha incrementado a partir de la firma del TLCAN, sin embargo, dicho proceso no ha sido lineal, de tal forma que, existen cambios en la intensidad de las relaciones entre mercados a través el tiempo.

En cuanto a la bolsa de valores, no sólo es un importante canal de financiamiento para las empresas, sino también representa un importante indicador que se encuentra íntimamente relacionado con otras variables y mercados, por ejemplo: el mercado de deuda (tasa de interés) y el mercado cambiario (precio relativo de la moneda). Los cambios en la actividad bursátil tienen un fuerte impacto en la economía ya que, cuando los precios accionarios experimentan caídas importantes o incremento en la volatilidad, el riesgo asociado con los mismos se eleva, aumentando también la prima y dividendos que ciertos instrumentos deben pagar para que los inversionistas estén interesados en mantener sus posiciones. Lo anterior, se traduce en incrementos del costo de financiamiento, para las empresas, incremento en los precios y reducción de la competitividad y bienestar; en otras palabras, disrupciones en el mercado de valores conducen a desequilibrios en otras variables financieras y reales.

El contagio bursátil es un fenómeno que, particularmente, en las últimas tres décadas ha elevado su nivel de incidencia, de tal forma que, los desequilibrios que se presentan en un mercado tienden a generalizarse a otros, elevando el nivel de correlación existente entre ellos. Los episodios de contagio bursátil son caracterizados por la presencia de caídas abruptas en los precios (índices accionarios) e incremento en la volatilidad y efecto apalancamiento³ en los mismos (Sosa, Ortiz y Cabello, 2017).

Con base en lo anterior, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo analizar el contagio bursátil entre los principales mercados de los países pertenecientes al TLCAN, el Índice Accionario de Mercados Emergentes (MSCIE) y el Índice Bursátil Global (MSCIW), a lo largo del periodo 1994- 2016. El contagio se define como un incremento abrupto en el co-movimiento de dos mercados, ante la presencia de un shock (Forbes and Rigobon, 2002). Tomando como punto de partida dicha definición, la relación dinámica y no lineal (co-movimiento) entre dos mercados se estima por medio de cópulas bivariadas, empleando ventanas móviles. Una vez que se ha estimado la relación por pares entre los mercados, las series obtenidas son modeladas a partir de una aproximación univariada de tipo autorregresiva con cambio de régimen markoviano (MS-AR), dicha modelación permite evidenciar si es que la relación entre los mercados evoluciona conforme a dos regímenes: alta y baja dependencia. Los momentos en los que se presentan niveles de alta dependencia son aquellos identificados como episodios de contagio. La hipótesis que se pretende validar es que existe una relación de dependencia entre los mercados bajo estudio, lo que determina la existencia de contagio entre aquellos; esa relación de contagio varía a través del tiempo e incrementa de manera importante en periodos de inestabilidad financiera.

La presente investigación contribuye en dos sentidos: i) proponiendo una metodología empírica, complementaria e innovadora, que no ha sido implementada previamente para analizar el objeto de estudio en cuestión y ii) abonando evidencia sobre un tema de suma importancia, el contagio bursátil, en una región comercial que enfrenta importantes retos ante la inminente renegociación y posible desaparición de los acuerdos políticos que han estado vigentes por más de dos décadas y media.

La investigación se encuentra estructurada en cuatro secciones, además de la presente. En la primera parte se desarrolla la revisión de la literatura, en la segunda se describe la metodología y la muestra, la tercera sección presenta y analiza los resultados, la cuarta sección concluye el trabajo.

2. Revisión de la literatura.

La relación entre los mercados financieros ha sido ampliamente estudiada, dentro de esta dinámica los países norteamericanos no han dejado de ser estudiados.

³El efecto apalancamiento o leverage es aquel que se presenta cuando la volatilidad es asimétrica, noticias negativas elevan más la volatilidad que noticias positivas de la misma magnitud

Dentro de las primeras investigaciones que tratan dicho objeto de estudio se encuentran Ewing, Payne y Sowell (1999) los cuales analizan los comovimientos entre los mercados accionarios de los países norteamericanos de 1987 a 1997, el principal resultado es que los mercados no están cointegrados en ese periodo, a pesar del inicio del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en 1994, lo cual significa que no hay evidencia de efecto contagio en la crisis de 1987.

Por su parte, Aggarwal y Kyaw (2005) analizan la integración existente entre los mercados accionarios de los países del TLCAN antes y después de 1993, que es cuando se firma dicho acuerdo. La evidencia apunta a que los mercados se encuentran cointegrados en el periodo posterior a la firma del acuerdo, siendo el mercado estadounidense el que más se encuentra cointegrado con los mercados de México y Canadá, que estos dos últimos entre sí.

Kenourgios y Dimitriou (2015) estudian el efecto contagio durante la crisis financiera global (2007-2009) en seis diferentes regiones que incluyen países desarrollados y en desarrollo, entre ellas analizan a la región del TLCAN. Los resultados apuntan a que existe efecto contagio en los sectores bursátil, financiero y no financiero entre las zonas analizadas, especialmente después de la caída de Lehman Brothers.

En términos de la metodología propuesta, la aproximación empírica de cópulas con cambio de régimen markoviano ha sido recientemente analizada para analizar la interacción entre diversos mercados. Pircalabu y Beth (2017) proponen la estimación de un modelo AR-GARCH con cambio de régimen, para analizar la relación entre los mercados de electricidad europeos, la evidencia empírica sugiere que existe dependencia en las colas de las distribuciones y que los supuestos distribucionales son cruciales en la realización de este tipo de estudios.

Chollete, Heinen y Valdesogo (2009) construyen un modelo de cópulas multivariado con cambio de régimen para analizar la dependencia asimétrica en los retornos financieros de los países del G5 y países latinoamericanos. Los resultados aportan evidencia de que la elección de la metodología de cópulas es importante en términos del Valor en Riesgo en los portafolios internacionales.

Por su parte, da Silva Filho, Ziegelmann y Dueker (2012) emplean cópulas condicionales, a las cuales integran una ecuación que contempla una cadena de markov con el objeto de estimar la dependencia dinámica y los cambios de la misma de acuerdo con dos regímenes no observados de markov en los rendimientos del IBOVESPA, SP 500 y FTSE 100. Se identifican dos regímenes uno de alta y otro de baja dependencia, la metodología empleada parece ser adecuada ya que permite medir la dependencia en las series financieras, capturando los hechos estilizados en las mismas (asimetría, curtosis y colas pesadas).

Siguiendo los estudios previamente señalados, el presente trabajo de investigación analiza la dependencia dinámica por pares entre los rendimientos de los principales mercados de valores del TLCAN, el índice bursátil mundial (MSCIW) y el índice bursátil de países emergentes (MSCIE). Una vez que se estima dicha relación, se examinan los cambios en la dependencia a través del tiempo

de acuerdo con dos regímenes: alta y baja dependencia, los periodos de alta dependencia se asocian a momentos de contagio financiero. Para lograr dicho objetivo se emplea: la estimación de cópulas dinámicas bivariadas, a través de ventanas móviles de 251 días y un modelo autoregresivo con cambio de régimen markoviano (MS-AR por sus siglas en inglés). El periodo de estudio abarca de enero de 1994 a junio de 2016. Se ha elegido dicho periodo debido a que es aquel en el cual ha estado vigente el Tratado de Libre Comercio de América del Norte.

3. Metodología y datos

Para realizar el análisis de dependencia dinámica se emplean datos diarios del índice accionario de países emergentes (MSCI Emerging Markets), el índice bursátil mundial (MSCI World) y los principales índices de los países del TLCAN: IPC-México, SP500- Estados Unidos y TSX- Canadá⁴ de junio de 1994 a junio de 2017, todos los datos están en dólares estadounidenses y han sido homologados de acuerdo a los días hábiles de la bolsa.

El análisis empírico incluye la estimación de la cópula dinámica bivariada, a través de la implementación de ventanas móviles. Si bien, existen diferentes tipos de cópulas, las cópulas Arquimedianas son aquellas que, dada la naturaleza de los datos, permiten realizar un análisis más preciso. Una de las principales ventajas que ofrece esta familia de cópulas, en relación con las demás, es que matemáticamente permiten la reducción en dimensionalidad. En econometría, esta propiedad de las cópulas es potencialmente útil en modelos de variables dependientes limitadas (Smith, 2003), como es el caso de la presente investigación. De entre las cópulas Arquimedianas, la copula Clayton es la que ha sido elegida en la presente investigación, ya que permite capturar adecuadamente el sesgo negativo dentro de las distribuciones, como ocurre con los datos económicos y financieros (Nelson, 1999).

Cópulas Arquimedianas.

La distribución bivariada de las cópulas arquimedianas es representada de la siguiente manera:

$$C_{\alpha}(u_1, u_2) = \phi_{\alpha}^{-1}[\phi_{\alpha}(u_1) + \phi_{\alpha}(u_2)], \quad 0 \leq u_1, u_2 \leq 1 \quad (1)$$

En donde ϕ_{α} es convexo y decreciente, cumpliendo con la siguiente condición $\phi_{\alpha} \geq 0$. La función ϕ_{α} es denominada generador de la cópula C_{α} y la inversa ϕ_{α}^{-1} del generador es la transformada de Laplace de una variable latente denotada γ , la cual induce la dependencia α . Así, la posibilidad de elegir diferentes tipos de generador da como resultado la existencia de distintas cópulas dentro de la familia Arquimediana: Clayton, Gumbel y Frank.

⁴La elección de cada uno de estos índices se basa en el hecho de que son los más importantes para cada economía bajo estudio. Para el caso de los índices MSCIE y MSCIW fueron elegidos como aquellos representativos de la actividad bursátil a nivel global y de países emergentes.

Cópula Clayton.

De manera particular, la cópula bivariada perteneciente a la familia Clayton se describe como sigue:

$$C_\alpha(u_1, u_2) = \{u_1^{1-\alpha} + u_2^{1-\alpha} - 1\}^{1/(1-\alpha)}, \alpha > 1 \quad (2)$$

Con un generador $\phi_\alpha(t) = t^{1-\alpha} - 1$ y transformada de Laplace $\phi_\alpha^{-1}(s) = (1+s)^{1/(1-\alpha)}$

Estimación de los parámetros de la cópula.

Una de las diversas metodologías para estimar los parámetros asociados a la cópula es máxima verosimilitud. Este mecanismo puede ser aplicado para la estimación de cualquier familia de cópulas por que la estimación de los parámetros se puede realizar a partir de la maximización de la función de verosimilitud, expuesta a continuación:

Sea C una copula definida por la ecuación (1)

$$F(x_1, \dots, x_n) = C(F_1(x_1), \dots, F_n(x_n)) \quad (3)$$

con una función de densidad tal que

$$f(x_1, \dots, x_n) = c(F_1(x_1), \dots, F_n(x_n)) \cdot \prod_{j=1}^n f_j(x_j) \quad (4)$$

Sea X a r.v.i.i.d. un vector una función de distribución multivariada F y funciones de distribución marginales continuas F_1, \dots, F_n ; la función de máxima verosimilitud es definida como:

$$l(\theta) = \sum_{j=1}^n \ln c(F_1(x_{j,1}), \dots, F_n(x_{j,n})) + \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^d \ln f_i(x_{j,i}) \quad (5)$$

Donde θ es el conjunto de parámetros, tanto de las marginales como de la cópula. De esta manera, dado el conjunto de marginales y una cópula, la función de log-verosimilitud puede ser maximizada obteniendo de esta forma el estimador de máxima verosimilitud.

$$\hat{\theta}_{MLE} = \text{máx} \theta \in \Theta l(\theta) \quad (6)$$

3.1 Modelo MS-AR

Ya estimada la relación por pares, la dependencia dinámica es modelada a partir de un modelo autoregresivo de cambio de régimen markoviano (MS-AR) con el propósito de probar si la dependencia dinámica evoluciona a través de dos regímenes: alta y baja dependencia. Este análisis permitirá confirmar la presencia de efecto contagio en los periodos relacionados a crisis (1994, 2001, 2008, 2012, entre otros).

Una serie de tiempo y_t puede ser modelada a partir de un modelo MS-AR de orden p , con cambios de régimen en media y varianza y se puede representar de la siguiente manera (Hamilton, 1989):

$$y_t = \mu(s_t) + [\sum_{i=1}^p \theta_i (y_{t-1} - \mu(s_t))] + \sigma(s_t) \varepsilon_t \quad (7)$$

Donde \emptyset_i son coeficientes autoregresivos, μ y σ son la media y desviación estándar, dependientes del régimen s_t en el tiempo t . y_t representa la relación de dependencia entre los mercados accionarios considerados en la muestra. Este modelo MS-AR detecta cambios potenciales de régimen en la relación de dependencia entre los índices y permite estimar el impacto de las crisis en las relaciones de dependencia bursátil (Chkili and Nguyen, 2014).

La inclusión de cambios estructurales en el análisis de series de tiempo es sumamente importante, sobre todo en aquellos periodos de tiempo que incluyen turbulencia financiera originada por crisis. En este sentido, la estimación del MS-AR es adecuada para visualizar los cambios de régimen potenciales en la dependencia, siendo los periodos de alta dependencia identificados como aquellos en los que hay contagio bursátil.

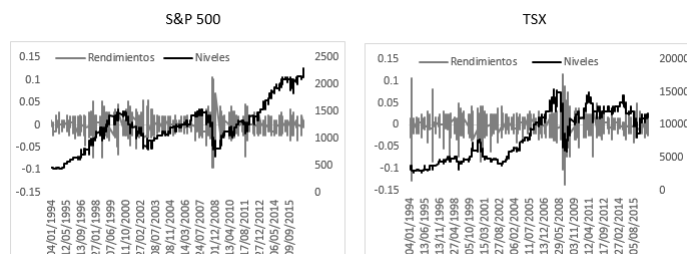
4. Resultados

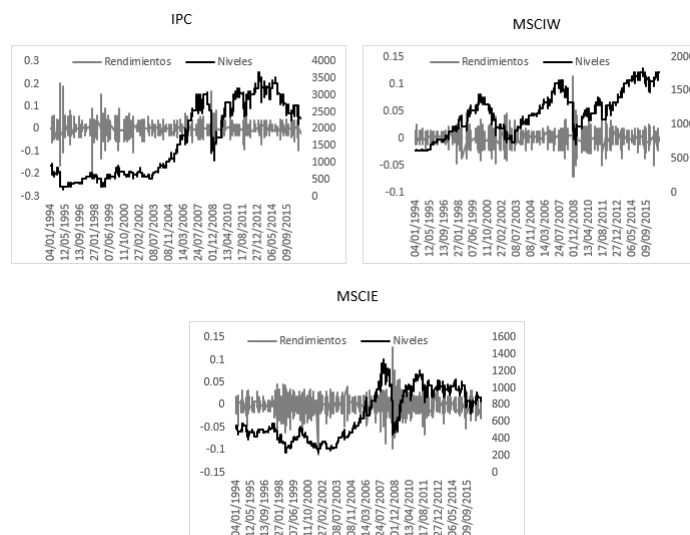
El gráfico 1 permite observar los cambios que han experimentado los índices bursátiles y sus rendimientos. A simple vista, se puede observar que todos los índices presentaron un importante crecimiento en el periodo entre crisis (dot-com y subprime) 2003-2007 y una importante caída en agosto del año 2007, fecha en la cual se registró el inicio de la crisis subprime.

De manera particular, el índice estadounidense SP500 y el índice global MS-CIW experimentaron periodos de crecimiento de enero de 1994 a mayo del 2000, de junio de 2003 a julio del 2007 y de marzo del 2009 en adelante. La primera caída en el año 2000 coincide con el génesis de la crisis dot-com, el mínimo registrado en 2003 podría deberse a la reacción de los mercados ante la invasión de Irak y el desplome en la bolsa de 2007 se puede explicar por el estallido de la crisis subprime.

Los rendimientos bursátiles permiten observar clusters de volatilidad y asimetría en la misma, sobre todo en el periodo de la crisis asiática y rusa (1997-1988), dot com (2001-2002), en la invasión de Irak (2003) y con más intensidad en el periodo de crisis financiera global (2007-2012). Para el caso específico de los mercados mexicano, canadiense y emergentes, también se pueden notar cambios abruptos relacionados con el periodo del denominado *efecto tequila*.

Gráfico 1. Índices accionarios en niveles y rendimientos.





Fuente: Elaboración propia.

La tabla 1 presenta los estadísticos descriptivos de los rendimientos bursátiles. Si bien, todas las series muestran un rendimiento promedio positivo, el más alto es el índice norteamericano. Si se utiliza a la desviación estándar como un indicador del riesgo, se puede observar que el índice mexicano es el que presenta mayor riesgo a lo largo del periodo. El sesgo negativo de las series confirma que la elección de la cópula Clayton es correcta, por su capacidad para capturar dicha característica en las series. Los datos de curtosis revelan que las series presentan exceso en la misma, es decir, colas pesadas y forma puntiaguda en la distribución. Con base en estas características, la metodología de cópulas nos permite estimar la dependencia en las marginales, describiendo adecuadamente la dependencia entre las series. Finalmente, la prueba de Jarque-Bera indica que las series no son normales.

Tabla 1. Índices accionarios en niveles y rendimientos.

	Media	DE	Sesgo	Curtosis	Jarque-Bera	Probabilidad
SYP	0.000285	0.012066	-0.261063	10.70787	13672.58	(0.00)*
TSX	0.000224	0.013549	-0.605124	14.43618	30296.49	(0.00)
IPC	0.000179	0.01975	-0.20119	14.99488	32996.93	(0.00)
MSCIW	0.000195	0.010101	-0.235044	12.13393	19162.76	(0.00)
MSCIE	8.08E-05	0.012517	-0.514317	12.87779	22594.2	(0.00)

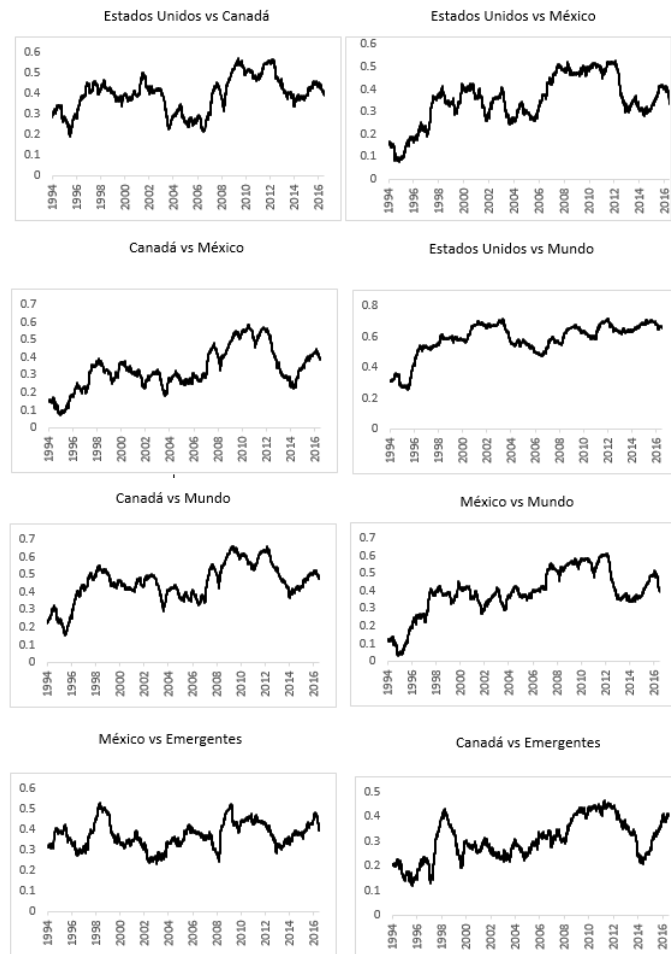
*Valores entre paréntesis indican probabilidad.

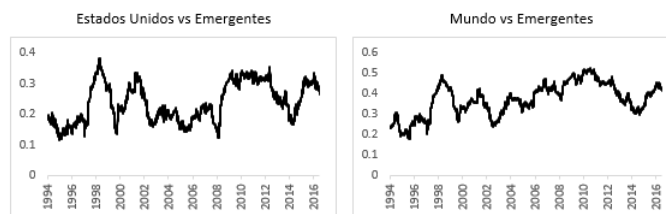
Fuente: Elaboración propia con base en resultados de este estudio

Estimación de la cópula bivariada.

El gráfico 2 contiene los resultados de la estimación de la dependencia dinámica. Se observa que en las relaciones que sostiene Estados Unidos con el resto de los mercados, la dependencia incrementa en el periodo de junio de 1995 a marzo del 2003, disminuye del año 2003 al 2006 y vuelve a incrementar de finales del 2007 a principios de 2014. Lo anterior sugiere que existe efecto contagio en el periodo relacionado con las crisis asiática, rusa, dot com y crisis financiera global.

Gráfico 2. Dependencia dinámica, estimada a través de cópulas bivariadas.





Fuente: Elaboración propia con resultados de la estimación.

A lo largo del periodo se observa que la relación de dependencia entre los mercados de México y Canadá va en ascenso, teniendo un incremento importante de 2008 a 2013, aparentemente, las crisis anteriores no tuvieron efectos tan importantes en la dependencia de ambos mercados.

Para el caso de los mercados emergentes y las relaciones que sostienen con el resto de los índices bajo estudio, se hace evidente la importancia que tuvo la crisis asiática a nivel global, incrementando de manera abrupta la dependencia entre todos los mercados y los mercados emergentes; fue tal la importancia que en algunos casos los niveles de dependencia casi se duplicaron.

La tabla 2 presenta los niveles de dependencia promedio por periodos. Se puede observar que a lo largo del periodo la dependencia/integración entre los mercados ha incrementado de manera importante, como resultado del proceso de globalización financiera, pasando de 0.22 a 0.4. Igualmente, es posible notar que en el periodo de crisis asiática y rusa la dependencia se incrementó en 34 %, con respecto al año 1996. El periodo de la crisis financiera global (CFG) es aquel en el cual se ha incrementado de manera más importante la dependencia (niveles de co-movimiento) entre los mercados (38 %) en relación con el periodo inmediato anterior.

Tabla 2. Niveles de dependencia promedio por periodo.

	Crisis mexicana (1994-1995)	1996	Crisis Asiática y Rusa (1997-1998)	1999-2000	Crisis Dot-com ** (2000-2001)	2002-2006	CFG+ (2007-2012)	(2013-2016)
Kendall	0.22	0.29	0.39	0.37	0.38	0.34	0.47	0.39

Fuente: elaboración propia con resultados de la estimación.

Los resultados de la cópula dinámica revelan que en el periodo en el que se presentaron los efectos de la crisis financiera global sí existió contagio bursátil entre todos los mercados. Para el caso de los países emergentes y su relación con el resto de los países bajo análisis, hay evidencia de que existió contagio financiero en la crisis financiera global y, sobre todo, en la crisis asiática y rusa.

De manera complementaria al cálculo de la cópula dinámica, se verifica si dicha relación evoluciona de acuerdo con dos regímenes: alta y baja dependencia, el primero de ellos se identifica como contagio financiero. Para la estimación del modelo MS-AR, es necesario verificar la condición de estacionaridad en las series, es decir que no presenten raíces unitarias. En la tabla 3 se muestran los resultados de la estimación de dicha prueba, los cuales indican que se rechaza la hipótesis nula: las series presentan raíz unitaria, es decir, los valores de la dependencia dinámica son mayores que el valor crítico de Mc Kinnon al 1 % de significancia.

Tabla 3. Prueba de raíces unitarias ADF.

EU - CAN	EU - MEX	CAN - MEX	EU - MUNDO	CAN - MUNDO	MEX - MUNDO	MEX - EMER	CAN - EMER	EU - EMER	EMERG - MUNDO
1.55*	-2.30*	-1.79*	-1.33*	-1.21*	-2.09*	-3.39*	-1.77*	-1.94*	-2.14*

*Valores del estadístico t, significativos al 1 %.

Una vez que se comprueba que las series son estacionarias, se lleva a cabo la prueba de log-verosimilitud (LR), la cual permite probar si un modelo que incorpora cambios de régimen (MS-AR) captura mejor el comportamiento de la serie que uno que es lineal (AR). La prueba se realiza de la siguiente manera:

$$LR = 2 \times |\ln L_{MS-AR} - \ln L_{AR}| \quad (8)$$

Donde $\ln L$ es la logverosimilitud de los modelos contrastantes. El modelo que mejor se ajusta es seleccionado a partir de los valores críticos de Davies (1987). Esta prueba ha sido utilizada por diversos estudios (Kanas, 2005; Wang and Theobald, 2008; Chkili and Nguyen, 2014), para probar que las series muestran un comportamiento cambiante a través del tiempo. Para reforzar los resultados de la prueba de log-verosimilitud, también se presenta la prueba de Akaike. La tabla 4 muestra los resultados, indicando que los valores de log-verosimilitud del modelo MS-AR son sustancialmente mayores que los de los modelos AR. Del mismo modo, los valores de la prueba de Akaike son mucho menores para el modelo con cambio de régimen que para aquel que es lineal.

Tabla 4. Prueba LR y AIC.

	LnL(AR)	LnL(MS-AR)	LR	AIC (AR)	AIC(MS-AR)
EU vs CAN	5440.597	23254.7	35628.206	-2.070256	-8.847841
EU vs MEX	4460.349	23163.66	37406.622	-1.697183	-8.81319
CAN vs MEX	3919.32	23182.91	38527.18	-1.491273	-8.820518
EU vs MUNDO	4786.57	24187.87	38802.6	-1.82134	-9.202994
CAN vs MUNDO	4515.94	23576.43	38120.98	-1.71834	-8.970289
MEX vs MUNDO	3589.308	23240.64	39302.664	-1.365674	-8.842488
MEX vs EMERG	7025.273	23143.26	32235.974	-2.673367	-8.805428
CAN vs EMERG	5673.311	22963.52	34580.418	-2.158824	-8.73702
EU vs EMERG	6978.755	22565.25	31172.99	-2.655158	-8.583811
EMERG vs MUNDO	5928.134	23210.1	34563.932	-2.256237	-8.832548

Fuente: Elaboración propia con datos de la estimación.

La estimación de la prueba LR y AIC revela que el modelo de cambio de régimen markoviano es más adecuado para capturar el comportamiento de la dependencia dinámica, por lo cual, se estima el modelo MS-AR, los resultados se encuentran en la tabla 5. Las desviaciones estándar (12 and 22) son estadísticamente significativas al 1 %, lo que sugiere la existencia de dos regímenes. En el panel a) el primer régimen es de baja dependencia y el segundo de alta dependencia, mientras que en el panel b) es al revés, el primero de alta y el segundo de baja.

Como era de esperarse, la probabilidad de estar en un régimen de alta dependencia (P22) es menor que la probabilidad de estar en uno de baja (P11), para todos los casos. Lo anterior evidencia que el régimen de baja dependencia presenta mayor persistencia que aquel de alta dependencia. La relación de dependencia con mayor persistencia en el régimen de baja dependencia es Estados Unidos-Países Emergentes (0.9246), mientras que la relación de dependencia que presenta la mayor persistencia en el régimen de baja dependencia es México-Países Emergentes (0.6295).

Los resultados de la duración promedio de cada régimen (d1 and d2) confirman la presencia de dos regímenes. Las relaciones de dependencia con mayor duración promedio en el régimen de alta dependencia son Estados Unidos-Países Emergentes con 13 días y Canadá-Emergentes y Estados Unidos-México con 8 días. Las relaciones de dependencia con mayor duración promedio en el régimen de baja dependencia son México-Emergentes y Estados Unidos-Mundo.

Tabla 5. Resultados del MS-AR.

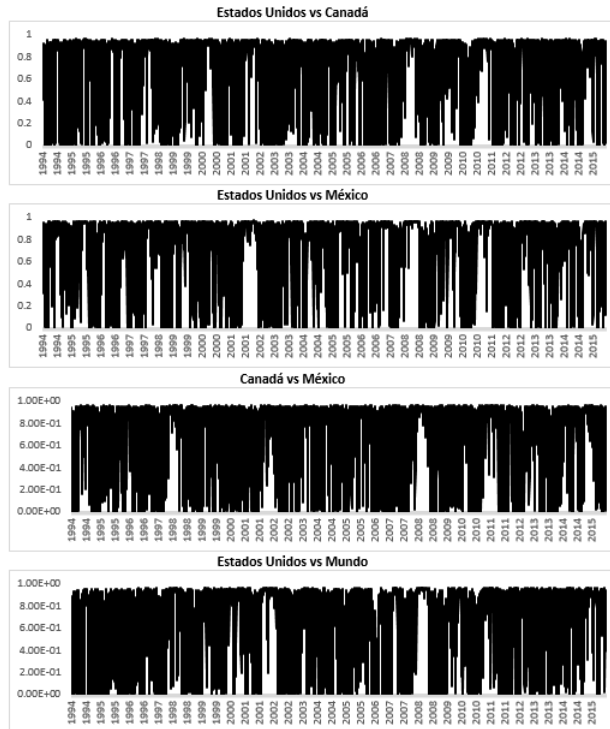
Panel a)										
	EU vs CAN	EU vs MEX	EU vs EMERG	EU vs MUNDO	CAN vs MUNDO					
Const(1)	0.39721*	-0.00128	0.35760*	-0.00173	0.21344*	-0.02477	0.59082*	-0.00019	0.45969*	-0.00012
Const(2)	0.39736*	-0.00128	0.35775*	-0.00175	0.21360*	-0.02477	0.59078*	-0.00018	0.45959*	-0.00013
AR1	0.99988*	-0.00039	0.99921*	-0.00033	0.99966*	-0.00064	0.99943*	-0.00032	0.99994*	-0.00029
σ_1^2	-6.30616*	-0.04043	-6.25768*	-0.02951	-6.08317*	-0.01997	-6.56613*	-0.04582	-6.38979*	-0.03423
σ_2^2	-5.13811*	-0.07998	-5.08298*	-0.04904	-4.69342*	-0.03632	-5.33990*	-0.05179	-5.16609*	-0.04954
P11	0.85106		0.87505		0.9246		0.84323		0.80659	
P22	0.5641		0.59641		0.61833		0.62922		0.41095	
d1	6.71397		8.00311		13.26181		6.37868		5.17045	
d2	2.29413		2.47775		2.62006		2.69703		1.69765	
Panel b)										
	MEX vs MUNDO	MEX vs EMERG	CAN vs EMERG	CAN vs MEX	EMERG vs MUNDO					
Const(1)	0.400383*	-0.000538	0.374324*	-0.000108	0.300317*	-0.009836	0.337697*	-0.000739	0.470111*	-0.005095
Const(2)	0.400457*	-0.000532	0.374298*	-0.000109	0.300288*	-0.009829	0.337885*	-0.00074	0.469963*	-0.005093
AR1	0.999478*	-0.000274	1.000022*	-0.00049	0.999549*	-0.000431	0.99995*	-0.000274	0.999323*	-0.000283
σ_1^2	-5.045261*	-0.06196	-5.069197*	-0.049461	-4.98727*	-0.031861	-5.070759*	-0.046959	-5.082015*	-0.029378
σ_2^2	-6.301947*	-0.037988	-6.31369*	-0.034424	-6.200859*	-0.022818	-6.304428*	-0.033293	-6.32524*	-0.024364
P11	0.437678		0.629573		0.538576		0.529164		0.626207	
P22	0.835895		0.871647		0.876579		0.849001		0.869739	
d1	1.77834		2.699584		2.167206		2.123884		2.675276	
d2	6.093658		7.791005		8.102361		6.622562		7.676881	

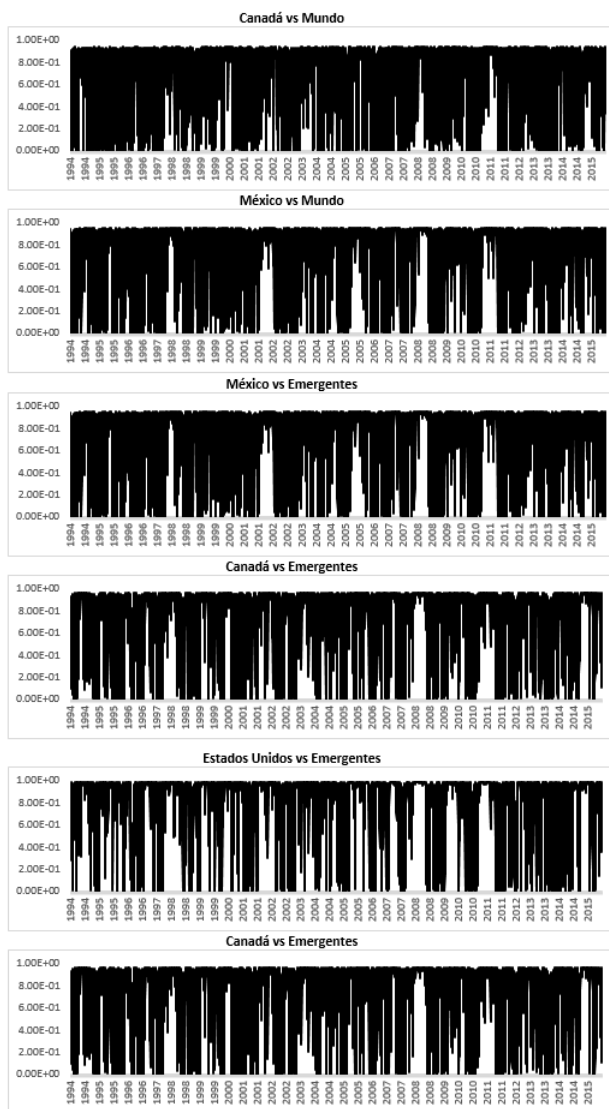
Nota: Los valores entre paréntesis indican la desviación estándar. * indica que los valores son significativos al 1%.

Fuente: Elaboración propia con datos de la estimación

Los resultados obtenidos por parte del modelo MS-AR corroboran la presencia de dos regímenes de dependencia: alta y baja. Resaltan los resultados de las relaciones existentes entre Estados Unidos-Mundo, Estados Unidos-Países Emergentes, México-Países Emergentes y México-Estados Unidos. Lo previamente señalado podría ser un indicador de que, tanto Estados Unidos como México, funcionan como una especie de nodos en términos de contagio. Para complementar el análisis previamente realizado, el gráfico 3 presenta la probabilidad suavizada de estar en un régimen de alta dependencia, y los siguientes gráficos permiten observar en qué periodos existió mayor probabilidad de contagio.

Gráfico 3. Probabilidad suavizada de estar en el régimen de alta dependencia.





Fuente: Elaboración propia con resultados de la estimación.

En el gráfico 3, se observan claramente los periodos de alta dependencia bursátil, los cuales de acuerdo con la definición de Forbes y Rigobon (2012) se relacionan con episodios de contagio (incremento abrupto en el co-movimiento entre mercados). Durante el periodo en el que se observa alta dependencia son aquellos relacionados con la crisis de 1994 en México, la crisis asiática y rusa (1997 y 1998), la crisis dot com (2001 y 2002), la invasión a Irak en 2003 y, sobre todo, a partir del año 2007. En este último periodo destacan algunos momentos como el estallido de la crisis subprime en agosto 2007, la caída de Lehman Brothers en septiembre de 2008, múltiples acontecimientos relacionados con la crisis de la deuda soberana (2010, 2011), la agudización de la crisis en Grecia (2015) y el impacto del Brexit y Grexit en (2016).

Es importante destacar que las relaciones con mayores y más amplios episodios de alta dependencia son: Estados Unidos-Mundo, lo cual se explica por la importancia de dicho mercado bursátil a nivel global, seguido por México-Estados Unidos explicado por los vínculos financieros, económicos, comerciales y políticos que sostienen y México-Emergentes y Canadá-Emergentes. Lo anterior sugiere que México es vulnerable al contagio bursátil proveniente desde Estados Unidos y desde otros países emergentes, haciendo de este un país vulnerable a los choques financieros.

5. Conclusiones.

Debido a las importantes consecuencias del contagio bursátil, un gran número de trabajos han surgido en torno al estudio de dicho fenómeno. La región de América del Norte, encuadrada en el Tratado de Libre Comercio de América del Norte, ha experimentado procesos de integración comercial, económicos y financieros que han derivado en una mayor dependencia bursátil entre los mercados. En este sentido, es de suma importancia analizar los cambios en dicha dependencia a través del tiempo, con el objetivo de determinar si ha existido contagio bursátil, de qué intensidad y en qué periodos.

Con base en lo anterior, la presente investigación analiza la dependencia dinámica entre los mercados accionarios del bloque TLCAN, el índice de países emergentes (MSCIE) y el índice mundial (MSCIW) de enero de 1994 a junio de 2016. Para lograr dicho objetivo se emplea una metodología no lineal y asimétrica que contempla la estimación de la cópula dinámica a partir de ventanas móviles de 251 días y un modelo de cambio de régimen markoviano para corroborar si dicha relación de dependencia evoluciona de acuerdo con dos regímenes: alta y baja dependencia, siendo el primero de ellos identificado como contagio.

Los resultados de la investigación arrojan que, en primer lugar, durante el periodo de 1994 a 2016 ha existido un incremento en la dependencia entre los mercados bajo análisis, producto del proceso de integración y globalización financiera. Segundo, la dependencia incrementó de forma importante en los años 1997-1998 derivado de las crisis asiática y rusa, sobre todo, en las relaciones que involucran a los mercados emergentes, pero también registra un incremento importante para todas las relaciones bajo estudio en el periodo 2007-2012, que

es aquel en el que se identifican los efectos de la crisis financiera global. En tercer lugar, la relación de dependencia dinámica entre los mercados evoluciona de acuerdo con dos regímenes: alta y baja dependencia. El análisis de cambio de régimen markoviano permite confirmar y complementar los resultados obtenidos con la cópula, evidenciando de forma particular y específica en que momento incrementa la dependencia entre los mercados.

Un hallazgo importante dentro de esta investigación es la relación Estados Unidos-Mundo la cual es alta, persistente y con múltiples episodios de alta dependencia. Igualmente, destaca la relación México- Estados Unidos y México-Emergentes, ya que existen múltiples episodios de alta dependencia en ambas relaciones. Esta información es de gran utilidad en términos de política económica y administración de cartera, sobre todo, en lo relacionado con la diversificación del riesgo.

Los resultados obtenidos tienen implicaciones de política exterior, de manera particular, en lo relacionado al tratado de libre comercio, actualmente en proceso de renegociación. De manera específica, para redefinir los lineamientos de las relaciones trinacionales en materia financiera y bursátil, resaltando la necesidad de políticas de regulación y supervisión de los flujos de capital entre estos países. Lo anterior adquiere especial relevancia a la luz de la inestabilidad cambiaria que, durante el último año, si bien no de manera exclusiva, ha vivido la economía mexicana; en esta dirección la regulación de flujos de capital pudiera ser no solo un instrumento auxiliar de estabilización cambiaria, sino incluso de las expectativas inflacionarias internas.

Otros estudios podrían incluir el análisis de mercados que han estado ganando representación en el ámbito bursátil internacional. Igualmente, se podría incluir a otros mercados (divisas, renta fija, mercaderías, etc) para analizar su relación de dependencia con el mercado bursátil.

Referencias

- Aggarwal, R., Kyaw, N. A. (2005). *Equity market integration in the NAFTA region: Evidence from unit root and cointegration tests*. International Review of Financial Analysis, 14(4), 393-406.
- Benavides, D. R., Santiago, V. L., Ortiz, E. (2015). *Sincronizaron México y Estados Unidos sus ciclos económicos con el TLCAN?*. Contaduría y administración, 60, 195-229.
- Calderón Villarreal, C., Hernández Bielma, L. (2011). *El TLCAN una forma de integración económica dualista: comercio externo e inversión extranjera directa*. Estudios sociales (Hermosillo, Son.), 19(37), 91-118.
- Calderón Villarreal, C., Hernández Bielma, L. (2011). *El TLCAN una forma de integración económica dualista: comercio externo e inversión extranjera directa*. Estudios sociales (Hermosillo, Son.), 19(37), 91-118.
- Chkili, W., Nguyen, D. K. (2014). *Exchange rate movements and stock market returns in a regime-switching environment: Evidence for BRICS countries*. Research in International Business and Finance, 31, 46-56.
- Chollete, L., Heinen, A., Valdesogo, A. (2009). *Modeling international financial returns with a multivariate regime-switching copula*. Journal of financial econometrics, 7(4), 437-480.
- Da Silva Filho, O. C., Ziegelmann, F. A., Dueker, M. J. (2012). *Modeling dependence dynamics through copulas with regime switching*. Insurance: Mathematics and Economics, 50(3), 346-356.

- Davies, R. B. (1987). *Hypothesis testing when a nuisance parameter is present only under the alternative*. *Biometrika*, 74 (1987), pp. 3–43
- Delajara, M. (2012). *Sincronización entre los ciclos económicos de México y Estados Unidos: Nuevos resultados con base en el análisis de los índices coincidentes regionales de México (No. 2012-01)*. Working Papers, Banco de México.
- Ewing, B. T., Payne, J. E., Sowell, C. (1999). *NAFTA and North American stock market linkages: An empirical note*. *The North American Journal of Economics and Finance*, 10(2), 443-451.
- Forbes, K. J., Rigobon, R. (2002). *No contagion, only interdependence: measuring stock market comovements*. *The Journal of Finance*, 57(5), 2223-2261.
- Hamilton, J. D. (1989). *A new approach to the economic analysis of nonstationary time series and the business cycle*. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 357-384.
- Kanas, A. (2005). *Nonlinearity in the stock price-dividend relation*. *Journal of International Money and Finance*, 24(4), 583-606.
- Kenourgios, D., Dimitriou, D. (2015). *Contagion of the global financial crisis and the real economy: A regional analysis*. *Economic Modelling*, 44, 283-293.
- López Herrera, F., Ortiz, E., Cabello, A. (2009). *Las interrelaciones de volatilidad y rendimientos entre los mercados de valores del TLCAN*. *Investigación económica*, 68(267), 83-114.
- Moreno Brid, J. C., Rivas Valdivia, J. C., Ruiz Nápoles, P. (2005). *La economía mexicana después del TLCAN*. *Revista Galega de Economía*, 14(1-2).
- Nelson, R. B. (1999) *An Introduction to Copulas*, Springer, New York.
- Ortiz, É., López Herrera, F., Cabello, A. (2007). *Las bolsas de valores en el área del TLCAN: un análisis a largo plazo*. *Problemas del desarrollo*, 38(151), 37-61.
- Pircalabu, A., Benth, F. E. (2017). *A regime-switching copula approach to modeling day-ahead prices in coupled electricity markets*.
- Rosmy, L., Simons, D. (2007). *Is there a North American business cycle? an analysis of the period 1963-2002*. *Applied Econometrics and International Development*, 7(2), 109-120.
- Smith, M. D. (2003). *Modelling sample selection using Archimedean copulas*. *The Econometrics Journal*, 6(1), 99-123.
- Sosa, M., Ortiz, E. (2017). *Global Financial Crisis Volatility Impact and Contagion Effect on NAFTA Equity Markets/Impacto de la volatilidad y efecto de contagio de la crisis global financiera en los mercados bursátiles del TLCAN*. *Estocástica: finanzas y riesgo*, 7(1), 67-88.
- Sosa, M., Ortiz, E., Cabello, A. (2017). *Crisis financiera global y su impacto en la dinámica bursátil europea y americana*. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas Nueva Época REMEF (The Mexican Journal of Economics and Finance)*, 12(3).
- Titelman Kardonsky, D., Pérez Caldentey, E. (2016). *Los espacios de cooperación e integración financiera regional en un mundo posterior a la crisis. Desarrollo e integración en América Latina*. Santiago: CEPAL, 2016. LC/G. 2674. p. 209-258.
- Wang, P., Theobald, M. (2008). *Regime-switching volatility of six East Asian emerging markets*. *Research in International Business and Finance*, 22(3), 267-283.