



DIVERSIFICACIÓN TEMPORAL EN CARTERAS DE INVERSIÓN: EVIDENCIA CON EMISORAS MULTILATINAS

RESUMEN

El presente documento da cuenta de las posibilidades de reducir el riesgo en diferentes horizontes de inversión a partir del principio de diversificación de Markowitz (1952). El estudio se llevó a cabo aplicando el enfoque de la descomposición por multirresolución a través de *wavelets*, que permite descomponer una serie de tiempo en diferentes escalas de tiempo. Los datos consisten en precios semanales de emisoras Multilatinas mexicanas y brasileras consideradas como las de mayor potencial de crecimiento según *ranking* 2011 de Americaeconomía. Los resultados demuestran que la estructura de correlación entre las rentabilidades de los índices bursátiles y las rentabilidades de emisoras es cambiante en diferentes escalas de tiempo —lo cual refleja oportunidades de diversificación “temporal”—; lo dicho, en contraste con la correlación global que refleja una fuerte asociación en los movimientos de los precios accionarios



JESÚS CUAUHTÉMOC TÉLLEZ GAYTÁN*
LAURA JIMÉNEZ FERRETIZ**
JUAN CARLOS LÓPEZ CABAÑAS***

y con ello elimina las posibilidades de diversificación. El estudio aporta evidencia adicional a la caracterización descrita por Ramsey y Lampart (2007) respecto de las relaciones entre series económicas debido a la presencia de la escala de tiempo.

Palabras clave: Diversificación, correlación, *wavelets*, análisis por multirresolución.

TEMPORARY DIVERSIFICATION OF INVESTMENT PORTAFOLIOS: EVIDENCE FOR ENTITIES MULTILATINAS

ABSTRACT

This paper aims to show the possibilities of lowering risk on investment portfolios based on Markowitz's (1952) diversification principle. The research was performed by applying the Multiresolution Decomposition (MRD) approach using wavelets, in which time series are decomposed into different resolution levels and each level is associated to a different time-scale. Data consist of selected equity asset prices of Mexican and Brazilian multinational companies considered by 2011 AmericaEconomía as having the highest potential for growth. Empirical results show a varying correlation

structure among equity indices and asset returns at different time scales, which may allow for temporal diversification opportunities against a strengthened global correlation which may not permit diversification. This research adds to Ramsey and Lampart (2007) empirical findings about time series behavior whenever time scale is considered in the analysis.

Keywords: Diversification, Correlation, Wavelets, Multiresolution Analysis.

INTRODUCCIÓN

La idea de diversificación (eficiente) propuesta por Markowitz (1952) alude a la disminución del riesgo mediante la estructuración de carteras con activos cuyas correlaciones o movimientos paralelos sean débiles; idea que complementaría el enfoque tradicional de diversificación basada en la cantidad de títulos y representatividad de los mismos en la cartera. Posteriormente, Grubel (1968) y Levy y Sarnat (1970) desarrollaron el enfoque de diversificación internacional, bajo el cual argumentaban que las ganancias en la riqueza igualmente son posibles —e incluso hasta mayores— al invertir en activos internacionales cuyas correlaciones sean bajas. Otros estudiosos del tema, entre los cuales Chen et al (2002), Re-

* Doctor, profesor Universidad Autónoma del Carmen, Facultad de Ciencias Económico Administrativas, México. Correo-e: jtellez@pampano.unacar.mx.

** Doctora, profesora Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Comercio y Administración, México. Correo-e: ljimenez@uat.edu.mx.

*** Magíster, profesor Universidad Autónoma del Carmen, Facultad de Ciencias Económico Administrativas, México. Correo-e: jclopez@pampano.unacar.mx.

Recibido: 12 de octubre de 2012, aceptado: 8 de noviembre de 2013.

Para citar el artículo: Téllez, J.C.; Jiménez, L.; López, J.C. (2014). "Diversificación temporal en carteras de inversión: evidencia con emisoras multilaterales", en *Sotavento MBA*, No. 23, pp. 8-31.

zayat y Yavas (2006) y Fadhlaoui et al. (2009), se han ocupado de analizar posibilidades de diversificación en regiones cuyos países ofrecen integración económica y financiera.

En cuanto a la relación “temporal” entre las variables económico-financieras, conviene indicar que se han presentado cuestionamientos en el transcurso del tiempo; al respecto, Ramsey y Lampart (1997) argumentan que la presencia de *escalas de tiempo* genera ambigüedad en las relaciones entre variables. En estudio posterior, Chukwuogor-Ndu y Kasibhatla (2007) cuestionan los estudios de largo plazo (co-integración) planteando que sería ingenuo establecer que se eliminarían los beneficios de la diversificación internacional en carteras de inversión; así las cosas, recomiendan incluir la *escala de tiempo* como una caracterización adicional de los datos económicos.

El factor *escala de tiempo* en las relaciones de variables económicas y financieras ha sido objeto de estudios en diversos momentos. Una de las primeras contribuciones sobre el particular proviene de Ramsey y Lampart (1997), quienes analizaron las relaciones de variables macroeconómicas a través de la descomposición de las series económicas en diferentes niveles de frecuencia-escala, utilizando la transformada *wavelet* y pruebas de causalidad de Granger para cada nivel de descomposición. Lee (2004) estudió lo relativo a la transmisión de precios y volatilidad entre los mercados accionarios coreano y estadounidense, para finalmente demostrar que los rendimientos accionarios se deben principalmente a fluctuaciones de muy corto tiempo. Fernández (2005) se ocupó de descomponer el Valor en Riesgo (VaR) y la beta de CAPM (Capital Asset Pricing Model) para mercados accionarios emergentes, a través de la transformada *wavelet* discreta de máximo traslape (TWDMT). Lai et al. (2006) estimaron el riesgo de mercado del crudo a través de un enfoque híbrido *wavelets*-GARCH (1,1).

Lien y Shresta (2007), Rúa y Nunes (2009) también han contribuido con sus aportes sobre el tema. Los primeros estimaron la razón de cobertura para 23 contratos de futuros sobre *commodities* y a través de *wavelets* identificaron que la efectividad de cobertura mejora en tanto aumenta el horizonte de tiempo; los segundos analizaron el co-movimiento entre mercados accionarios de Alemania, Japón, Estados Unidos y el Reino Unido, y encontraron que el movimiento conjunto de los mercados es más fuerte en escalas de tiempo de corto plazo, y con base en ello plantearon que una estrategia de diversificación sería de menor importancia en el largo plazo respecto de horizontes de menor duración. Un estudio más reciente es el de Aguiar y Soares (2011), quienes con base en la coherencia *wavelet* analizaron la sincronización de los ciclos económicos de países que han adoptado el Euro, mostrando como resultado que aquellos situados geográficamente en el centro del continente denotan mayor sincronización de sus ciclos, mientras que esta última es inferior en países como Portugal, Grecia, Irlanda y Finlandia, ubicados en la periferia continental.

Teniendo en cuenta los planteamientos precedentes, el contenido de este documento apunta a evidenciar la importancia del factor *escala de tiempo* respecto del principio de diversificación en carteras de inversión, como estrategia para disminuir el riesgo. La premisa teórica adoptada –surgida a partir de los resultados de Tang (1996) y Rúa y Nunes (2009)– plantea que en tanto aumenta la *escala de tiempo*, igualmente aparecen posibles estrategias de diversificación más eficientes. El estudio empírico adelantado se justifica desde dos perspectivas, a saber: primera, su contribución a la teoría de portafolios de inversión, bajo una caracterización adicional de las series económico-financieras identificada como *escala de tiempo*; segunda, su contribución al estudio del fenómeno de las Multilaterales y a la creación de una teoría del comportamiento de patrones



de inversión para empresas de América Latina (BID, 2009).

En consecuencia, el documento se organiza de la siguiente forma: la sección dos aborda el concepto de análisis por multirresolución a través de *wavelets*, técnica central en el estudio; la sección tres describe los datos y metodología de estimación; la cuarta sección brinda los resultados. Finalmente la sección cinco presenta las conclusiones y discusión.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Wavelets (ondoletas) son funciones descritas por funciones base que conservan su característica oscilatoria y la habilidad para permitir simultáneamente el análisis de tiempo y frecuencia, por lo que es posible procesar los datos en diferentes escalas y resoluciones y con ello identificar en dónde una frecuencia en particular aparece en el dominio del tiempo. El análisis por *wavelets* es como mirar el bosque (ventana grande) para detectar las grandes particularidades y a la vez mirar los árboles (pequeñas ventanas) para determinar las pequeñas particularidades (Graps, 1995:50).

Las funciones *wavelets* tienen dos propiedades: *admisibilidad* y *regularidad*, que permiten su construcción conceptual y matemática. La primera propiedad hace referencia al término *wave*, y consiste en que la transformada de Fourier de una función decaiga en la frecuencia cero; esto es, el valor promedio de una *wavelet* en el dominio del tiempo debe ser cero, por lo cual la función es oscilatoria y, en consecuencia, representa una onda (*wave*). La condición de *regularidad* hace referencia al término *let* o *decaimiento rápido*, e implica que la función *wavelet* debe ostentar suavización y concentración en el dominio del tiempo y frecuencia, de modo que la función *wavelet* tendrá N momentos de desvanecimiento u órdenes de aproximación. En síntesis, una *wavelet* es una

función que oscila y decae a cierto número de desvanecimientos o aproximaciones.

La construcción de *wavelets* se basa en la dilatación ($W(x) \rightarrow W(2x)$) y traslación ($W(2x) \rightarrow W(2x - 1)$) de una función; si la dilatación se hace en forma infinita, se tendría la familia de funciones base ($W_{jk}(x) \rightarrow W(2^j x - k)$) en $L^2 [0, 1]$, que junto con una función de escala $\phi(x)$, representaría la construcción de una *wavelet*, donde $j \geq 0$ y $0 \leq k \leq 2^j$. Además, el producto interno de $\int \phi(x)W(x)$ es cero, y se tiene como resultado la propiedad de ortogonalidad mutua entre las dilataciones y traslaciones de W .

El análisis por *wavelets* tiene sus bases en el análisis de frecuencias de Fourier, donde una señal periódica $f(x)$ con período fundamental L puede expresarse como la suma de términos seno y coseno, de la forma:

$$(1) \quad f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{r=1}^{\infty} \left[a_r \cos \frac{2\pi r x}{L} + b_r \sin \frac{2\pi r x}{L} \right], \quad -\infty < x < +\infty$$

donde a_0 , a_r y b_r son números reales y $2\pi/L$ es la frecuencia fundamental o angular. El caso general de (1) se identifica como la Transformada de Fourier, que busca medir el contenido de frecuencia no detectable en el dominio de tiempo de la señal original $f(x)$; frecuencia cuya versión en la forma continua, cuando $T \rightarrow \infty$, $\Delta\omega \rightarrow 0$, se expresa como:

$$(2) \quad \hat{f}(\omega) = \lim_{T \rightarrow \infty} \hat{f}_T(\omega_r) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{i\omega t} dt$$

donde

$$(3) \quad f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \hat{f}(\omega) e^{i\omega t} d\omega$$

La versión modificada de la Transformada de Fourier se conoce como la Transformada de Fourier de Corto Tiempo (TFCT), cuyo propósito

es representar señales no estacionarias. En un primer momento la TFCT segmenta la señal a través de una función ventana localizable en el tiempo, y posteriormente analiza cada segmento de la misma. Sin embargo, por el hecho de utilizar una misma ventana para analizar toda la información, la TFCT no permite el análisis de señales con componentes de frecuencia muy alta que ocurren en períodos muy cortos y tampoco la de componentes de frecuencia muy baja que ocurren en períodos muy largos.

Precisamente esta última circunstancia motivó el desarrollo de la Transformada Wavelet (TW), que por trabajar con funciones de ventanas cambiantes permite el análisis de una señal en tiempo-frecuencia. La TW es resultado de la *convolución* de una función *wavelet* (llamada también función filtro o madre) con la señal original, la cual depende de un parámetro de traslación (localización) y otro adicional de dilatación; el primero de estos parámetros representa el movimiento de la función *wavelet* sobre el eje del tiempo, en tanto que el segundo permite la expansión y contracción de la misma y captura las frecuencias (altas o bajas) de la señal original. A diferencia de la TFCT, la TW inicialmente descompone la señal original en bandas de frecuencia y enseguida la analiza a través del tiempo; la versión continua de esta actividad se expresa así:

$$(4) \quad W(a,b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int f(t) \psi^* \left(\frac{t-b}{a} \right) dt$$

donde $a > 0$ y b son los parámetros de dilatación y localización, respectivamente, y ψ es la función *wavelet*. Asimismo, la reconstrucción de la serie original se logra a través

de la Transformada Wavelet Inversa (TWI), la cual se representa como

$$(5) \quad f(t) = \frac{C_\psi}{a^2} \int_{a>0} \int_b W(a,b) \psi^* \left(\frac{t-b}{a} \right) da db$$

donde C_ψ es una constante dependiente de ψ . En el tratamiento de señales y análisis de series de tiempo, dos *wavelets* continuas comunes son la función de Morlet:

$$(6) \quad \psi^M(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-i\omega_0 t} e^{-\frac{t^2}{2}}$$

y la función sombrero mexicano:

$$(7) \quad \psi(t) = (1-t^2) e^{-\frac{t^2}{2}}$$

En 1988, Daubechies desarrolló la versión discreta de las funciones *wavelet*, al expresar los parámetros de dilatación y traslación bajo las formas 2^j y $k2^j$, respectivamente, a través de las cuales es posible construir funciones base ortonormales con soporte compacto. Por consiguiente, la integral en (4) se puede expresar de este modo

$$(8) \quad W(k2^{-j}, 2^{-j}) = 2^{j/2} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \psi(2^j t - k) dt$$

y su aproximación se representa como

$$(9) \quad W(k2^{-j}, 2^{-j}) \approx 2^{j/2} \sum_n f(n) \psi(2^j n - k)$$

Así, acatando los parámetros a y b discretizados y siendo la función $f(t)$ en $L^2(\mathbb{R})$ que puede representarse a través de la secuencia de funciones *wavelet* $\psi(t)$ y de escalamiento $\phi(t)$ —también llamada función padre—, se tiene:

$$(10) \quad f(t) = \sum_k S_{J,K} \phi_{J,K}(t) + \sum_k d_{J,K} \phi_{J,K}(t) + \sum_k d_{J-1,K} \psi_{J-1,K}(t) + \dots + \sum_k d_{1,K} \psi_{1,K}(t)$$



donde $s_{j,k}$ y $d_{j,k} \dots d_{1,k}$ son los coeficientes de la Transformada Wavelet (discretizada) contenidos en W (vector de coeficientes), los cuales miden la contribución de la función *wavelet* en la señal original. Los coeficientes $s_{j,k}$ llamados de suavización, representan el comportamiento suave implícito en la señal a escalas gruesas 2^j ; $d_{j,k}$ son los coeficientes de detalle, o cristales, representativos de las desviaciones del comportamiento suave, donde $d_{j,k}$ describe las desviaciones en la escala gruesa, y $d_{j-1,k} \dots, d_{1,k}$ son las desviaciones a escalas finas. En consecuencia, se puede representar la función $f(t)$ en términos de sus series de detalles en diferentes resoluciones, así:

$$(11) \quad D_j(t) = \sum_k d_{j,k} \psi_{j,k}(t), \forall j = 1, 2, \dots, J$$

y de variaciones suaves:

$$(12) \quad S_j(t) = \sum_k S_{j,k} \phi_{j,k}(t)$$

dando como resultado el análisis por multirresolución:

$$(13) \quad f(t) = S_j(t) + D_j(t) + D_{j-1}(t) + \dots + D_1(t)$$

DATOS Y METODOLOGÍA

La información objeto de estudio corresponde a precios semanales de seis emisoras *Multilatinas* de Brasil y México, a saber: Brasil Foods (BRFS3), Banco Itaú (ITUB4), Petrobras (PETR4), Vale (VALE5), América Móvil (AMXL), Cemex (CEMEXPO) y Telmex (TELMEXL), pertenecientes a la muestra de *Multilatinas* con mayor potencial de crecimiento según Ranking 2011 de Americaeconomia. Atendiendo al origen de las emisoras seleccionadas, se consideraron los precios de los índices bursátiles de Brasil (BOVESPA) y de México (IPC).

Los precios semanales se refieren a valores de cierre en día viernes y están expresados en la moneda local, procurando seguir a Ciner (2006), quien analiza el co-movimiento de los mercados accionarios de los países miembros del TLCAN. Finalmente, los precios se convierten a rendimientos logarítmicos mediante la siguiente fórmula:

$$(14) \quad \text{Ret}_t \left[\ln \frac{P_t}{P_{t01}} \right]$$

En su forma global (señal original), las series logarítmicas de rendimientos se descomponen en niveles de resolución con base en la antes indicada expresión (10), donde se utiliza como filtro la función de Daubechies de mínima asimetría y longitud 8 (Symmlet 8), bajo una variante de la Transformada Wavelet Discreta (TWD) identificada como Transformada Wavelet Discreta de Máximo Traslape (TWDMT). La TWDMT trabaja sobre cualquier tamaño de muestra N sin limitarse a una longitud diádica de observaciones, como ocurre con la TWD; lo dicho hace que la TWDMT no sea sensible al punto inicial de la serie de tiempo, ventaja que se logra eliminando el método de *submuestreo* al aplicar doblemente el algoritmo piramidal de la TWD y tomando aquellos valores descartados de la TWD por vía de una filtración circularmente desplazada.

Ahora bien, a efectos de identificar las posibilidades de diversificación en la idea original de Markowitz (1952), se estimó la correlación (*wavelet*) para cada par de emisoras a partir de las series originales descompuestas en los diferentes niveles de resolución y se contrastó con la correlación global. La correlación *wavelet* se define como

$$(15) \quad \rho_x(\lambda_j) = \frac{\gamma_x(\lambda_j)}{v_1(\lambda_j)v_2(\lambda_j)}$$

donde $v_1^2(\lambda_j)$ y $v_2^2(\lambda_j)$ son las varianzas *wavelet* de las series de tiempo $x_{1,t}$ y $x_{2,t}$ asociadas a la escala λ_j ; y $\gamma_x(\lambda_j)$ correspondiente a la covarianza *wavelet*. Adicionalmente, la varianza *wavelet* puede representarse como

$$(16) \quad \hat{\sigma}_x^2 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^J \|D_j\|^2 + \frac{1}{N} \|S_j\|^2 - \bar{X}^2$$

donde $\|D_j\|^2 / N$ se interpreta como la varianza muestral de los N elementos en D_j y $(1/N)\|S_j\|^2 - \bar{X}^2$ es la varianza muestral de los elementos contenidos en S_j .

Por último, las estimaciones se realizaron a través del *software* S-Plus versión 8 y R versión 2.15.

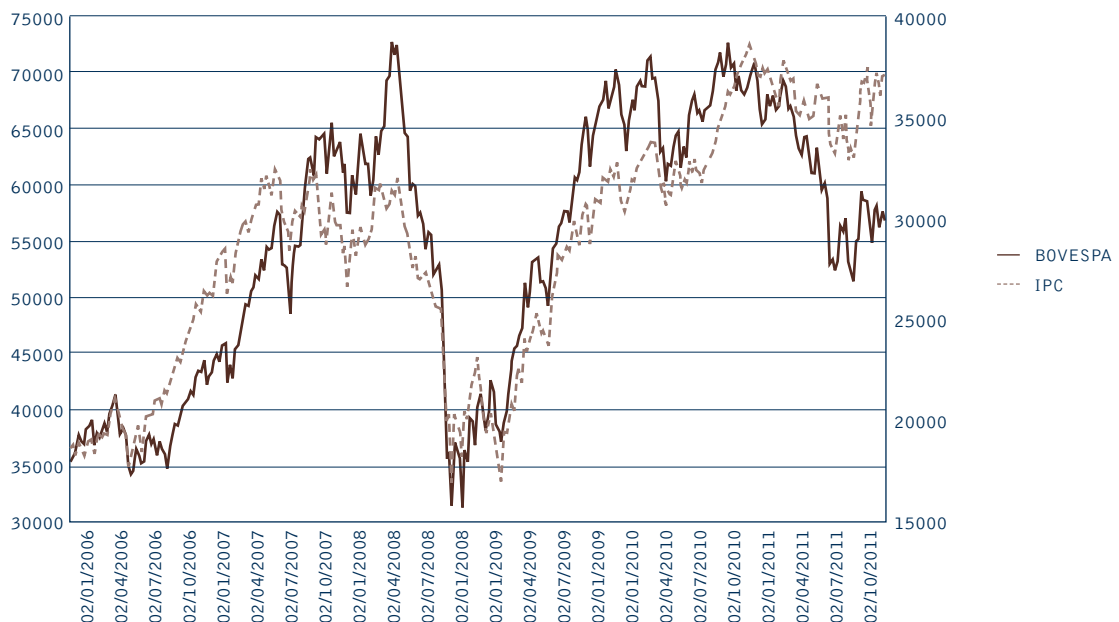
RESULTADOS

La figura 1 muestra la evolución de los índices bursátiles representativos de Brasil y México. El gráfico indica un co-movimiento fuerte sin

que ello implique tipo alguno de causalidad unidireccional o bidireccional en los movimientos de los índices.

En su forma global, las correlaciones entre los rendimientos logarítmicos de los índices accionarios y los precios de las emisoras se presentan en el cuadro 1, que evidencia estadísticamente el alto grado de asociación (0.79) entre los índices IPC y BOVESPA. En una perspectiva intra-mercado, se aprecia que las emisoras pertenecientes al mismo mercado bursátil han mostrado un movimiento conjunto robusto, excepto Brasil Foods (BRFS3) frente al índice de Brasil (BOVESPA) y Teléfonos de México (TELMEXL) frente al índice mexicano (IPC). En la perspectiva inter-mercado, las emisoras brasileñas ITUB4 y PETR4, y las mexicanas AMXL y CEMEXCPO, mostraron ser relativamente las de mayor grado de asociación con los mercados accionarios opuestos, tal como enseguida se indica: ITUB4-IPC registró una correlación de 0.68 y CEMEXCPO-BOVESPA registró 0.64.

Figura 1. Evolución de los índices accionarios representativos de Brasil (BOVESPA) y México (IPC)



Fuente: Elaboración propia con datos de Reuters.



Cuadro 1. Matriz de correlaciones entre los rendimientos logarítmicos de los índices bursátiles y precios de emisoras

	BOVESPA	BRFS3	ITUB4	PETR4	VALES	IPC	AMXL	CEMEXCPO	TELMEXL
BOVESPA	1.0000	0.3369	0.7996	0.7855	0.5502	0.7924	0.5155	0.6419	0.3355
BRFS3	0.3369	1.0000	0.2728	0.2351	0.1091	0.7609	0.1430	0.2696	0.0615
ITUB4	0.7996	0.2728	1.0000	0.5050	0.3609	0.6862	0.4868	0.5220	0.3172
PETR4	0.7855	0.2351	0.5050	1.0000	0.4813	0.6003	0.3947	0.4965	0.2392
VALES	0.5502	0.1091	0.3609	0.4813	1.0000	0.3717	0.2067	0.2967	0.1799
IPC	0.7924	0.2609	0.6862	0.6003	0.3717	1.0000	0.6244	0.7280	0.4701
AMXL	0.5155	0.1430	0.4868	0.3947	0.2067	0.6244	1.0000	0.3961	0.2770
CEMEXCPO	0.6419	0.2696	0.5220	0.4965	0.2967	0.7280	0.3961	1.0000	0.3103
TELMEXL	0.3355	0.0615	0.172	0.2392	0.1799	0.4701	0.2770	0.3103	1.0000

Fuente: Elaboración propia.

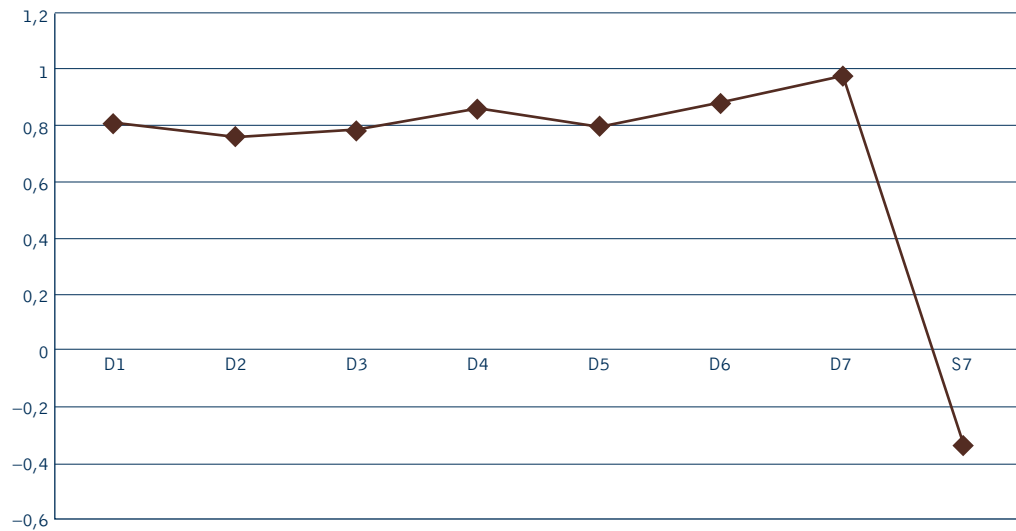
En la perspectiva de la teoría de portafolios de inversión, la evidencia de una relación estrecha entre los mercados accionarios mexicano y brasileño no permitiría obtener posibilidades de reducir el riesgo a través de la diversificación (Levy y Sarnat, 1970: 668). Sin embargo, dada la ambigüedad en las relaciones entre variables económicas y financieras –a la cual se refieren Ramsey y Lampart (1997)– y atendiendo la sugerencia de Chukwuogor-Ndu y Kasibhatla (2007) en el sentido de considerar la escala de tiempo, la correlación se descompone en diferentes niveles de resolución, donde los niveles más bajos corresponden a ventanas de tiempo de corta duración que capturan las frecuencias más altas de la serie de tiempo, y los niveles de resolución más altos corresponden a ventanas de tiempo de larga duración que capturan las frecuencias más bajas de la serie de tiempo. De este modo, a la correlación descompuesta obtenida para diferentes horizontes de tiempo se le denomina *estructura temporal de la correlación*.

La figura 2 muestra la estructura temporal de la correlación, aquella obtenida a través de la descomposición por multirresolución, entre las variaciones porcentuales del IPC y BOVESPA¹. En la primera escala de tiempo, equivalente al detalle D1, se obtiene que la correlación para un horizonte de una semana es de 0.81; en el detalle D2, la correlación para una escala de dos semanas es de 0.76; y así sucesivamente hasta el nivel D7, donde el grado de asociación es más robusto y registra un valor de 0.97. Sin embargo, en horizontes por encima de 64 semanas (nivel S7), la correlación se debilita y hasta se vuelve negativa.

Considerando cada índice bursátil como un portafolio, la estructura temporal de la correlación, o correlación descompuesta, muestra que las posibilidades de diversificación serían reducidas. Aunque en períodos intermedios la correlación disminuye, la misma se mantiene alta, lo que implicaría mayor riesgo de pérdida al mantener en ambos mercados una posición en horizontes de inversión de corto a mediano

1 Véase anexo B y C donde se muestra la descomposición de cada serie en siete niveles de resolución. Los diferentes niveles de resolución corresponden a las siguientes escalas de tiempo: D1= 1 semana; D2= 2 semanas; D3= 4 semanas; D4= 8 semanas; D5=16 semanas; D6= 32 semanas; D7= 64 semanas, y S7= horizonte mayor a 64 semanas

Figura 2. Estructura temporal de la correlación entre IPC de México y BOVESPA de Brasil, en siete niveles de resolución



Fuente: Elaboración propia.

plazo. Sin embargo, en horizontes superiores a las 64 semanas las posibilidades de reducir el riesgo se tornarían eficientes debido al débil y negativo movimiento conjunto que están mostrando los mercados. Así las cosas, una diversificación eficiente implicaría mantener la posición en ambos mercados por un período prolongado —en este caso superior a un año—, para compensar las pérdidas generadas en cualquiera de los dos mercados y al mismo tiempo contribuir a la reducción del riesgo.

La figura 3 muestra la sincronización de los componentes cíclicos de ambos índices bursátiles (rendimientos logarítmicos) en los niveles de resolución D7 y S7. A partir del gráfico (a) se aprecia que el movimiento conjunto en horizontes de tiempo hasta 64 semanas es altamente estrecho; en ambos casos se detectan dos ciclos para el período comprendido. El gráfico (b) evidencia la correlación negativa para horizontes de tiempo que superan las 64 semanas, observándose falta de sincronización en los movimientos de largo plazo de los índices accionarios; y es precisamente esta falta de sincronización la que favorece alcanzar posibilidades eficientes de diversificación siempre

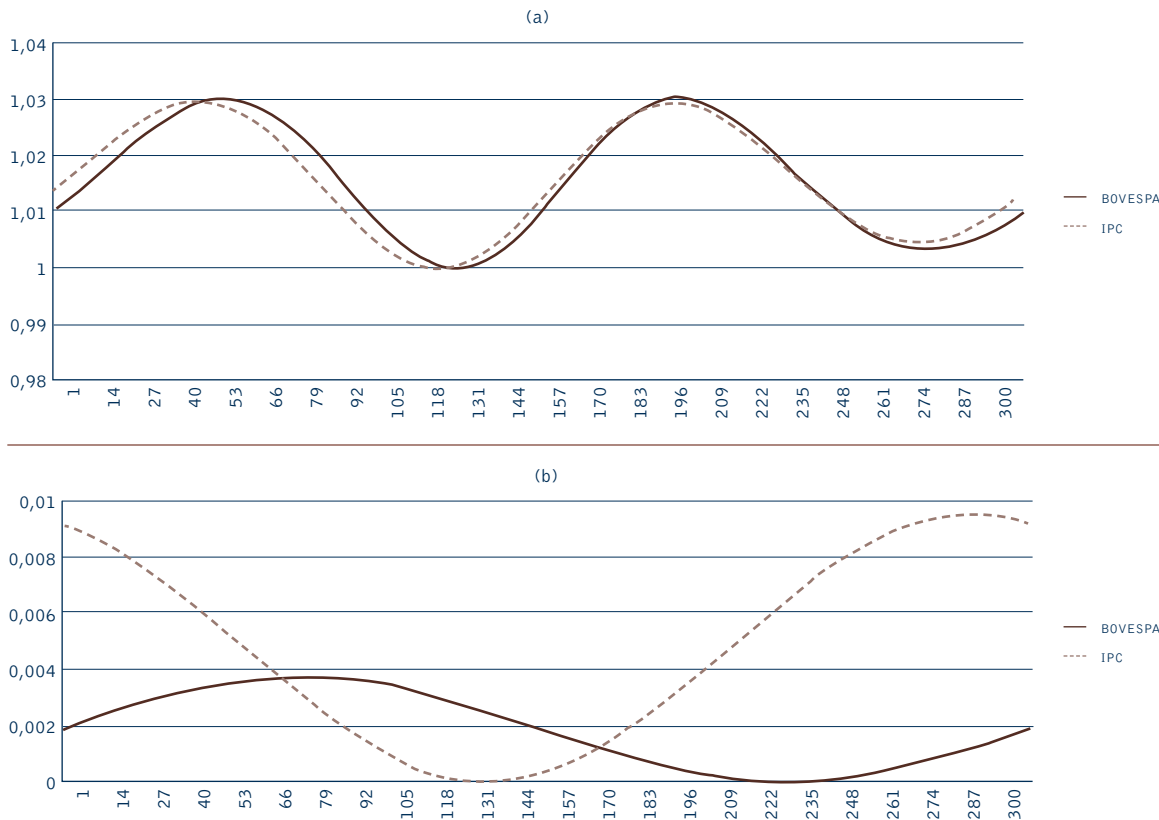
y cuando la posición inversionista se mantenga en horizontes de largo plazo.

A pesar de la baja posibilidad de diversificación a nivel mercado, la misma podría obtenerse considerando las emisoras específicas de cada mercado. El anexo C muestra las correlaciones entre cada par de series descompuestas en siete niveles de resolución, y el componente de suavización o cíclico. En general, se detecta que el co-movimiento se fortalece en la medida en que la ventana de tiempo se extiende; este es el caso entre las emisoras América Móvil y Banco Itaú, dos emisoras de países diferentes y sector económico distinto.

Los resultados entre América Móvil y Banco Itaú denotan que el grado de asociación se mantiene relativamente fuerte hasta un horizonte de 16 semanas, con hincapié en que la correlación se debilita para una ventana intermedia de 4 semanas; en plazos de 32 a 64 semanas el movimiento conjunto de los rendimientos de las series accionarias tiende a fortalecerse sustancialmente, pero en el horizonte considerado de largo plazo (ventana mayor a 64 semanas) la asociación se debilita y se hace negativa.



Figura 3. Sincronización de los componentes cíclicos entre BOVESPA e IPC: (a) en horizonte de tiempo hasta 64 semanas, y (b) en horizonte de tiempo superior a 64 semanas



Fuente: Elaboración propia.

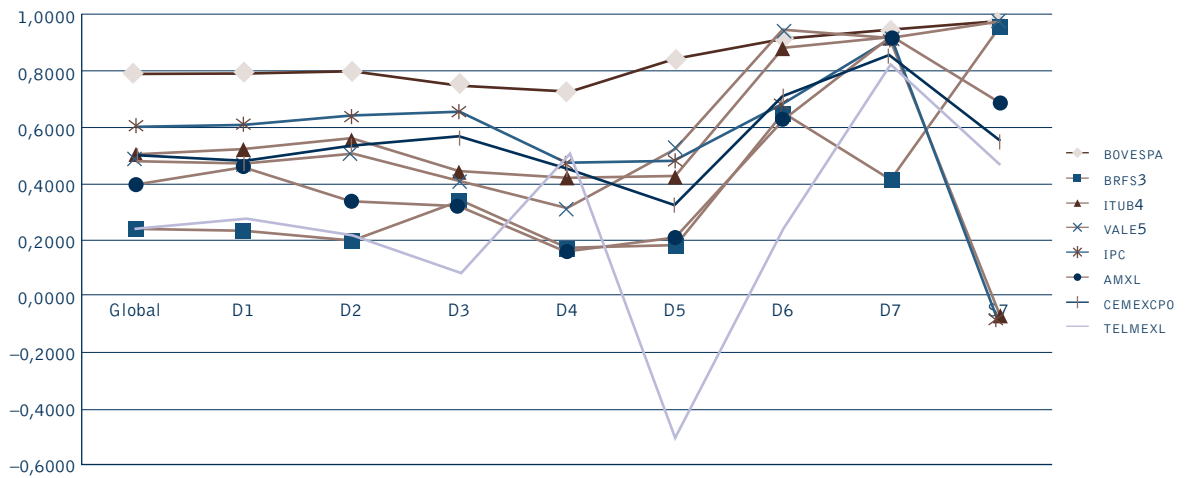
En otro ejemplo, las figuras 4 y 5 muestran la estructura temporal de la correlación entre Petrobras y América Móvil frente a sus respectivos índices accionarios, permitiendo observar que en su forma global la primera mantiene una relación más estrecha con el índice BOVESPA, mientras que no ocurre lo propio en el caso de América Móvil respecto del IPC. En la perspectiva de cruzamiento también se observa que ambas emisoras muestran una asociación relativamente fuerte con los índices accionarios opuestos al propio. Y respecto de su relación con las demás emisoras, en general los resultados indican un débil grado de asociación.

En el caso específico de Petrobras, el análisis detallado (ver figura 4), muestra que en las diferentes ventanas de tiempo su asociación

con las demás emisoras es débil, viéndose fortalecida sustancialmente a partir de un horizonte de 32 semanas (nivel de resolución D6); no obstante, en este mismo horizonte y en su relación con Banco Itaú e índice accionario de México, el grado de asociación se debilita y se torna negativo en la ventana de tiempo superior a 64 semanas (nivel de resolución S7). Por lo demás, en este caso los resultados dan cuenta de las posibilidades de diversificación en diferentes horizontes de tiempo, de tal modo que en la estructuración de una cartera teniendo como principal emisora a Petrobras, una diversificación eficiente se lograría en horizontes de corto y mediano plazo.

Siguiendo el caso de Petrobras, el riesgo de pérdida sustancial en el valor de la cartera

Figura 4. Estructura temporal de la correlación de Petrobras:
Global, siete niveles de resolución (D1 a D7) y componente de suavización (S7)



Fuente: Elaboración propia

se generaría si la posición se mantuviera en un horizonte objetivo de 64 semanas. Sin embargo, una estrategia de inversión más eficiente apuntaría a estructurar una cartera para un horizonte superior a las 64 semanas bajo una combinación de Petrobras-Banco Itaú y Petrobras con un Fondo que replique el IPC de México. Para ese mismo horizonte no sería tan eficiente la diversificación al combinar PETR4-ITUB4-IPC, ya que la correlación entre ITUB4 e IPC es de 0.99 (ver anexo C).

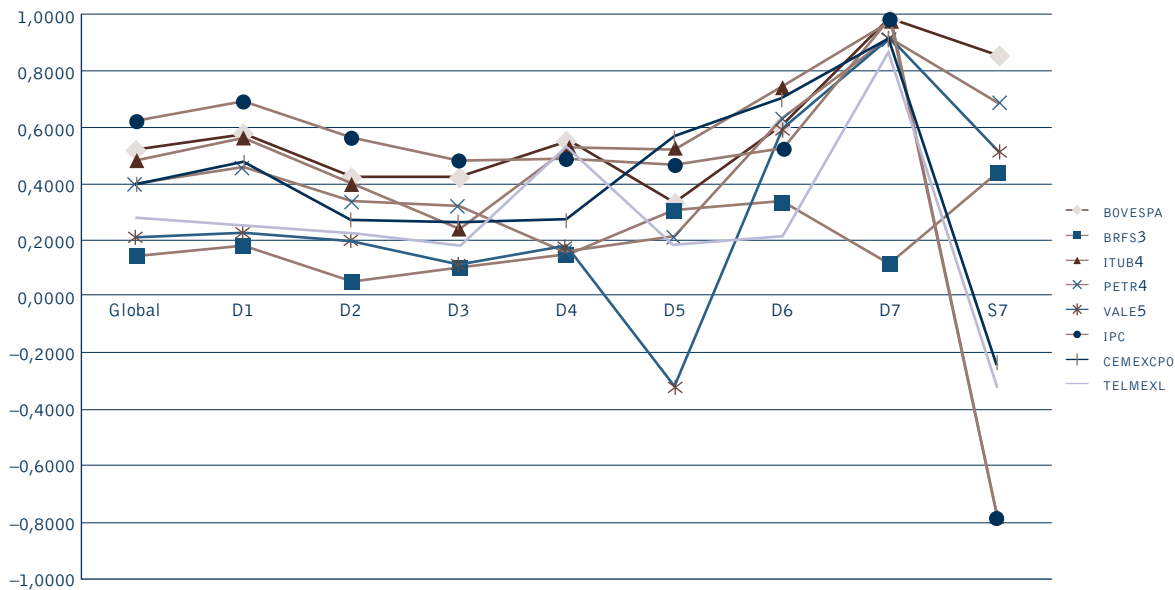
Tratándose de América Móvil (ver Figura 5), se observa que su relación con las demás emisoras es relativamente débil, como también se vio en el caso de Petrobras. La estructura de correlación señala que el grado de asociación se fortalece en la medida en que la ventana de tiempo se extiende hasta un horizonte de 64 semanas (nivel de resolución D7), omitiendo el caso particular con VALE5 en el nivel D5, donde la correlación se hace negativa. Finalmente, en un horizonte superior a 64 semanas, en general la relación de América Móvil con las demás emisoras en general se debilita, haciéndose negativa en tres oportunidades.

La estructura temporal de la correlación de América Móvil muestra que la conformación de portafolios en horizontes de tiempo de 4 a 16 semanas brindaría oportunidades de diversificación eficiente. Sin embargo una mejor reducción del riesgo se obtendría en las combinaciones AMXL-IPC, AMXL-CEMEXPO y AMXL-TELMEXL, para objetivos de inversión con plazos superiores a 64 semanas; más aún, la combinación AMXL-CEMEXCPO-TELMEXL no resultaría igualmente eficiente para el mismo plazo de inversión ya que la correlación entre CEMEXCPO-TELMEXL es de 0.99 (Véase anexo C).

Ahora bien, del mismo modo que se vio en los ejemplos anteriores, tratándose de las demás emisoras también cabe afirmar que las oportunidades de diversificación son igualmente posibles tanto en el corto como en el largo plazo, ya que al considerar el papel de la escala de tiempo queda claro que el grado de asociación entre los índices accionarios y emisoras es cambiante para diferentes ventanas de tiempo. Por un lado, los resultados coinciden con ideas originales de Levy y Sarnat (1970) al evidenciar que tanto correlaciones bajas co-



Figura 5. Estructura temporal de la correlación de América Móvil: Global, siete niveles de resolución (D1 a D7) y componente de suavización (S7)



Fuente: Elaboración propia.

mo la incorporación de activos internacionales contribuyen a la reducción del riesgo. Por otro lado, la importancia de considerar el papel de la escala de tiempo se respalda en los resultados de Tang (1996), para quien la efectividad de la diversificación difiere a través de horizontes de inversión, sosteniendo además que a mayor horizonte de inversión será menor el beneficio de diversificación. De forma equivalente, You y Daigler (2010) argumentan que los beneficios de la diversificación cambian en el tiempo, por lo que recurrir a una correlación constante puede llevar a resultados engañosos.

Finalmente, los resultados mostraron por igual que los beneficios de una diversificación internacional son aún posibles a pesar del grado de integración regional. Lo dicho, soportado por los resultados de Darrat y Zhong (2005), Agrawal y Kyaw (2005) y Ciner (2006), quienes se ocuparon de analizar el co-movimiento de los mercados accionarios de los países miembros del TLCAN.

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

En el trabajo realizado se aplicó el análisis por multiresolución a través de *wavelets* para estudiar en detalle el comportamiento conjunto de los precios de emisoras llamadas Multilatinas, a efectos de identificar oportunidades de diversificación bajo una nueva caracterización de las series financieras, caracterización denominada escala de tiempo. Se logró dicho propósito descomponiendo los rendimientos logarítmicos en niveles de resolución y un componente de suavización, los cuales muestran la relación frecuencia-escala, en donde los niveles de resolución más bajos corresponden a ventanas de tiempo de corta duración que capturan las frecuencias más altas de la serie de tiempo; y niveles de resolución más altos corresponden a ventanas de tiempo de larga duración que capturan las frecuencias más bajas de la serie de tiempo. La descomposición se obtuvo aplicando la Transformada Wavelet Discreta de Máximo

Traslape (τ WDMT), a través de funciones especiales que permiten filtrar la información en un proceso llamado *convolución*; seguidamente, entre cada par de series descompuestas se estimó la correlación (*wavelet*), que indica el grado de asociación entre las variables en diferentes ventanas de tiempo y a la cual se le denomina "estructura temporal de la correlación".

Los resultados del estudio muestran que en la mayoría de casos la *correlación global* es más fuerte a nivel intra-mercado que en el ámbito inter-mercado. Sin embargo, debe decirse que no siempre el movimiento conjunto de los rendimientos de las series accionarias se mantiene constante para diferentes horizontes de tiempo; por ejemplo, cuando la correlación global indicaría una asociación débil (Petrobras-Brasil Foods), la *correlación descompuesta* muestra una asociación igualmente débil en períodos de corta duración pero fuerte en los períodos de larga duración. En otro ejemplo, cuando la correlación global indica asociación relativamente fuerte (América Móvil-IPC), la correlación descompuesta muestra menor grado de asociación en el mediano plazo, se fortalece en horizontes cercanos a un año y finalmente se vuelve negativa en períodos de larga duración. Dichos ejemplos dan cuenta de las posibilidades de reducir el riesgo a través de estrategias de diversificación temporal.

Por otra parte, es prioritario tener en cuenta que la fuerte asociación entre los mercados mexicano y brasilero ha sido previamente documentada por estudiosos como Choudhry (1997), Chen et al. (2000), y Modi et al. (2010); a partir de ellos, una de las conclusiones sobresaliente indica que la información se transmite de Brasil a México; asimismo, que la asociación robusta entre estos dos mercados accionarios se sustenta por el grado de integración comercial entre ambos países, en un escenario donde la Inversión Extranjera Directa (IED) es considerada como uno de los principales conductores en la

integración de mercados financieros (Soumaré y Tchana, 2011).

Es también oportuno señalar que a través de la exposición resaltan tres hechos previamente documentados, los cuales fortalecen la significación del factor escala de tiempo como prioritario para la diversificación eficiente de portafolios de inversión. El primero de tales hechos alude a la correlación no constante en diferentes horizontes de tiempo, retomando los argumentos de Tang (1996), quien se encargó de mostrar el impacto ejercido por el horizonte de tiempo sobre la efectividad de la diversificación; sin embargo, en el caso presente se demostró que un horizonte de largo plazo no siempre es benéfico para la diversificación; el segundo hecho se refiere a que conforme a los planteamientos originales de Levy y Sarnat (1970, la diversificación internacional sí contribuye a la disminución del riesgo, pero cabe afirmar que la misma podría ser de mayor beneficio incluyendo el papel de la escala de tiempo como una caracterización más de series financieras; y el tercero, atendiendo a los resultados expuestos por Ciner (2006), la integración regional no impide las posibilidades de diversificación, ya que la misma puede atribuirse a factores idiosincráticos más que a factores comunes; frente a este planteamiento el estudio realizado sugiere que el grado de relación comercial y de IED entre Brasil y México, son factores que explicarían la relación entre los respectivos mercados accionarios, condición tal que no impediría aprovechar oportunidades de diversificación eficientes si se considera la escala de tiempo.

Finalmente, la investigación consigna evidencia que suma a los argumentos de Ramsey y Lampart (1997) y Chukwuogor-Ndu y Kasibhatla (2007), para quienes las relaciones entre variables económicas son ambiguas por la presencia de escalas de tiempo. Al respecto se estima oportuno indicar que el estudio



realizado se limitó a emisoras Multilatinas de origen mexicano y brasileño con alto potencial de crecimiento; en razón de esta limitante, los resultados podrían diferir si al hacer un nuevo estudio se incorporan emisoras aún no internacionalizadas. Desde tal perspectiva y como eventual futura línea de investigación, el nuevo estudio permitiría identificar el comportamiento de patrones de inversión de y en empresas de América Latina.

REFERENCIAS

- Aggrawal, R. y Kyaw, N. (2005). Equity Market Integration in the NAFTA Region: Evidence from Unit Root and Cointegration Tests. *International Review of Financial Analysts*, 4, 393-406.
- Aguiar-Conraria, L. y Soares, M. (2011). Business Cycle Synchronization and the Euro: A Wavelet Analysis. *Journal of Macroeconomics*, 33, 477-489.
- Ciner, C. (2006). A Further Look at Linkages between NAFTA Equity Markets. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 46(3), 338-352.
- Chen, G., Firth, M. y Rui, O. (2002). Stock Market Linkages: Evidence from Latin America. *Journal of Banking and Finance*, 26, 1113-1141.
- Choudhry, I. (1997). Stochastic Trends in Stock Market Prices: Evidence from Latin America. *Journal of Macroeconomics*, 19, 285-304.
- Chukwuogor-Ndu, C. y Kasibhatla, K. (2007). Post NAFTA Integration of North American Stock Markets: Implications for Financial Decision Making. *North American Journal of Finance and Banking Research*, 1(1), 37-53.
- Darrat, A. y Zhong, M. (2005). Equity Market Linkage and Multinational Trade Accord: The Case of NAFTA. *Journal of International Money and Finance*, 24, 793-817.
- Fadhlaoui, K., Bellalah, M., Dherry, A. y Zouaoui, M. (2009). An Empirical Examination of International Diversification Benefits in Central European Emerging Equity Markets. *International Journal of Business*, 14(2), 163-173.
- Fernández, V. (2005). The Intertemporal CAPM and a Wavelet-based Decomposition of Value at Risk. *Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics*, 9, 1-35.
- Graps, A. (1995). An Introduction to Wavelets. *IEEE Proceedings Computational Science and Engineering*, 2, 50-61.
- Grubel, H. (1968). Internationally Diversified Portfolios: Welfare Gains and Capital Flows. *American Economic Review*, 58(5), 1299-1314.
- Inter-American Development Bank (2009). From Multilatinas to Global Latinas: The New Latin American Multinationals, Compilation Case Studies, Palgrave MacMillan.
- Lai, K., He, K. y Chen, S. (2006). Market Risk for Nonferrous Metals: a Wavelet Based VaR Approach. *IEEE Proceedings of the Sixth International Conference on Intelligent Systems Design and Applications*, 356-362.
- Lee, H. (2004). International Transmission of Stock Market Movements: A Wavelet Analysis. *Applied Economics Letters*, 11(3), 197-201.
- Levy, H. y Sarnat, M. (1970). International Diversification of Investment Portfolios. *American Economic Review*, 60(4), 668-675.
- Lien, D. y Shrestha, K. (2007). An Empirical Analysis of the Relationship between Hedge Ratio and Hedge Horizon using Wavelet Analysis. *The Journal of Futures Markets*, 27(2), 127-150.
- López, C. y García, E. (2007). Stock Market Reaction to Foreign Direct Investments: Interaction between Entry Mode and FDI Attributes. *Management International Review*, 47(3), 393-422.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77-91.
- Modi, A., Patel, B. y Patel, N. (2010). The Study on Co-Movement of Selected Stock Markets. *International Research Journal of Finance and Economics*, 47, 164-179.

Ramsey, J. y Lampart, C. (1997). The Decomposition of Economic Relationships by Time Scale Using Wavelets. *C.V. Starr Center for Applied Economics, Working Paper 97-08*, New York University.

Rezayat, F. y Yavas, B. (2006). International portfolio diversification: a study of linkages among the U.S., European and Japanese equity markets. *Journal of Multinational Financial Management*, 16(5), 440-458.

Rúa, A. y Nunes, L. (2009). International Co-movement of Stock Market Returns: A Wave-

let Analysis. *Journal of Empirical Finance*, 16(4), 632-639.

Soumaré, I. y Tchana, F. (2011). Causality between FDI and Financial Market Development: Evidence from Emerging Markets. Unpublished.

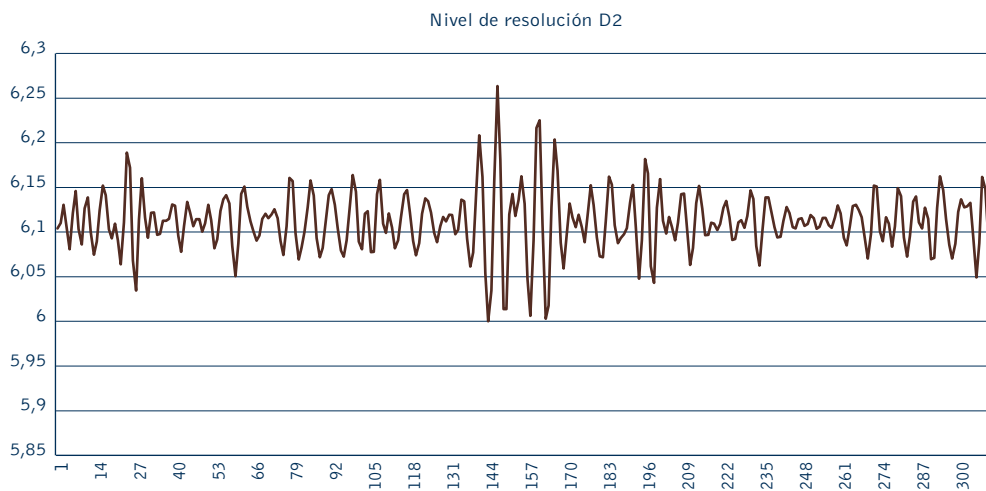
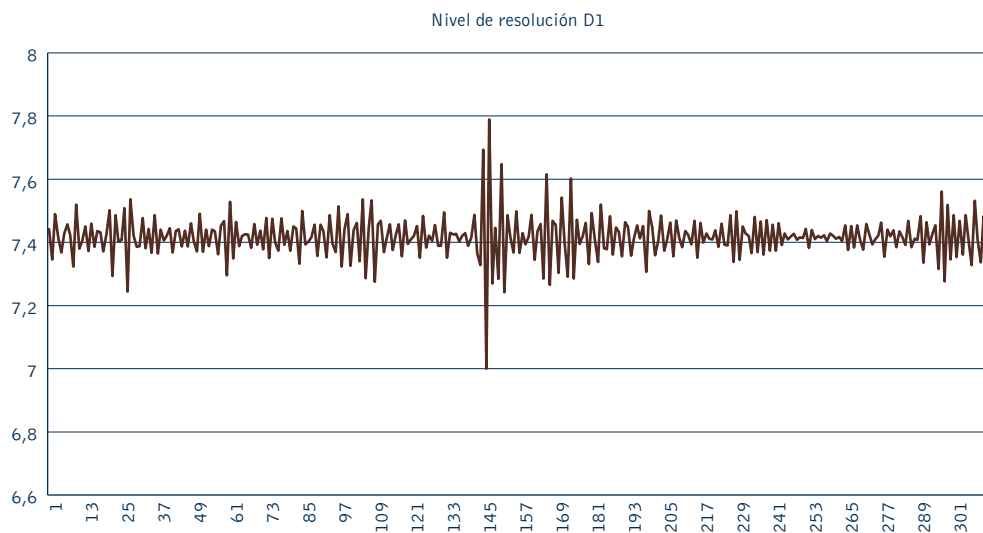
Tang, G. (1996). Impact of Investment Horizon on Currency Portfolio Diversification. *International Business Review*, 5(1), 99-116.

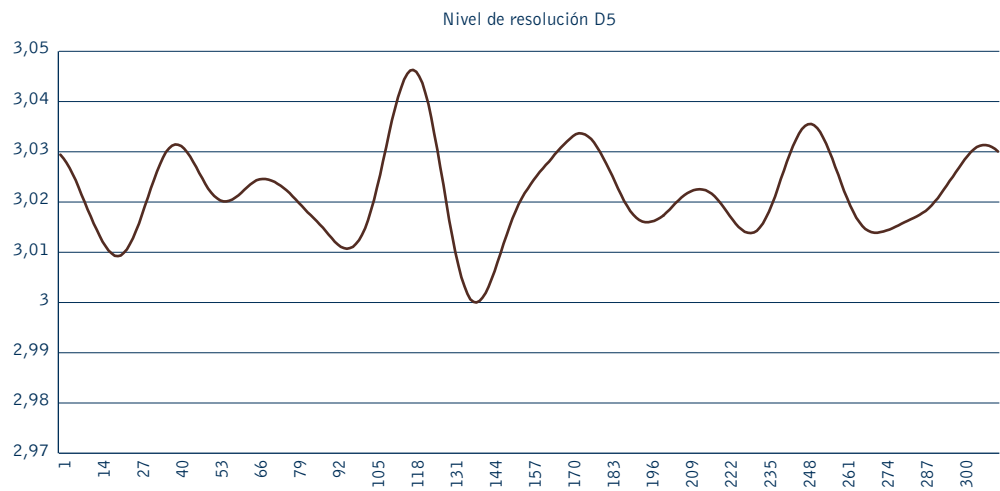
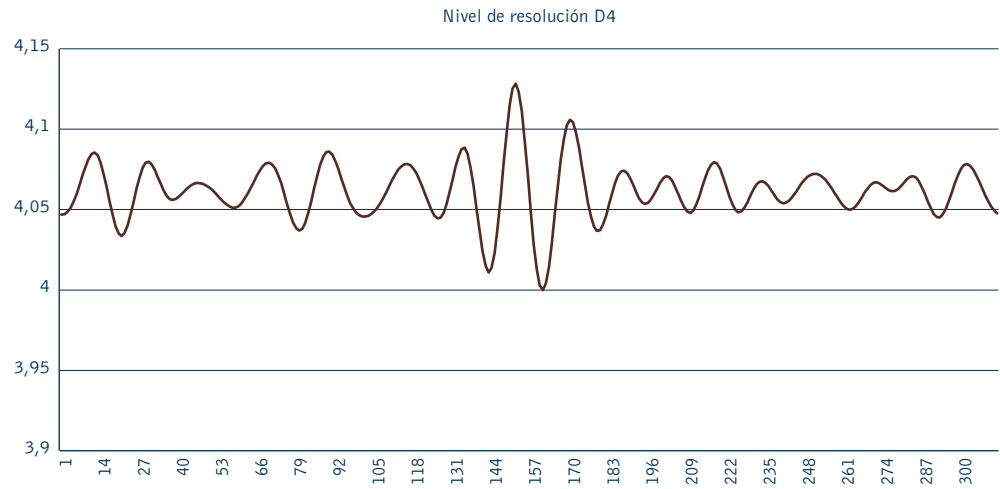
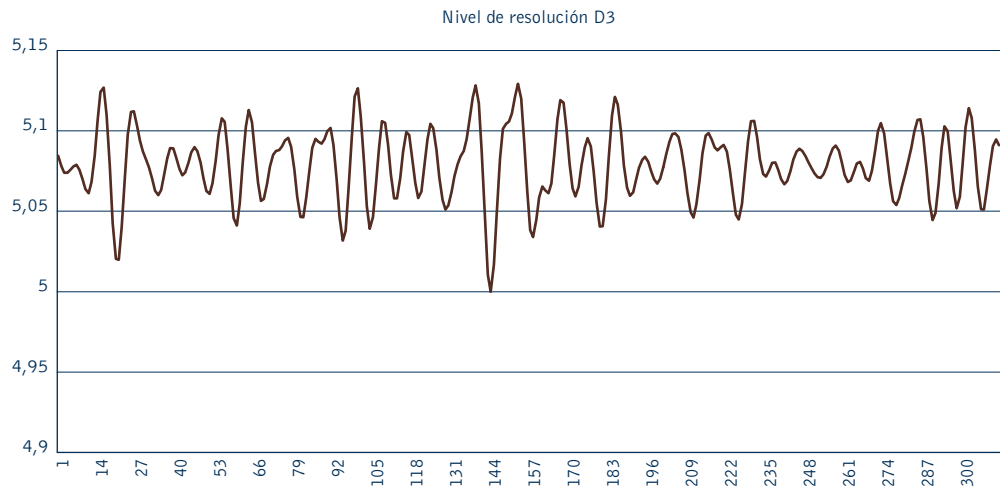
You, L. y Daigler, R. (2010). Is International Diversification really Beneficial?. *Journal of Banking and Finance*, 34, 163-173.



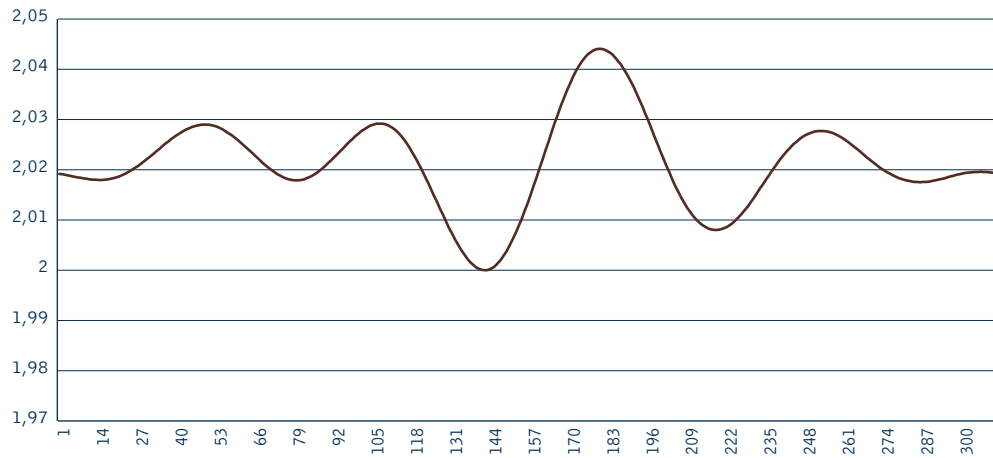
ANEXO A

Descomposición por multirresolución en siete niveles y componente de suavización de los rendimientos logarítmicos del índice BOVESPA de Brasil

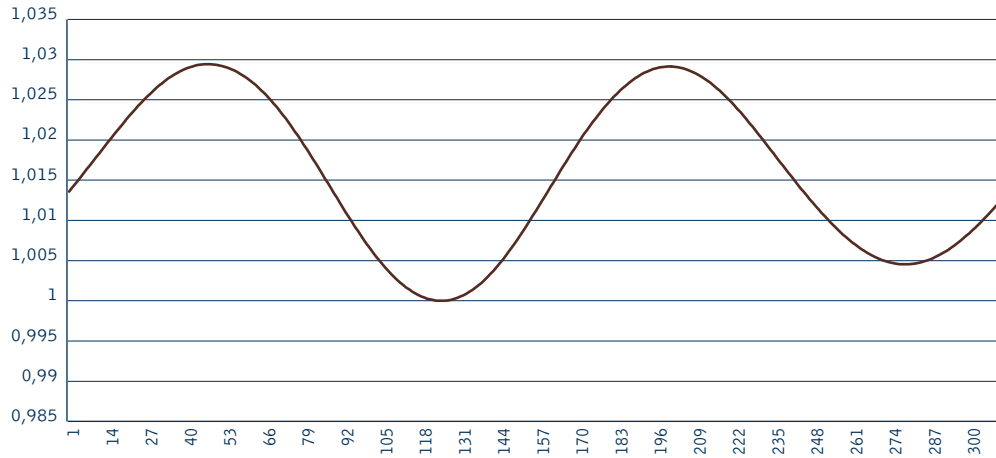




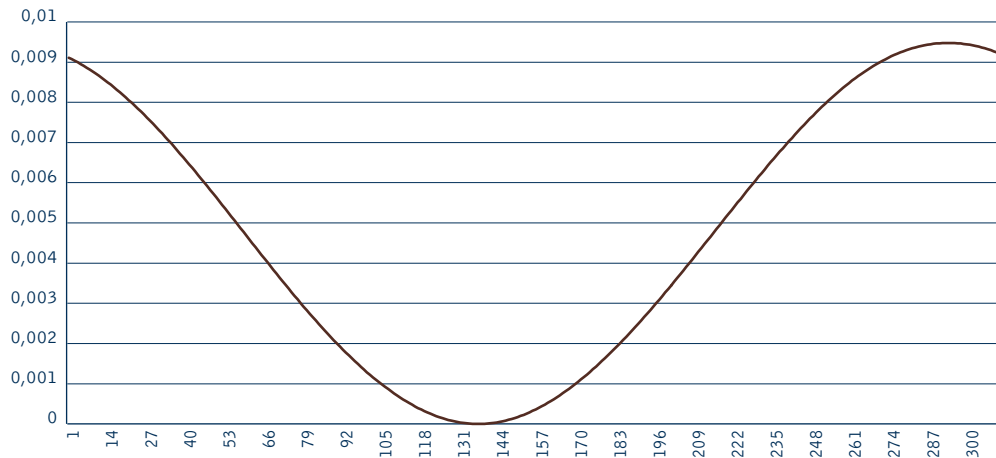
Nivel de resolución D6



Nivel de resolución D7

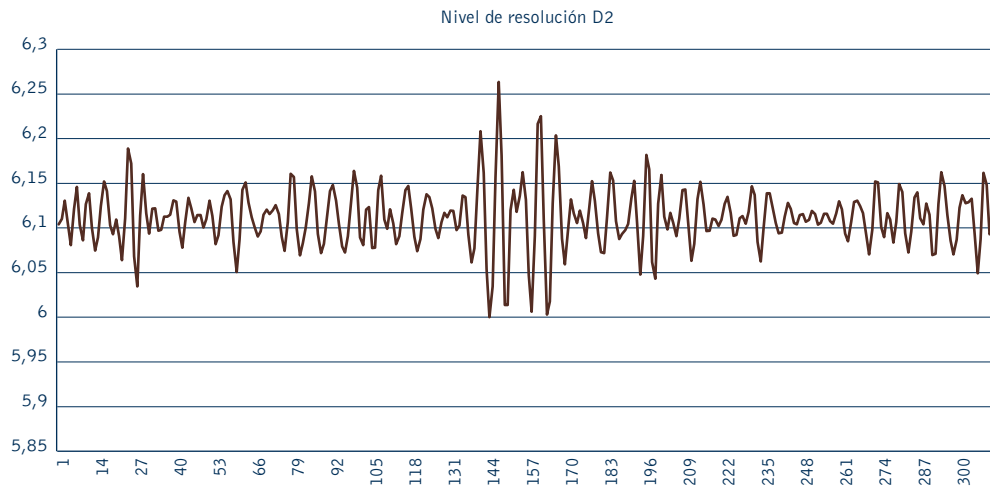
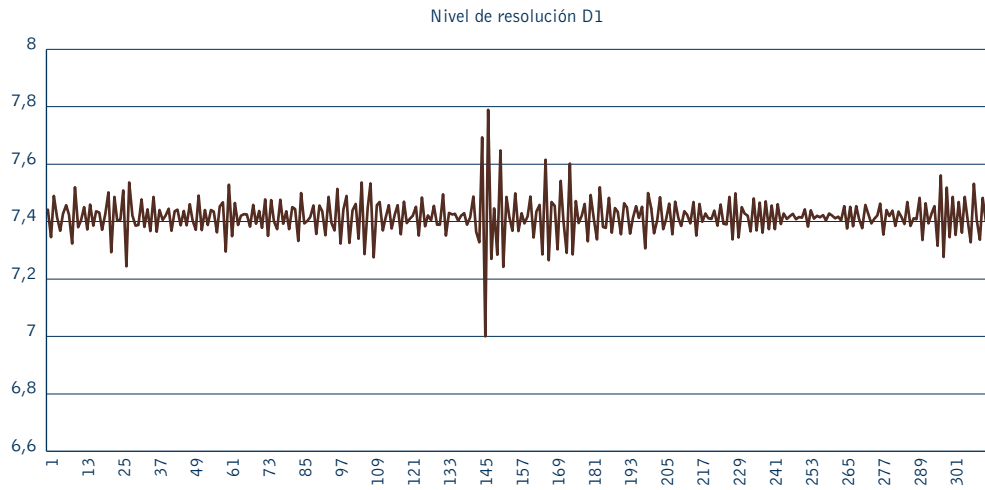


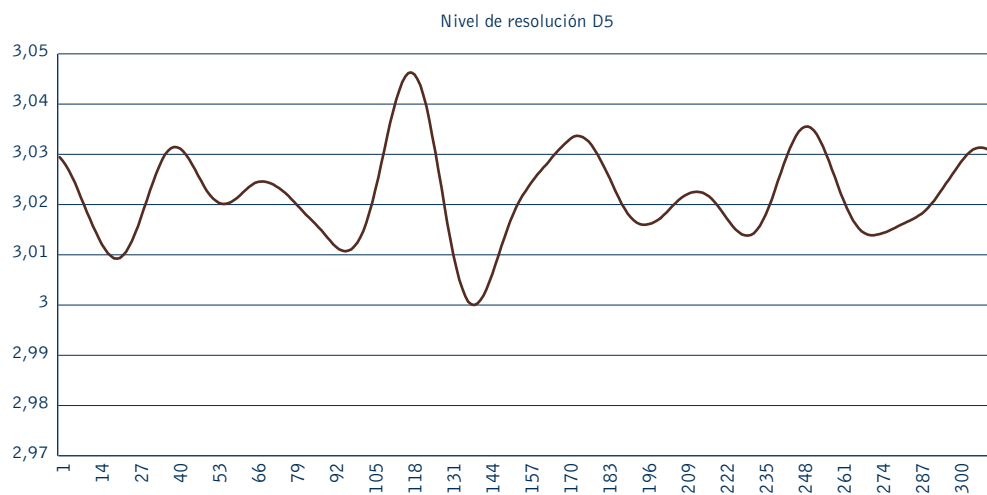
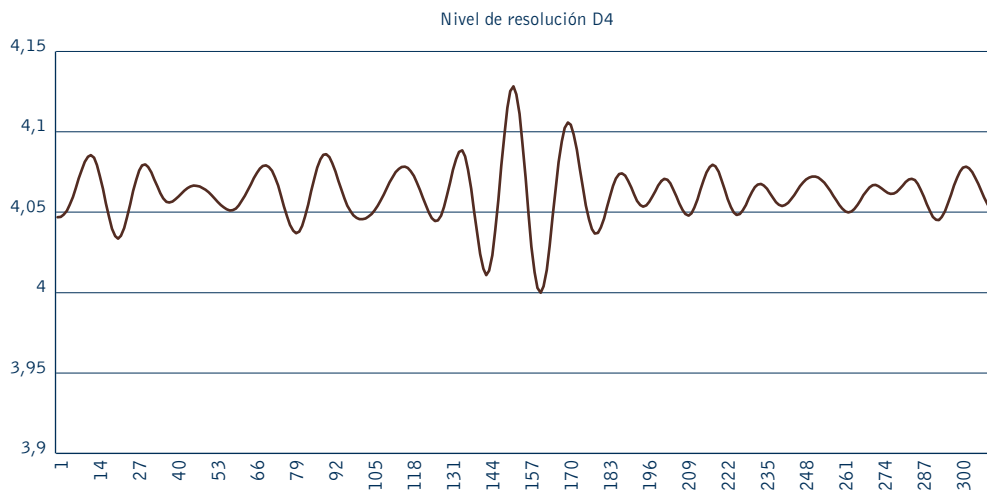
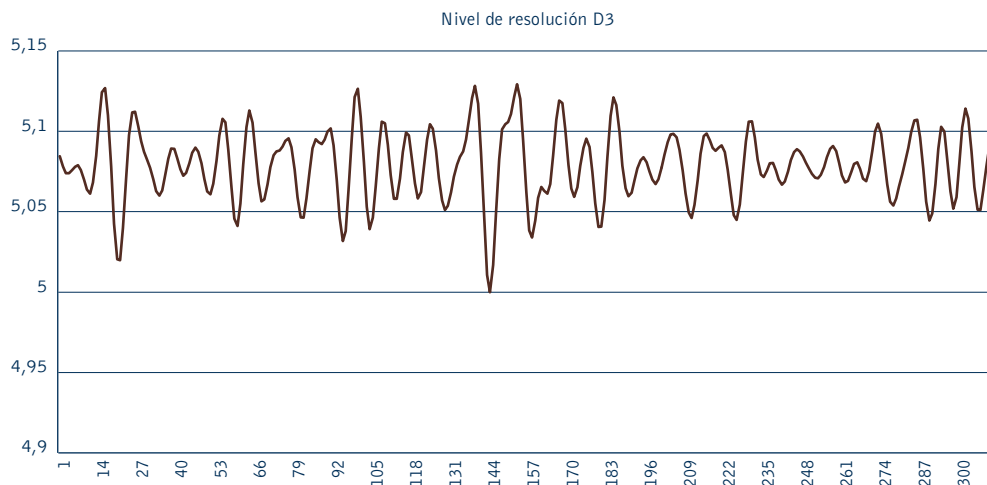
Nivel de resolución S7



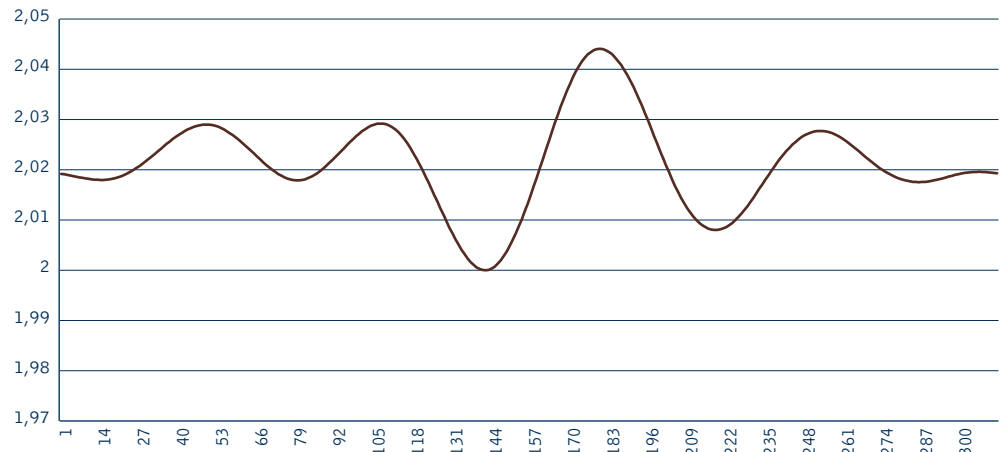
ANEXO B

Descomposición por multirresolución en siete niveles y componente de suavización de los rendimientos logarítmicos del índice IPC de México.

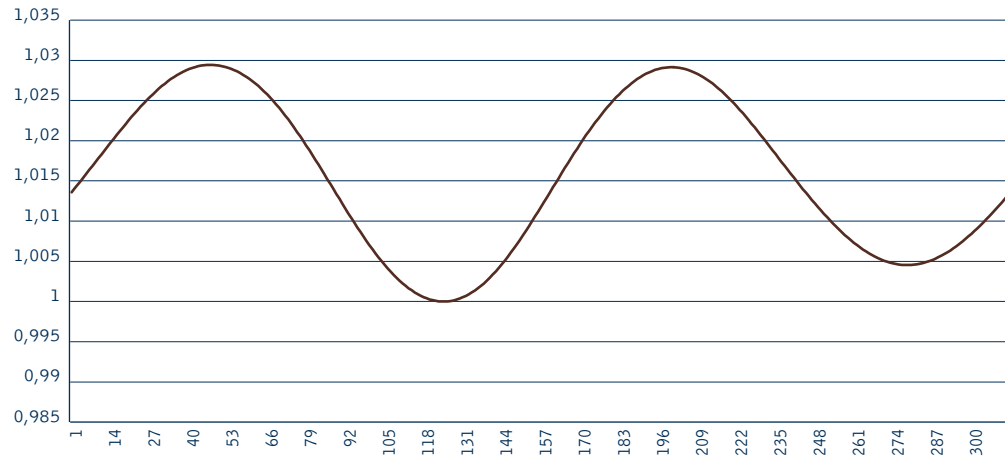




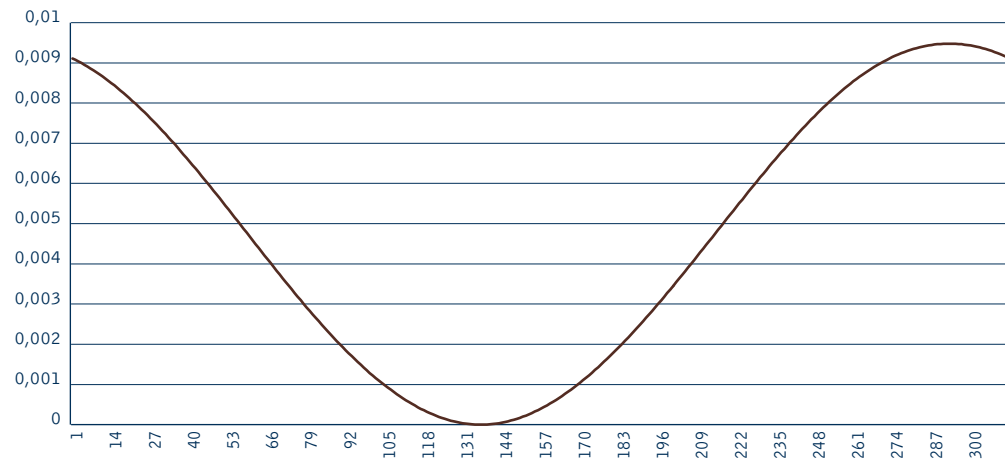
Nivel de resolución D6



Nivel de resolución D7



Nivel de resolución S7



ANEXO C

PARTE 1

Matriz de correlaciones entre los rendimientos logarítmicos de los índices y emisoras en siete niveles de resolución y el componente de suavización

d1	BOVESPA	BRFS3	ITUB4	PETR4	VALES	IPC	AMXL	CEMEXCPO	TELMEXL
BOVESPA	1.0000	0.3139	0.8013	0.7918	0.5455	0.8083	0.5739	0.6100	0.4584
BRFS3	0.3139	1.0000	0.2553	0.2307	0.0840	0.2507	0.1790	0.2195	0.0761
ITUB4	0.8013	0.2553	1.0000	0.5217	0.3660	0.6964	0.5598	0.5097	0.3361
PETR4	0.7918	0.2307	0.5217	1.0000	0.4710	0.6066	0.4567	0.4786	0.2684
VALES	0.5455	0.0840	0.3660	0.4710	1.0000	0.3781	1.0000	0.6894	0.7691
IPC	0.8083	0.2507	0.6964	0.6066	0.3781	1.0000	0.6894	0.7691	0.5355
AMXL	0.5739	0.1790	0.5598	0.4567	0.2230	0.6894	1.0000	0.4784	0.2551
CEMEXCPO	0.6100	0.2195	0.5097	0.4786	0.2815	0.7691	0.4784	1.0000	0.3780
TELMEXL	0.4584	0.0761	0.3361	0.2684	0.2559	0.5355	0.2551	0.3780	1.0000

d2	BOVESPA	BRFS3	ITUB4	PETR4	VALES	IPC	AMXL	CEMEXCPO	TELMEXL
BOVESPA	1.0000	0.3295	0.8169	0.7923	0.5845	0.7610	0.4189	0.7013	0.1052
BRFS3	0.3295	1.0000	0.2262	0.1941	0.1001	0.2145	0.0539	0.4202	-0.0762
ITUB4	0.8169	0.2262	1.0000	0.5558	0.3825	0.6833	0.3969	0.5696	0.1839
PETR4	0.7923	0.1941	0.5558	1.0000	0.5068	0.6367	0.3372	0.5348	0.2167
VALES	0.5845	0.1001	0.3825	0.5062	1.0000	0.4434	0.1972	0.3361	0.0519
IPC	0.7610	0.2145	0.6833	0.6367	0.4434	1.0000	0.5614	0.6278	0.3400
AMXL	0.4189	0.0539	0.3969	0.3372	0.1972	0.5614	1.0000	0.2574	0.2238
CEMEXCPO	0.7013	0.4202	0.5696	0.5348	0.3361	0.6278	0.2674	1.0000	0.0979
TELMEXL	0.1052	-0.0762	0.1839	0.2167	0.0519	0.3400	0.2238	0.0979	1.0000

d3	BOVESPA	BRFS3	ITUB4	PETR4	VALES	IPC	AMXL	CEMEXCPO	TELMEXL
BOVESPA	1.0000	0.4289	0.7992	0.7477	0.5254	0.7823	0.4179	0.6730	0.1640
BRFS3	0.4289	1.0000	0.3766	0.3342	0.0828	0.2572	0.0992	0.3036	-0.0156
ITUB4	0.7992	0.3766	1.0000	0.4414	0.2963	0.6365	0.2379	0.5406	0.3385
PETR4	0.7477	0.3342	0.4414	1.0000	0.4053	0.6531	0.3183	0.5654	0.0787
VALES	0.5254	0.0828	0.2953	0.4063	1.0000	0.2725	0.1141	0.2430	-0.0079
IPC	0.7823	0.2572	0.6365	0.6531	0.2725	1.0000	0.4810	0.6898	0.3029
AMXL	0.4179	0.0992	0.2379	0.3183	0.1141	0.4810	1.0000	0.2644	0.1793

Continúa

d3	BOVESPA	BRFS3	ITUB4	PETR4	VALES	IPC	AMXL	CEMEXCPO	TELMEXL
CEMEXCPO	0.6730	0.3036	0.5405	0.5654	0.2430	0.6898	0.2644	1.0000	0.3531
TELMEXL	0.1540	-0.0156	0.3385	0.0787	-0.0079	0.3029	0.1796	0.3631	1.0000

d4	BOVESPA	BRFS3	ITUB4	PETR4	VALES	IPC	AMXL	CEMEXCPO	TELMEXL
BOVESPA	1.0000	0.3353	0.8226	0.7242	0.5095	0.8572	0.5473	0.6924	0.6815
BRFS3	0.3353	1.0000	0.3022	0.1681	0.2033	0.3012	0.1501	0.2047	0.3136
ITUB4	0.8226	0.3022	1.0000	0.4172	0.3986	0.8140	0.5263	0.5012	0.7136
PETR4	0.7242	0.1681	0.4172	1.0000	0.3086	0.4709	0.1565	0.4550	0.4991
VALES	0.5096	0.2063	0.3965	0.3094	1.0000	0.3245	0.1819	0.2053	0.3212
IPC	0.8572	0.3012	0.8140	0.4709	0.3245	1.0000	0.4866	0.7885	0.6477
AMXL	0.5473	0.1501	0.5263	0.1535	0.1819	0.4855	1.0000	0.2702	0.5322
CEMEXCPO	0.6924	0.2047	0.5012	0.4550	0.2053	0.7886	0.2702	1.0000	0.5348
TELMEXL	0.6815	0.3136	0.7136	0.4991	0.3212	0.5477	0.5322	0.5348	1.0000

PARTE 2

Matriz de correlaciones entre los rendimientos logarítmicos de los índices y emisoras en siete niveles de resolución y el componente de suavización.

d5	BOVESPA	BRFS3	ITUB4	PETR4	VALES	IPC	AMXL	CEMEXCPO	TELMEXL
BOVESPA	1.0000	0.3939	0.7472	0.8392	0.3199	0.7940	0.3263	0.5869	-0.4110
BRFS3	0.3969	1.0000	0.4104	0.1797	0.3195	0.4535	0.3035	0.0931	0.0708
ITUB4	0.7472	0.4104	1.0000	0.4242	-0.0645	0.6715	0.5190	0.5897	-0.0843
PETR4	0.8392	0.1797	0.4242	1.0000	0.5243	0.4815	0.2076	0.3202	-0.5104
VALES	0.3199	0.3195	-0.0645	0.5243	1.0000	0.0885	-0.3186	-0.1329	-0.3622
IPC	0.7940	0.4535	0.6715	0.4815	0.0885	1.0000	0.4646	0.6612	-0.1712
AMXL	0.3263	0.3035	0.5190	0.2076	-0.3186	0.4646	1.0000	0.5615	0.1822
CEMEXCPO	0.5869	0.0931	0.5897	0.3202	-0.1329	0.6612	0.5615	1.0000	-0.0625
TELMEXL	-0.4110	0.0708	-0.0843	-0.5104	-0.3622	-0.1712	0.1822	-0.0625	1.0000

d6	BOVESPA	BRFS3	ITUB4	PETR4	VALES	IPC	AMXL	CEMEXCPO	TELMEXL
BOVESPA	1.0000	0.8133	0.9409	0.9108	0.7988	0.8747	0.6091	0.6814	0.4693
BRFS3	0.8133	1.0000	0.6834	0.6505	0.5563	0.8396	0.3357	0.5029	0.7788
ITUB4	0.9409	0.6834	1.0000	0.8774	0.7898	0.7281	0.7365	0.5789	0.3838
PETR4	0.9108	0.6505	0.8774	1.0000	0.9413	0.6789	0.6297	0.7084	0.2346
VALES	0.7988	0.5563	0.7898	0.9413	1.0000	0.5398	0.5946	0.6442	0.2546



D6	BOVESPA	BRFS3	ITUB4	PETR4	VALES	IPC	AMXL	CEMEXCPO	TELMEXL
IPC	0.8747	0.8396	0.7281	0.6789	0.5398	1.0000	0.5208	0.7833	0.6436
AMXL	0.6091	0.3357	0.7365	0.6297	0.5946	0.5208	1.0000	0.7039	0.2139
CEMEXCPO	0.6814	0.5029	0.5783	0.7085	0.6448	0.7833	0.7096	1.0000	0.3419
TELMEXL	0.4693	0.7788	0.3838	0.2346	0.2546	0.6436	0.2139	0.3419	1.0000

D7	BOVESPA	BRFS3	ITUB4	PETR4	VALES	IPC	AMXL	CEMEXCPO	TELMEXL
BOVESPA	1.0000	0.2298	0.9648	0.9417	0.9561	0.9718	0.9810	0.8586	0.9104
BRFS3	0.2298	1.0000	0.1628	0.4098	0.3150	0.1611	0.1172	0.0935	0.3660
ITUB4	0.9548	0.1628	1.0000	0.9200	0.8513	0.9972	0.9752	0.9581	0.8281
PETR4	0.9417	0.4098	0.9200	1.0000	0.9134	0.9128	0.9166	0.8553	0.8270
VALES	0.9561	0.3150	0.8617	0.9134	1.0000	0.8825	0.9157	0.7219	0.9586
IPC	0.9718	0.1611	0.9972	0.9182	0.8825	1.0000	0.9804	0.9461	0.8522
AMXL	0.9810	0.1172	0.9152	0.9166	0.9157	0.9804	1.0000	0.9108	0.8658
CEMEXCPO	0.8586	0.0935	0.9581	0.8553	0.7219	0.9461	0.9108	1.0000	0.6887
TELMEXL	0.9104	0.3660	0.8281	0.8270	0.9586	0.8622	0.8658	0.6887	1.0000

S8	BOVESPA	BRFS3	ITUB4	PETR4	VALES	IPC	AMXL	CEMEXCPO	TELMEXL
BOVESPA	1.0000	0.8506	-0.3175	0.9673	0.8871	-0.3385	0.8471	0.3151	0.2263
BRFS3	0.8506	1.0000	0.2284	0.9562	0.9973	0.2067	0.4412	0.7670	0.7046
ITUB4	-0.3175	0.2284	1.0000	-0.0668	0.1558	0.9991	-0.7729	0.7998	0.8518
PETR4	0.9673	0.9562	-0.0668	1.0000	0.9752	-0.0889	0.6847	0.5455	0.4659
VALES	0.8817	0.9973	0.1558	0.9752	1.0000	0.1339	0.5063	0.7175	0.6502
IPC	-0.3385	0.2067	0.9997	-0.0889	0.1339	1.0000	-0.7868	0.7863	0.8399
AMXL	0.8471	0.4412	-0.7729	0.6847	0.5063	-0.7868	1.0000	-0.2374	-0.3259
CEMEXCPO	0.3151	0.7670	0.7998	0.5455	0.7175	0.7863	-0.2374	1.0000	0.9957
TELMEXL	0.2263	0.7046	0.8518	0.4659	0.6502	0.8399	-0.3529	0.9957	1.0000