

La Facultad de Economía de la Universidad del Rosario busca propiciar espacios donde el conocimiento en Economía se desarrolle mediante la investigación, la exposición y la crítica académica. En busca de este objetivo, la serie de Borradores de Investigación impulsa la divulgación y discusión de los trabajos desarrollados por los investigadores adscritos a la Facultad, y trabajos externos que sean de interés a las líneas de investigación de la misma, que se concentran en las siguientes temáticas: regulación económica, economía laboral, pobreza y desigualdad, economía rural y economía financiera. Las opiniones expresadas en dichos documentos son responsabilidad de los autores y por lo tanto no deben ser interpretadas como propias de la Facultad de Economía ni de la Universidad del Rosario.

La serie completa de Borradores de Investigación puede ser consultada en:

http://www.urosario.edu.co/FASE1/economia/econ_inve_publicaciones_3.htm

Facultad de Economía
Universidad del Rosario
Calle 14 # 4-69

ECONOMÍA

SERIE DOCUMENTOS

BORRADORES
DE
INVESTIGACIÓN

Nº 92

Noviembre de 2007

ISSN 0124-4396

**En busca de algunos hechos estilizados del
mercado financiero colombiano**

Juan Camilo Rojas Rodríguez

SERIE DOCUMENTOS

**BORRADORES
DE
INVESTIGACIÓN**

Núm. 92, noviembre de 2007

**En busca de algunos hechos estilizados del mercado
financiero colombiano**

Juan Camilo Rojas Rodríguez



UNIVERSIDAD DEL ROSARIO
Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario - 1653

ROJAS RODRÍGUEZ, Juan Camilo

En busca de algunos hechos estilizados del mercado financiero colombiano / Juan Camilo Rojas Rodríguez.—Facultad de Economía. Bogotá: Editorial Universidad del Rosario, 2007.

26—(Serie Documentos. Borradores de Investigación; 92)

ISSN: 0124-4396

Colombia – Política económica / Colombia – Política financiera / Comercio / Cambio exterior / I. Título / II. Serie.

336.012861 SCDD 20

Editorial Universidad del Rosario
Facultad de Economía
Juan Camilo Rojas Rodríguez
Todos los derechos reservados
Primera edición: noviembre de 2007
ISSN: 0124-4396
Impresión digital: JAVEGRAF - Colombia

EN BUSCA DE ALGUNOS HECHOS ESTILIZADOS DEL MERCADO FINANCIERO COLOMBIANO

POR: JUAN CAMILO ROJAS RODRÍGUEZ•

RESUMEN

El reciente desarrollo de los mercados financieros en Colombia hace evidente la importancia de la mayor o menor integración con el entorno internacional. De acuerdo con la teoría de portafolio, para la conformación de un portafolio eficiente se deben combinar activos de diferente riesgo para obtener el mayor retorno esperado posible, teniendo en cuenta que puede existir correlación entre los activos. En ese sentido, se busca evidencia del grado de correlación que existe entre los principales activos del mercado local y del mercado internacional. En particular, los activos del mercado local (dólar, bonos de la Tesorería y acciones) y el mercado extranjero (en particular bonos del Tesoro de Estados Unidos) deberían presentar una correlación alta para considerarse sustitutos en una eventual construcción de un portafolio eficiente. En busca de estos hechos estilizados, se utilizan dos metodologías (Filtro de Hodrick y Prescott, 1997 y primeras diferencias de las variables) para la estimación de correlaciones contemporáneas y no contemporáneas entre los diferentes activos. Sin embargo, la evidencia muestra que la relación que existe entre los activos locales y los extranjeros no permite ser concluyente sobre el tema.

Palabras clave: correlación, retorno esperado, varianza, persistencia, teoría de portafolio, Índice General de la Bolsa de Valores (IGBC), Tasa Representativa del Mercado (TRM), bonos de la Tesorería (TES), bonos de la Reserva Federal (Treasuries), filtro de Hodrick y Prescott, Primera diferencia.

JEL Classification: M63, N40

ABSTRACT

Recent development of the financial markets in Colombia, emphasizes the importance of relation between local markets and the world economy. The portafolio theory says that the conformation of efficient portafolio has to combine assets of different risk to get the maximun expect profit, taking on account that it can exist correlation between the returns of the assets. This paper seeks evidence about the correlation between the main group of the assets on the local market and assets on the internacional markets. The assets on the local market (stocks, currencies, treasury bonds) and the internacional markets (particu-

• Profesor de la Facultad de Economía. Universidad del Rosario, Bogotá.

larly treasuries) has to show high correlations to be considered substitute in the construction of efficient portfolio. To prove this evidence, it is used two methodologies (Hodrick and Prescott filter, 1997 and the first difference of the variables) to check the contemporary and no contemporary correlations between the returns of local and international assets. The evidence shows that the correlation between these two types of assets is low, and is not allowed to take a conclusion about this matter.

Keywords: Public Debt, Colombia, XIX century.

JEL Classification: H63; N40.

1. INTRODUCCIÓN

En Colombia el desarrollo de los mercados financieros es reciente. Desde comienzos del nuevo siglo empezaron a tener una evolución notoria, no solamente en el plano bancario sino, además, en el mercado bursátil. La negociación activa de Bonos de la Tesorería (TES), títulos de endeudamiento interno de nuestro país, fue uno de los más importantes avances en el mercado de valores y sumado a la activa colocación de bonos de deuda en otros mercados, permitió la interacción de nuestro sistema financiero con el entorno internacional.

Sin embargo, existen relaciones de diferentes activos al interior de los mercados financieros, que muchas veces son subestimadas y dejadas de lado ante la importancia que ejerce el entorno internacional sobre el sistema financiero local.

Siguiendo la teoría de diversificación de portafolios debido a la sustitución que puede existir entre los activos, las relaciones entre éstos no pueden ser subestimadas. La mayoría de los agentes que interactúan en el mercado reconocen las oportunidades de arbitraje para lograr las mayores ganancias; sin embargo, no todos estos agentes tienen la posibilidad de negociar con activos externos, limitándose a las oportunidades que el mercado local les ofrece. Pese a esto, muchas veces se ignora si realmente la relación entre los diferentes activos locales es alta o baja, y más aún, si es contemporánea o no.

En este momento el activo de mayor importancia en el mercado son los Bonos de la Tesorería (TES). No solamente sus montos transados a diario son altos (cerca de cinco billones) en comparación con los demás activos, sino que son mucho más líquidos que cualquier otro activo en el mercado. Dentro de los sustitutos de los TES se encuentra el dólar, aunque es uno de los activos más transados en las negociaciones que se hacen día a día en el mercado interno (cerca de mil millones), sus montos transados son menores a los de los TES, pero no insignificantes; en orden de importancia, podría ser el segundo activo a nivel local.

Otro de los activos sustitutos en el mercado son las acciones; sin embargo, este mercado no es tan desarrollado ni tan competitivo como los anteriores. Los montos transados a diario no alcanzan a representar el 3% de los montos transados en TES y están cerca de entre 5% y 10% de los montos transados en el mercado cambiario. Pese a ser uno de los activos de menor apetito en el mercado, no deja de ser un sustituto importante, debido a la sorprendente valorización que han tenido las acciones, que entre 2003 y el primer trimestre 2006 vio cómo su índice se multiplicó casi por 12, al pasar de menos de 1.000 puntos a representar más de 11.000.

Como se explicó anteriormente, la importancia de la relación entre estos activos es relevante para los agentes del mercado. Asimismo, en muchas ocasiones, sus decisiones hacen que la relación entre el retorno de éstos se debilite o no se presente de manera contemporánea. Esto se da por la forma en que los agentes gestionan sus portafolios en el mercado, por la preferencia de unos activos sobre otros y por las imperfecciones propias del sistema financiero.

El objetivo de este trabajo es estudiar de manera estrictamente empírica, la forma cómo se están dando las relaciones entre el retorno de este tipo de activos y, además, la relación de los activos locales con las tasas de interés, cero cupón, de los bonos representativos del gobierno de Estados Unidos. Para esto se tomarán observaciones diarias de cada uno de los activos entre el 3 de julio de 2001 y el 30 de junio de 2006. A partir de esos datos, previo análisis de los dos primeros momentos y la persistencia, se construirán los coeficientes de correlación, tanto contemporáneos como con diferentes rezagos y adelantos de las variables para determinar si existe alguna diferencia en el tiempo de la toma de decisiones como reacción a cambios en alguna de las variables.

El trabajo se desarrolla de la siguiente forma: en la sección 2 se hará un marco teórico en donde se describe la teoría de portafolio. En la sección 3 se hará la descripción de cada una de las series incluida en este estudio. En la sección 4 se realizarán ejercicios empíricos. Finalmente, en la sección 5, se muestran algunas conclusiones derivadas del estudio.

2. TEORÍA DE PORTAFOLIO

En la teoría de portafolio hay características importantes. La primera, es conocer el universo de activos susceptibles de pertenecer a un portafolio dado. En este sentido, en los últimos años el desarrollo de los mercados financieros mundiales ha ampliado este espectro, de manera que de los portafolios no solamente formen parte los activos locales sino también los activos internacionales. La segunda, hace referencia a la correcta valoración de estos activos y al riesgo que enfrentan los inversionistas con cada uno de estos activos. Debido a la ampliación de los activos existentes en el mercado, la conformación de portafolios con bajo riesgo es cada vez más difícil. La tercera, —y sobre la cual se hace énfasis en este artículo—, es la interacción que tienen los activos de cierto portafolio. Esta medida de relación entre los diferentes activos de un portafolio, ayudará a determinar la participación de cada uno de ellos.

En el análisis de portafolio, el aporte de Markowitz (1952, 1959) es determinante. Entre otras muchas cosas, el autor hace referencia a que para construir un portafolio eficiente es indispensable que sea diversificado, y en ese sentido, se debe tener en cuenta la relación entre los activos que lo conforman; él sugiere que esto se puede lograr a través de la construcción de medidas de covarianza.

Dado que el nivel de exposición a los diferentes componentes de riesgo varía entre tipos de activos, los inversionistas desean compensarlo con la diversificación de portafolios en la cual se incluyan activos de alto y bajo riesgo.

El retorno esperado de cada uno de los activos viene dado por la siguiente ecuación:

$$E_t(R_{t,t+i}) = \frac{(P_{t+i} - P_t) + (\text{dividendos})}{P_t} \quad (1)$$

Donde P hace referencia al precio del activo; los dividendos, pueden ser pago por utilidades o cupones acordados y R es la tasa de retorno.

En la ecuación (1) se puede ver que el retorno está relacionado directamente con el pago de dividendos. Es decir que, entre mayor sea el pago de dividendos, mayor preferencia puede existir por un activo, debido a que la tasa de retorno esperada será mayor. Asimismo, el retorno esperado se relaciona indirectamente con el precio actual. Entre mayor sea el precio actual, menor será el retorno esperado. Esto ocurre, por ejemplo, cuando se dice que una acción se encuentra sobrevalorada; si eso ocurre, el retorno esperado podría, incluso, ser negativo.

Ahora bien, como nos estamos refiriendo a un portafolio, se debe tener en cuenta el retorno esperado de cada uno de los activos para estimar el retorno medio del portafolio elegido.

$$E(R_{\text{portafolio}}) = \sum_{i=1}^n w_i E(R_i) \quad (2)$$

Donde w_i es la participación de cada uno de los activos (i) en el portafolio.

Ahora, según la teoría de portafolio, es importante buscar una medida de incertidumbre o riesgo asociada con ese retorno. Una medida estadística que puede servir de Proxy para la medida de riesgo, está asociada a la desviación estándar y más generalmente a la varianza. Esta varianza cambia a lo largo del tiempo, mostrando el grado de incertidumbre que se tiene sobre el retorno de un activo en cada momento.

La varianza del retorno de un portafolio vendrá dada por:

$$\text{Var}(R) = \sum_{i=1}^N \frac{(R_i - R)^2}{N} \quad (3)$$

Es importante notar que en la ecuación (3) se asume que los activos en el portafolio no tienen ninguna relación, lo cual supone una restricción importante. Pero, como no siempre sucede esto, es importante ver qué sucede en un portafolio donde los activos presentan relaciones entre sí. Por lo tanto, se necesita una medida que pueda mostrar lo que sucede, en términos de riesgo cuando sí existe relación entre los activos que componen el portafolio. La covarianza es una medida que expresa el riesgo en el retorno de un activo, relativo al de otros activos en el portafolio.

En el caso general, la varianza de un portafolio con activos cuyos rendimientos están asociados unos con otros viene dada por:

$$\text{Var}(R_{\text{portafolio}}) = \sum_{i=1}^N w_i \text{var}(R_i) + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_i w_j \text{cov}(R_i, R_j) \quad (4)$$

A la hora de incluir diversificación dentro del portafolio, se debe tener en cuenta la correlación entre ellos como un elemento relevante a la hora de determinar los rendimientos del portafolio. La correlación muestra en qué medida se encuentran interrelacionados los cambios en precios y rendimientos de un activo con el otro. Este coeficiente varía entre $(-1,1)$, donde -1 significa que los rendimientos de los activos se encuentran negativa y proporcionalmente relacionados; es decir, que si el rendimiento de un activo aumenta 1%, el rendimiento del otro disminuye 1%. Lo contrario ocurre si el coeficiente es exactamente igual a 1. En el caso que el coeficiente sea igual a cero, la varianza del rendimiento del portafolio sería de la forma mostrada en la ecuación (3), donde los cambios en el rendimiento de uno de los activos no afecta a los demás del portafolio.

Desde luego, las correlaciones varían en todo el intervalo $(-1,1)$, lo que deja abierta la posibilidad a cualquier valor dentro de ese intervalo. En la medida que ese valor tienda a cero, los efectos de cambios en el rendimiento de un activo no afectará a otro; lo contrario ocurre si ese valor tiende a 1 en valor absoluto.

Como se ha visto, en parte de la teoría de portafolio, las correlaciones juegan un papel importante para la definición de portafolios óptimos. Es por eso que su estudio se hace relevante e interesante, para que sirva de imput en la construcción de portafolios que constan de activos riesgosos.

3. DATOS

Para realizar las pruebas empíricas correspondientes, se toman observaciones diarias de las series del Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia (IGBC), la Tasa Representativa del Mercado (TRM), las tasas de interés de bonos cero cupón (TES), de la Tesorería General de la Nación, con plazo a 5, 7 y 10 años y las tasas de interés de los bonos cero cupón emitidos por la Reserva Federal de Estados Unidos, con los mismos plazos al vencimiento. El periodo de las series está entre el 3 de julio de 2001 y 30 de junio de 2006. Para el caso del IGBC y la TRM, se toma la diferencia anual que en el caso del IGBC será el rendimiento anual del índice (dIGBC) y en el caso de la TRM, la devaluación o revaluación anual. A continuación se hará una descripción de cada una de las series incluidas en el estudio.

El IGBC es un índice general de precios de las acciones transadas en la Bolsa de Valores de Colombia. Se compone de seis índices que separan las acciones según la actividad económica a la que pertenezca; estos índices son: financiero, industrial, agrícola, sociedades inversoras, servicios públicos y servicios varios. Los índices financiero y el industrial son los que más influyen en el comportamiento del índice general. El IGBC es calculado como un promedio ponderado de los precios de las acciones que conforman la canasta básica; en esta canasta se encuentran las acciones más representativas del mercado. La participación de cada una de estas acciones en la canasta se determina de acuerdo con su rotación (acciones en circulación sobre acciones transadas) y la frecuencia con que éstas participan de las ruedas de negociación. La canasta es recalculada cada tres meses. En la Tabla 1 se muestra la canasta vigente para junio de 2007.

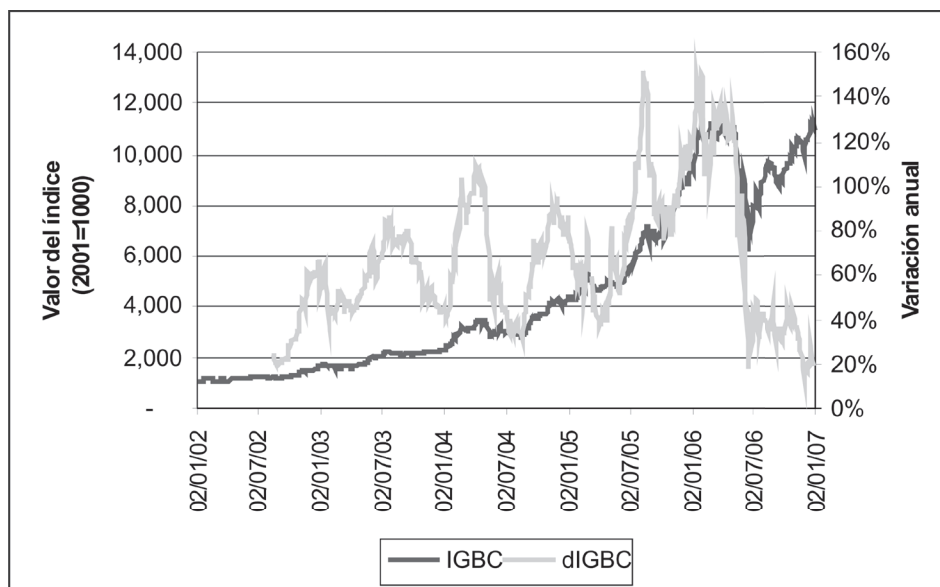
TABLA 1. CANASTA DEL IGBC VIGENTE A JUNIO DE 2007

Acción	Precio	Participación	Acción	Precio	Participación
SURAMINV	18600,00	24,26%	BOGOTÁ	30060,00	0,90%
BANCOLOMBIA	15380,00	7,17%	PVETB	835,00	1,72%
CORFICOLCF	17280,00	5,59%	GRUPOAVAL	627,00	0,69%
INVERARGOS	11700,00	4,41%	MINEROS	1990,00	0,19%
COLINVERS	22700,00	6,99%	PFCORFICOL	16500,00	0,44%
CHOCOLATES	16520,00	3,09%	COLPATRIA	28,00	0,10%
PFBCOLOM	15620,00	3,56%	TABLEMAC	10,40	4,70%
CEMARGOS	8500,00	7,07%	ODINSA	32000,00	0,10%
FABRICATO	50,00	9,30%	PROMIGAS	25040,00	0,14%
PAZDELRÍO	82,50	9,41%	VALOREM	452,00	0,09%
ISA	6900,00	3,74%	COLTEJER	18,00	0,91%
ÉXITO	14040,00	3,79%	VALSIMESA	2250,00	0,02%
INTERBOLSA	2150,00	1,40%			

Fuente: Bolsa de Valores de Colombia.

En la Gráfica 1 se muestra la evolución del IGBC y la variación anual en el periodo 2002-2006.

GRÁFICA 1. EVOLUCIÓN DEL IGBC

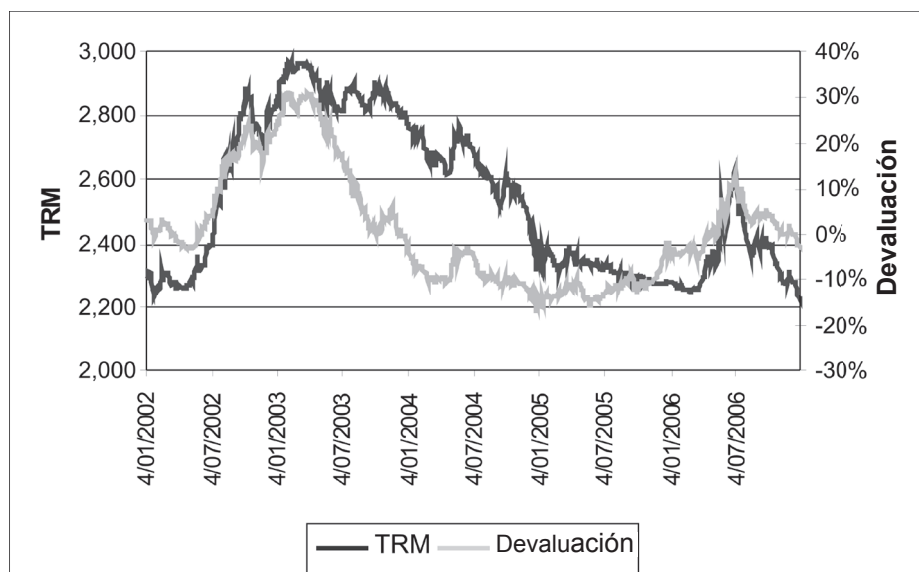


Fuente: cálculos propios, datos de la Bolsa de Valores de Colombia.

La TRM es la que tiene el precio promedio de las operaciones diarias de compra y venta de divisas en el mercado oficial. Las tasas de corte de las transacciones al interior de cada día son ponderadas por el volumen transado a ese precio. Al final de la jornada, el promedio ponderado de los precios representará la tasa oficial de cambio peso/dólar que regirá en la economía durante la próxima

jornada. Las operaciones del mercado cambiario se realizan a través del Sistema Electrónico de Transacciones e Información del Mercado Cambiario (SET-FX) donde todos los intermediarios autorizados por el Banco de la República¹ realizan sus operaciones de divisas; este sistema es administrado por la Bolsa de Valores de Colombia. En la Gráfica 2 se muestra la evolución de la tasa de cambio y la devaluación anual.

GRÁFICA 2. EVOLUCIÓN DE LA TASA REPRESENTATIVA DEL MERCADO (TRM)



Fuente: cálculos propios, datos Banco de la República.

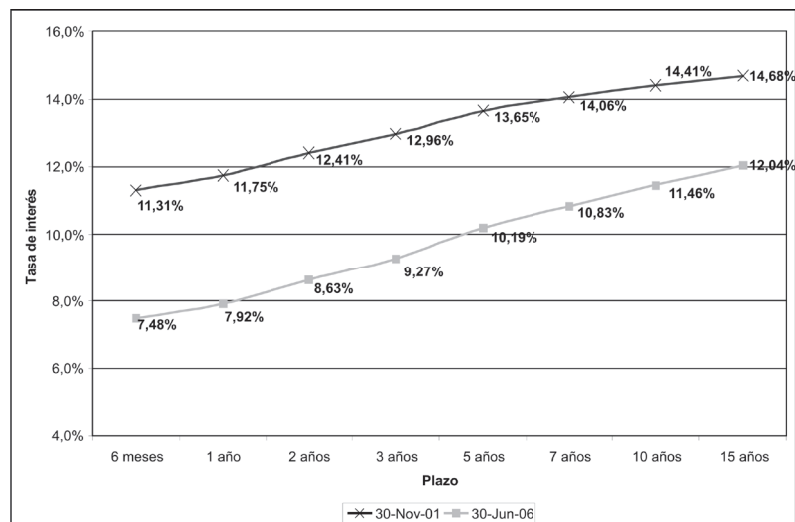
Las tasas de interés de bonos cero cupón de la Tesorería (TES) son tomadas de la curva cero cupón, que a su vez se deriva de las tasas de negociación en el mercado secundario de títulos. Este mercado funciona a través de la interacción de oferentes y demandantes en el Sistema Electrónico de Negociación (SEN) y del Mercado Electrónico Colombiano (MEC), donde se fijan montos y tasas de negociación en cada instante del tiempo en que se realizan las negociaciones. Al final, se toma el registro de la última transacción o tasa de cierre.

Las tasas cero cupón, son construidas a partir de esas tasas de cierre, pero descontando el efecto del pago del cupón que tienen los títulos de Tesorería (TES) una vez por año. Esta tasa representa la tasa de descuento que tiene cada uno de los títulos, a diferentes plazos, como si se hiciera un solo pago al vencimiento. La curva cero cupón, de la cual se extraen estimaciones diarias de estas tasas, es construida utilizando la metodología de Nelson y Siegel (1987). Así, se obtienen las observaciones diarias de las tasas de interés con los plazos de 5, 7 y 10 años.

En la gráfica 3 se muestran estimaciones de la curva cero cupón para el 30 de noviembre de 2001 y para el 30 de junio de 2006.

¹ Bancos comerciales, comisionistas de bolsa y dos casas de cambio. El Banco de la República interviene a través de compra y/o venta de divisas con alguno de los intermediarios de set-fx.

GRÁFICA 3. ESTIMACIÓN DE LA CURVA CERO CUPÓN PARA COLOMBIA
BAJO LA METODOLOGÍA DE NELSON Y SIEGEL

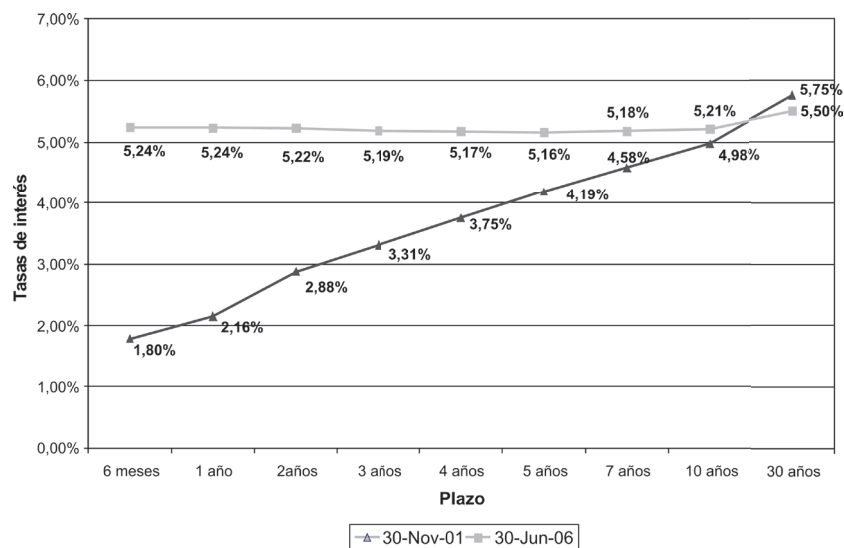


Fuente: cálculos propios.

La tasa de interés de los bonos cero cupón de la Reserva Federal son tomados de las observaciones diarias del índice de tasas de interés de la curva cero cupón I025 construido por el Federal Open Market Committee (FOMC).

En la gráfica 4 se muestra la curva cero cupón para las mismas fechas y plazos que la construida para Colombia.

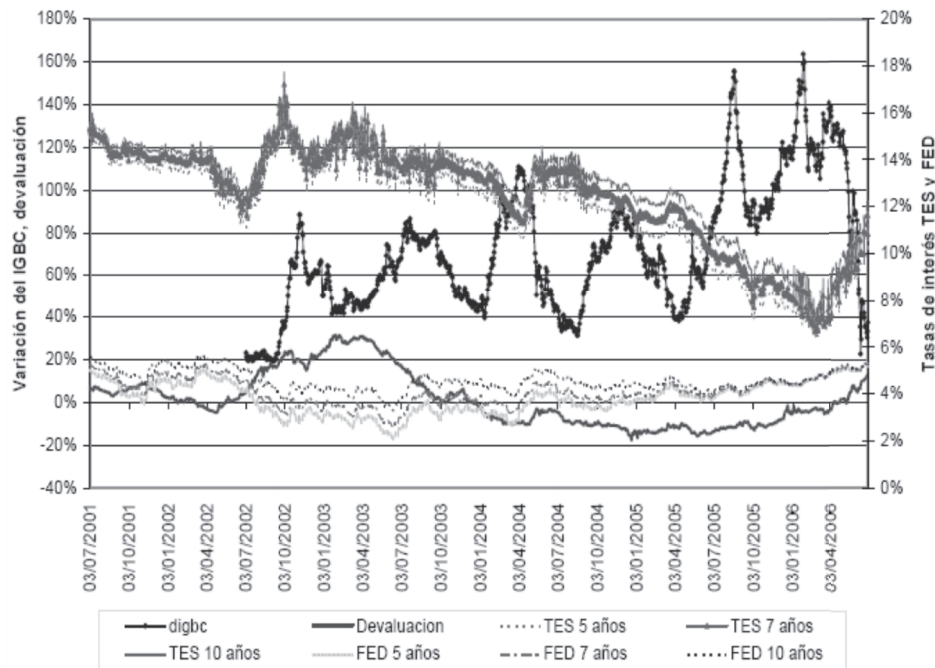
GRÁFICA 4. EVOLUCIÓN DE LA CURVA CERO CUPÓN PARA ESTADOS UNIDOS
CONSTRUIDA POR EL FOMC



Fuente: Federal Open Market Comittee (FOMC).

En la gráfica 5 se presentan las variables utilizadas. Como se observa, parece existir una relación entre las tasas cero cupón de los bonos del Tesoro (TES) y la variación del IGBC (dIGBC); asimismo, la devaluación parece seguir la tendencia de las tasas de los TES en la mayor parte del periodo en estudio. Sin embargo, con respecto a las tasas de los bonos de la Reserva Federal (FED), no parecen seguir relaciones, por lo menos, contemporáneas con ninguna de las demás variables. En la siguiente sección se realizarán las pruebas empíricas para corroborar si la evidencia gráfica se mantiene.

GRÁFICA 5. VARIABLES EN NIVELES 2001-2006 (MUESTRA DIARIA)



Fuente: cálculos propios, datos de la Bolsa de Valores de Colombia y Banco de la República.

PRUEBAS DE RAÍZ UNITARIA

Para mostrar las características de las series en estudio, se tiene que ver su dinámica y características de estacionariedad. Con este propósito se hará uso de la prueba KPSS (Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin), donde la hipótesis nula es que la serie es estacionaria.

Las pruebas de raíz unitaria aplicadas a las series que se presentan en la Tabla A1 del Anexo, muestran que, con excepción de la variación anual del IGBC (dIGBC), todas las series presentan indicios de no estacionariedad. De hecho, las series presentan evidencia de existencia de raíz unitaria debido a que éstas son estacionarias en primera diferencia.

Sin embargo, para determinar si existe una correlación entre las variables en estudio, se deberán trabajar las series estacionarias. Para volverlas $I(0)$ se utilizarán dos técnicas: la primera consiste en utilizar el componente cíclico derivado del filtro de Hodrick y Prescott (1997). La segunda utiliza la primera diferencia de cada una de las variables con el fin de estacionalizar la serie.

Al ser estacionarias las series, la comparación se facilita debido a que los coeficientes de correlación no se ven afectados por los componentes permanentes o tendencias que cada una de las series tiene.

MEDIA, VARIANZA Y PERSISTENCIA

Otras características importantes que se observan, debido a la relevancia que tienen en la teoría de portafolio, expuesta en la sección 2, se presentan en la tabla 2. Los promedios, la desviación estándar de las series en niveles, y medidas de persistencia basadas en cada una de las dos diferentes metodologías.

TABLA 2. PROMEDIO, DESVIACIÓN ESTÁNDAR Y MEDIDAS DE PERSISTENCIA

Variables	Media		Desv. Estándar		Persistencia	
	H&P	Diferencias	H&P	Diferencias	H&P1/	Diferencias
TES 5 años	0,03%	0,00%	0,59%	0,29%	0,8755	-0,3483 ***
TES 7 años	0,04%	0,00%	0,59%	0,33%	0,8422	-0,3713 ***
TES 10 años	0,03%	0,00%	0,58%	0,36%	0,8075	-0,3890 ***
dIGBC	-1,36%	-	18,20%	-	0,9862	-
devaluación	-0,05%	0,00	2,66%	0,59%	0,9775	0,1976 ***
FED 5 años	0,01%	0,00%	0,27%	0,07%	0,9644	-0,0585 **
FEO 7 años	0,01%	0,00%	0,25%	0,07%	0,9649	-0,0376
FED 10 años	0,01%	0,00%	0,24%	0,06%	0,9634	-0,0183

1/ Todos los coeficientes son significativos al 1%

* Significativo al 10%

**Significativo al 5%

***Significativo al 1%

Fuente: cálculos propios.

La tabla 2 muestra que tanto la media, como las medidas de dispersión de los títulos de la Tesorería (TES) son mayores que sus similares emitidos por la Reserva Federal (FED). Bajo la teoría de portafolio, y como se ve en la realidad, esto indicaría que es mucho más riesgoso un portafolio con bonos TES que un portafolio integrado por bonos FED. Desde luego, ese mayor riesgo o incertidumbre genera un mayor retorno medio, como lo muestran los resultados. Otro caso que llama la atención en estos resultados es el de la diferencia del IGBC (dIGBC); su media es inferior a la desviación estándar. Esto ocurre por la rápida evolución que ha tenido el índice en los últimos tres años. Sin embargo, no deja de ser un activo riesgoso y de alta volatilidad. Así como se pueden obtener altas ganancias en una inversión en acciones, también se puede perder de la misma forma.

En cuanto a la devaluación anual, su desviación es inferior al 10% de su precio medio. Esto lo convierte en el activo menos riesgoso en el mercado nacional, siendo no tan “seguro” como los bonos de la Reserva Federal (FED), pero tampoco tan riesgoso como los títulos de la Tesorería (TES). Sin tener en cuenta las medidas de eficiencia, un portafolio construido con estos ocho activos podría estar bien diversificado, de acuerdo con los resultados obtenidos en media y varianza.

Las medidas de persistencia se utilizan para ver la evolución futura de los activos después de un choque exógeno sobre cualquiera de ellos. En la medida que este coeficiente tienda a 1, en valor absoluto, la persistencia es mayor; es decir, que los efectos del choque exógeno permanecen mucho tiempo después, casi de forma permanente.

En este caso, las medidas de persistencia muestran ser altas en todos los casos, para la base construida con el filtro de Hodrik y Prescott. Solamente, en el caso de los bonos de la Tesorería (TES), el coeficiente de persistencia disminuye un poco, pero sigue acercándose a 1. Las medidas obtenidas para esa metodología contrastan de manera importante con las obtenidas para la base construida con la primera diferencia de las variables. Los coeficientes de persistencia muestran valores contrarios a los obtenidos anteriormente. En el caso de los bonos FED, la persistencia resulta ser muy baja, indicando que un choque exógeno afecta de manera transitoria y puntual a los retornos de esa variable. En el caso de los activos del mercado nacional, muestran una persistencia mayor que los bonos FED, pero claramente inferior a la que se obtuvo para la otra metodología.

4. RESULTADOS

Los supuestos teóricos de los cuales se parte son los siguientes: primero, se supone que existe correlación entre las tasas de los títulos de Tesorería (TES) y la devaluación de la tasa de cambio y que ésta es directa; es decir, que a medida que aumenta la devaluación de la TRM, las tasas de los TES deben aumentar, como una consecuencia de la recomposición de portafolios que hacen los agentes. Según la teoría de portafolio, y teniendo en cuenta que son activos sustitutos en la construcción de un portafolio eficiente, la interrelación de los activos debe hacer que el rendimiento medio de este continúe constante; es decir, que lo que se puede estar perdiendo por la caída de algún activo, se recupere con otro.

El segundo supuesto es que la correlación entre las tasas de los TES y la variación anual del IGBC (dIGBC) es inversa; esto indica que cuando aumenta el rendimiento de los TES, baja el rendimiento de las acciones (dIGBC) como consecuencia de la recomposición de portafolios, moviéndose hacia el activo menos riesgoso. Tercero, la correlación entre la devaluación de TRM y la variación anual del IGBC es inversa; esto quiere decir que en la medida que la moneda se devalúa, la variación anual del IGBC disminuye, por efecto del movimiento de capitales hacia activos de mayor valorización y menor riesgo. Cuarto, la relación entre las tasas de los TES y las tasas de los bonos de la Reserva Federal (FED) es directa. Se supone que en la medida que aumenten las tasas de los bonos FED, las tasas de los TES deberían aumentar, debido a que si un activo menos riesgoso como los bonos FED tienen un mayor rendimiento, los capitales fluirán hacia ese tipo de activos a menos que los activos más riesgosos ofrezcan un mayor retorno, asociado con su mayor riesgo. Esta relación se cumple bajo la hipótesis de paridad descubierta de tasas de interés, para unas expectativas de devaluación dadas.

Para las pruebas empíricas se van a tomar dos bases de datos alternativas. La primera, está constituida por el componente cíclico de las variables, construido a partir del filtro de Hodrick y Prescott (1997). La segunda se compone por cada una de las variables en primera diferencia, excepto la variación anual del IGBC que es estacionaria. Las variables en ambos conjuntos son estacionarias,

lo que garantiza que los resultados obtenidos no tengan ninguna desviación tendencial y que se pueda usar la teoría convencional para su análisis.

Se parte del análisis de los coeficientes de correlación contemporáneos, así como rezagos y adelantos de las variables. Para esto se toman grupos de variables de la siguiente forma: las tasas de los bonos de la Reserva Federal (FED) a diferentes plazos, conformarán un grupo; las tasas cero cupón de los bonos del Tesoro Nacional (TES) a diferentes plazos serán considerados como otro grupo. Finalmente, la variación anual del Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia (dIGBC) y la devaluación de la tasa representativa del mercado (DEV) serán consideradas individualmente, como otros dos “grupos” de variables. Para los rezagos y adelantos de las variables, se consideran periodos entre 1 y 5 días.

A continuación se presentan los resultados obtenidos con cada una de las bases bajo dos diferentes metodologías:

FILTRO DE HODRICK Y PRESCOTT

En cuanto a los coeficientes de correlación contemporáneos, se observa que las relaciones teóricas se cumplen. Sin embargo, los coeficientes de correlación cambian entre variables. Por ejemplo, la correlación contemporánea entre las tasas de los bonos de la Reserva Federal (FED) y la mayoría de variables de nuestro sistema es baja, con excepción de la variación anual del IGBC (dIGBC), que en la práctica muestra una mayor volatilidad ante cambios en los rendimientos de los activos externos. Esto se debe a su mayor riesgo entre los activos del mercado nacional.

Las variables del mercado local muestran correlaciones más altas si se cumplen ciertas condiciones: entre la devaluación de la tasa de cambio (DEV) y las tasas de los TES, la correlación alcanza un valor por encima de 0.6; además, esta relación está de acuerdo con la teoría económica. Entre la dIGBC y las tasas de los TES, el coeficiente, en promedio, es cercano a -0.4. Además de mostrar que los movimientos contemporáneos del dIGBC y los TES se alimentan en un 40%, la relación teórica se cumple. La relación entre el IGBC y la TRM es muy similar, de acuerdo con lo teórico y con un coeficiente cercano a -0.42. La Tabla 3 resume los resultados comentados.

TABLA 3. COEFICIENTES DE CORRELACIÓN CONTEMPORÁNEOS. FILTRO H&P

	FED10	FED5	FED7	dIGBC	TES10	TES5	TES7	DEV
FED10	1,000							
FED5	0,976	1,000						
FED7	0,991	0,996	1,000					
dIGBC	-0,138	-0,184	-0,168	1,000				
TES10	0,085	0,085	0,083	-0,403	1,000			
TES5	0,077	0,089	0,081	-0,433	0,965	1,000		
TES7	0,088	0,094	0,089	-0,426	0,992	0,991	1,000	
DEV	0,004	0,041	0,028	-0,419	0,462	0,495	0,482	1,000

Fuente: cálculos propios.

Los rezagos y adelantos, resultados que se resumen en las tablas A2 a A7 del Anexo, las tasas de los bonos de la Reserva Federal siguen mostrando coeficientes de correlación que no difieren de los presentados en la Tabla 3. En la medida que se incluyen más rezagos y adelantos, los coeficientes disminuyen, aunque la relación teórica se mantiene. Este resultado responde a lo observado en los coeficientes de persistencia.

Al observar los rezagos y adelantos de las variables en el mercado local, se encuentran algunas características relevantes. Cuando se analizan los rezagos de las tasas de los TES, la tendencia muestra que el poder explicativo sobre la devaluación y la variación anual del IGBC se mantiene constante en el tiempo al incluir adelantos; esta situación cambia al mirar los rezagos, donde se presenta una disminución marginal. En el caso de la dIGBC, pasa de -0.42 contemporáneamente a -0.35 con 5 rezagos. En el caso de la devaluación los resultados son similares; en la medida que se consideran más rezagos, el coeficiente disminuye, pasando de -0.5 a -0.42. Pese a esto, en ninguno de los dos casos la relación teórica se pierde.

Al analizar los rezagos y adelantos de la dIGBC, lo más relevante es que la relación con las tasas de la FED aumenta en la medida que se incluyen más rezagos y adelantos. Asimismo, frente a la devaluación de la TRM los resultados muestran una disminución en la medida que se incluyen mayores adelantos de la dIGBC, pero el coeficiente permanece cuando se incluyen más rezagos. Al incluir adelantos de esta variable, el coeficiente de correlación cae lentamente; pasar de 1 a 5 rezagos implica una caída de -0.42 a -0.37 en el coeficiente de correlación. Cuando se incluyen rezagos, los resultados del coeficiente de correlación permanecen alrededor de -0.42. Los resultados obtenidos en el caso de la inclusión de adelantos y rezagos de la TRM, muestran una relación muy estable en el tiempo entre esta variable y el IGBC.

La evidencia recogida con la base de datos construida a través de la metodología de Hodrick y Prescott (1997), muestra que la respuesta de las variables del mercado nacional al entorno internacional no parece ser relevante. Este resultado no deja de sorprender, debido a la alta importancia que los agentes de mercado le dan a la información externa. Como se indicó, las relaciones teóricas se cumplen en su mayoría, pero son bajas. Solamente, cabe destacar la relación que existe entre las tasas de los FED y la dIGBC.

En el mercado local la relación entre las variables de mercado sí muestran co-movimientos importantes según la predicción de la teoría económica. Además, las variables se explican una a la otra entre un 40% a 60%. Es necesario tener en cuenta que la variable más importante es la tasa de los TES debido a que éstos son el activo más transado del mercado (aunque no el de menor riesgo) y su relación con la TRM y el IGBC es relevante.

PRIMERAS DIFERENCIAS

En la segunda prueba sobre las series en estudio, se construye la base a partir de la primera diferencia de cada una de las series. Con esto, se toma en cierto modo un ciclo un poco más corto, pero que puede mostrar si existe relación entre las variaciones diarias de cada una de las variables. Desde la Tabla A8 hasta la A13 del Anexo, se resumen los resultados obtenidos con los rezagos y adelantos de cada una de las variables en estudio.

Los resultados son sorprendentes porque muestran una disminución en correlación entre las variables nacionales e internacionales, así como al interior del mercado local. Con excepción de la dIGBC y la devaluación, con las tasas FED, todas las correlaciones se ajustan a la teoría, pero son bajas. Por ejemplo, en el caso de las tasas de los TES y la TRM, el coeficiente de correlación cae a un valor cercano a cero, insinuando que la correlación es casi inexistente. El coeficiente de correlación contemporáneo se encuentra alrededor de 0.04, cifra que disminuye al incluir adelantos y rezagos de las tasas de los TES.

Igualmente sucede con los coeficientes de correlación entre las tasas de los TES y el IGBC. La correlación contemporánea se encuentra alrededor de -0.01, pero tiende a cero en la medida que se incluyen mayores adelantos. Al incluir rezagos, el coeficiente se acerca a -0.03. En la Tabla 4 se muestran los coeficientes de correlación contemporáneos.

TABLA 4. COEFICIENTES DE CORRELACIÓN CONTEMPORÁNEOS
PRIMERAS DIFERENCIAS

	DEV	FED10	FED5	FED7	TES10	TES5	TES7	DIGBC
DEV	1,000							
FED10	-0,042	1,000						
FED5	-0,036	0,913	1,000					
FED7	-0,038	0,964	0,988	1,000				
TES10	0,046	0,015	0,020	0,016	1,000			
TES5	0,036	0,010	0,012	0,009	0,934	1,000		
TES7	0,043	0,012	0,016	0,013	0,987	0,979	1,000	
DIGBC	-0,012	0,078	0,079	0,080	-0,010	-0,013	-0,011	1,000

Fuente: cálculos propios.

Es importante notar que las relaciones de las tasas de los TES con las tasas de los bonos de la Reserva Federal (FED) son pequeñas y disminuyen en la medida que se incluyen adelantos y rezagos.

Al analizar los rezagos de las tasas de los TES en relación con la devaluación, el coeficiente se encuentra alrededor de 0.04. Sin embargo, al tener en cuenta más rezagos el coeficiente disminuye hasta ubicarse cerca de cero.

En el caso de los TES y el IGBC sucede algo similar. Al considerar adelantos de las tasas de los TES, la relación tiende rápidamente a cero. Al observar el comportamiento de los rezagos el coeficiente está alrededor de -0.05 con el primer rezago. Sin embargo, en la medida que se consideran mayores rezagos, el coeficiente disminuye y en algunos casos la relación teórica se rompe, haciendo que este coeficiente sea bajo e inestable en el tiempo.

Otra de las correlaciones con resultado explicativo según la metodología anterior, era la que integraban la TRM y el IGBC. En este caso, el coeficiente contemporáneo es de -0.01, lo que demuestra que no existe una relación fuerte en los cambios de este par de variables. Al considerar adelantos en la TRM o rezagos en el IGBC, la relación aumenta de forma más notoria en el primero, donde el coeficiente pasa a ser -0.21. Al incluir más adelantos o rezagos, según sea el caso, la relación disminuye tomando valores cercanos a cero.

La relación más fuerte que se encuentra con las variables en primera diferencia es la diferencia anual del IGBC y la diferencia de las tasas de interés de los FED. Esta relación se mantiene constante en el tiempo al considerar rezagos y adelantos de las variables.

En general, los resultados encontrados con la base construida a partir de la primera diferencia de las series, deja ver que los coeficientes de correlación, en su mayoría, son bajos e inestables debido a que las relaciones teóricas se rompen al incluir rezagos o adelantos. Se mantiene la tendencia de baja correlación entre las variables de mercado nacionales y las internacionales, con excepción de las tasas de los bonos FED y la diferencia anual del IGBC.

5. CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo hace referencia a la verificación de la evidencia sobre algunos hechos estilizados en el mercado financiero colombiano. En particular, las variables utilizadas en el estudio son: para el mercado nacional las tasas de interés cero cupón de los bonos del Tesoro (TES) con vencimiento a 5, 7 y 10 años adelante, construidas a partir de la metodología de Nelson y Siegel (1987); la devaluación anual de la Tasa Representativa del Mercado cambiario (TRM) expresada como pesos/dólar; la variación anual del índice general de la Bolsa de Valores de Colombia (IGBC), que muestra la evolución de la canasta representativa de acciones. Para el mercado internacional se tomaron las tasas de interés cero cupón de los bonos de la Reserva Federal (FED) con vencimiento a 5, 7 y 10 años, tomadas del índice I025 construido por el Federal Open Market Committee (FOMC).

Con excepción de la variación anual del IGBC, las bases de datos debieron ser transformadas debido a que todas resultaron ser integradas de primer orden $I(1)$. Para la transformación se utilizaron dos técnicas: la primera, el filtro de Hodrick y Prescott, (1997); de donde se toma la parte cíclica y se extrae el componente permanente o tendencial; la segunda técnica consiste en tomar la primera diferencia de cada una de las series en estudio.

Los resultados obtenidos con la base armada a partir de la técnica de Hodrick y Prescott (1997), muestra que existe una correlación alta –de acuerdo con la teoría– entre las variables del mercado nacional. Sin embargo, la correlación con las variables externas resulta no ser altamente significativa y, en algunos casos, contraria a la teoría. En la mayoría de los casos, a la hora de incluir rezagos o adelantos de las variables, la correlación se debilita, haciendo de la correlación contemporánea la de mayor impacto. También se encuentra evidencia de una correlación importante entre la variación anual del IGBC y las tasas de interés de los bonos FED.

Los resultados obtenidos con la base armada a partir de la primera diferencia de las variables en estudio, muestra –contrario a lo obtenido anteriormente– que no existe una correlación fuerte entre las variables nacionales, ni de éstas con las variables internacionales.

Las diferencias obtenidas con las dos técnicas utilizadas hacen pensar que los resultados son susceptibles al método utilizado para construir las bases de datos en forma estacionaria. En particular, el valor del λ para el filtro de Hodrick y Prescott (1997), puede tener gran influencia en los resultados. Por lo tanto, no se puede hablar de resultados robustos, debido a que las técnicas no

refuerzan los resultados sino que, por el contrario, se contradicen. Pese a la aparente correlación presentada en las gráficas de las variables los resultados empíricos no la corroboran. Por lo tanto, se puede concluir que no hay hechos estilizados en esta materia, debido a que las dos metodologías utilizadas para el análisis de las bases de datos no se soportan una a la otra.

Para futuros estudios, la inclusión del IGBC dividido por los diferentes índices que los componen podría ayudar a encontrar evidencia importante. También, incluir medición de tasas de títulos e índices bursátiles de los mercados emergentes sería importante, debido a que éstos datos podrían contener información relevante sobre los mercados nacionales.

BIBLIOGRAFÍA

- Arango, L.E.; Melo, L.F; Vásquez D.M. (2002). “Estimación de la estructura a plazo de las tasas de interés en Colombia”. En *Borradores de Economía*, N° 196. Banco de la República.
- Farell, J.L. *Portafolio Management. Theory and applications*. Second edition, McGraw-Hill, 1997.
- Hodrick, R.J. y E.C. Prescott (1997). “Postrar U.S. Business Cycles: An empirical Investigation”. En *Journal of Money, Credit, and Banking* N° 29, pp. 1-16.
- Nelson, C.R.; Siegel, A.F. (1987). “Parsimonious modelling of yield curves”. En *Journal of Business* N° 60, pp. 473-489.

ANEXOS

TABLA AI. PRUEBAS DE ESTACIONARIEDAD (PRUEBA KPSS)

Variable	Valor Estimado	Valores Críticos			Constante	Tendencia	Acepta Ho
		1%	5%	10%			
FED10	0,482	0.216	0.146	0,119	SI***	SI***	no
FED5	0,830	0.216	0.146	0,119	SI***	SI***	no
FED7	0,737	0.216	0.146	0,119	SI***	SI***	no
TES5	0,634	0.216	0.146	0,119	SI***	SI***	no
TES7	0,672	0.216	0.146	0,119	SI***	SI***	no
TES10	0,693	0.216	0.146	0,119	SI***	SI***	no
dIGBC	0,136	0.216	0.146	0,119	SI***	SI***	SI***
Devaluación	0,4367	0.216	0.146	0,119	SI***	SI***	no

Ho: La serie es estacionaria en niveles

- * Significativo al 10%
- ** Significativo al 5%
- *** Significativo al 1%

TABLA A2. COEFICIENTES DE CORRELACIÓN CONTEMPORÁNEOS
Y CON ADELANTOS EN LAS TASAS FED

	FED10C(1)	FEDSC(1)	FED7C(1)	FED10C(2)	FED5C(2)	FED7C(2)	IGBCC	TES10C	TES5C	TES7C	DEVC
FED10CM)	1,000	0,976	0,991								
FED5C(1)	0,976	1,000	0,996								
FED7C(1)	0,991	0,996	1,000								
IGBCC	-0,121	-0,167	-0,151	-0,106	0,152	-0,136					
TES10C	0,071	0,070	0,068	0,070	0,069	0,067					
TES5C	0,065	0,076	0,069	0,063	0,073	0,066					
TES7C	0,074	0,079	0,075	0,072	0,077	0,073					
DEVC	0,000	0,036	0,023	-0,004	0,032	0,019					
FED10C(3)							-0,093	0,059	0,053	0,061	-0,007
FED5C(3)							-0,139	0,059	0,063	0,067	0,030
FED7C(3)							-0,123	0,057	0,056	0,062	0,016
FED10C(4)							-0,081	0,053	0,048	0,055	-0,014
FED5C(4)							-0,126	0,050	0,056	0,058	0,025
FED7C(4)							-0,110	0,049	0,050	0,054	0,010
FED10C(5)							-0,066	0,042	0,039	0,045	-0,020
FED5C(5)							-0,111	0,040	0,046	0,048	0,019
FED7C(5)							-0,095	0,038	0,040	0,044	0,004

Nota: FEDC: corresponde a la parte cíclica de las tasas cero cupón de los bonos de la Reserva Federal a diferentes plazos.
TESC: corresponde a la parte cíclica de las tasas cero cupón de los bonos de la Tesorería a diferentes plazos.
IGBCC: corresponde a la parte cíclica de la variación del Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia.
DEVC: corresponde a la parte cíclica de la devaluación de la Tasa Representativa del Mercado (TRM).

TABLA A3. COEFICIENTES DE CORRELACIÓN CON REZAGOS
EN LAS TASAS FED

	FED10C(-1)	FED5C(-1)	FED7C(1)	FED10C(-2)	FED5C(-2)	FED7C(-2)	IGBCC	TES10C	TES5C	TES7C	DEVC
FED10C(-1)	1,000	0,976	0,991								
FED5C(-1)	0,976	1,000	0,996								
FED7C(-1)	0,991	0,996	1,000								
IGBCC	-0,154	-0,201	-0,184	-0,170	-0,216	-0,200					
TES10C	0,098	0,098	0,096	0,108	0,109	0,107					
TES5C	0,089	0,100	0,093	0,099	0,110	0,103					
TES7C	0,100	0,106	0,101	0,110	0,117	0,112					
DEVC	0,011	0,048	0,036	0,016	0,054	0,042					
FED10C(-3)							-0,188	0,115	0,107	0,118	-0,017
FED5C(-3)							-0,231	0,114	0,115	0,123	0,058
FED7C(-3)							-0,216	0,113	0,109	0,118	0,044
FED10C(-4)							-0,205	0,115	0,108	0,119	0,025
FED5C(-4)							-0,247	0,115	0,116	0,123	0,066
FED7C(-4)							-0,233	0,113	0,110	0,119	0,052
FED10C(-5)							-0,223	0,126	0,120	0,130	0,034
FED5C(-5)							-0,263	0,125	0,126	0,134	0,075
FED7C(-5)							-0,249	0,124	0,121	0,130	0,062

Nota: FEDC: corresponde a la parte cíclica de las tasas cero cupón de los bonos de la Reserva Federal a diferentes plazos.
TESC: corresponde a la parte cíclica de las tasas cero cupón de los bonos de la Tesorería a diferentes plazos.
IGBCC: corresponde a la parte cíclica de la variación del Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia.
DEVC: corresponde a la parte cíclica de la devaluación de la Tasa Representativa del Mercado (TRM).

Tabla A4. Coeficientes de correlación con adelantos de las tasas TES

	TES10C(1)	TESSC(1)	TES7C(1)	TES10C(2)	TESSC(2)	TES7C(2)	TES10C(3)	TESSC(3)	TES7C(3)	TES10C(4)	TESSC(4)	TES7C(4)	TES10C(5)	TESSC(5)	TES7C(5)
FED10C	0,0987	0,0897	0,1007	0,1101	0,1014	0,1125	0,1195	0,1123	0,1230	0,1221	0,1164	0,1263	0,1348	0,1296	0,1396
FED5C	0,0992	0,1012	0,1072	0,1122	0,1136	0,1201	0,1202	0,1222	0,1288	0,1228	0,1255	0,1317	0,1355	0,1386	0,1450
FED7C	0,0972	0,0941	0,1025	0,1097	0,1063	0,1151	0,1182	0,1159	0,1245	0,1209	0,1195	0,1276	0,1336	0,1327	0,1410
IGBCC	-0,4061	-0,4332	-0,4279	-0,4074	-0,4325	-0,4282	-0,4048	-0,4289	-0,4251	-0,3990	-0,4220	-0,4186	-0,3934	-0,4158	-0,4126
DEVCC	0,4527	0,4860	0,4730	0,4350	0,4733	0,4574	0,4159	0,4593	0,4405	0,4053	0,4509	0,4311	0,39165	0,4431	0,4228

Tabla A5. Coeficientes de correlación con rezagos de las tasas FED

	TES10C(-1)	TESSC(-1)	TES7C(-1)	TES10C(-2)	TESSC(-2)	TES7C(-2)	TES10C(-3)	TESSC(-3)	TES7C(-3)	TES10C(-4)	TESSC(-4)	TES7C(-4)	TES10C(-5)	TESSC(-5)	TES7C(-5)
FED10C	0,070	0,064	0,073	0,067	0,060	0,069	0,054	0,047	0,056	0,046	0,040	0,048	0,034	0,029	0,036
FED5C	0,068	0,074	0,078	0,066	0,070	0,074	0,054	0,057	0,061	0,042	0,047	0,050	0,030	0,036	0,038
FED7C	0,067	0,067	0,073	0,064	0,063	0,070	0,051	0,050	0,056	0,041	0,041	0,046	0,028	0,029	0,034
IGBCC	-0,401	-0,429	-0,423	-0,392	-0,420	-0,415	-0,380	-0,409	-0,403	-0,368	-0,397	-0,391	-0,359	-0,388	-0,382
DEVCC	0,462	0,498	0,484	0,452	0,487	0,473	0,446	0,477	0,465	0,430	0,460	0,448	0,415	0,443	0,432

Nota: FEDC: corresponde a la parte cíclica de las tasas cero cupón de los bonos de la Reserva Federal a diferentes plazos.
TESC: corresponde a la parte cíclica de las tasas cero cupón de los bonos de la Tesorería a diferentes plazos.
IGBCC: corresponde a la parte cíclica de la variación del Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia.
DEVCC: corresponde a la parte cíclica de la devaluación de la Tasa Representativa del Mercado (TRM).

Tabla A6. Coeficientes de correlación con rezagos y adelantos de la variación anual del IGBC

	IGBCC(1)	IGBCC(2)	IGBCC(3)	IGBCC(4)	IGBCC(5)	IGBCC(-1)	IGBCC(-2)	IGBCC(-3)	IGBCC(-4)	IGBCC(-5)
FED10C	-0,154	-0,170	-0,188	-0,205	-0,223	-0,121	-0,106	-0,093	-0,081	-0,066
FED5C	-0,201	-0,216	-0,231	-0,247	-0,263	-0,167	-0,152	-0,139	-0,126	-0,111
FED7C	-0,184	-0,200	-0,216	-0,233	-0,249	-0,151	-0,136	-0,123	-0,110	-0,095
IGBCCC(1)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
TES10C	-0,401	-0,392	-0,380	-0,368	-0,359	-0,406	-0,407	-0,405	-0,399	-0,393
TES5C	-0,429	-0,420	-0,409	-0,397	-0,388	-0,433	-0,432	-0,429	-0,422	-0,416
TES7C	-0,423	-0,415	-0,403	-0,391	-0,382	-0,428	-0,428	-0,425	-0,419	-0,413
DEV C	-0,410	-0,401	-0,394	-0,387	-0,379	-0,426	-0,426	-0,421	-0,414	-0,408

Tabla A7. Coeficientes de correlación con rezagos y adelantos de la devaluación

	DEV C(1)	DEV C(2)	DEV C(3)	DEV C(4)	DEV C(5)	DEV C(-1)	DEV C(-2)	DEV C(-3)	DEV C(-4)	DEV C(-5)
FED10C	0,012	0,017	0,019	0,028	0,037	-0,001	-0,006	-0,010	-0,018	-0,026
FED5C	0,049	0,056	0,060	0,070	0,080	0,035	0,030	0,026	0,020	0,013
FED7C	0,036	0,043	0,046	0,056	0,066	0,022	0,017	0,013	0,005	-0,002
IGBCC	-0,426	-0,426	-0,421	-0,414	-0,408	-0,410	-0,401	-0,394	-0,387	-0,379
TES10C	0,461	0,450	0,442	0,425	0,409	0,454	0,438	0,421	0,412	0,405
TES5C	0,497	0,485	0,474	0,455	0,438	0,487	0,476	0,464	0,457	0,451
TES7C	0,483	0,471	0,462	0,444	0,427	0,474	0,460	0,445	0,437	0,431

Nota: FEDC: corresponde a la parte cíclica de las tasas cero cupón de los bonos de la Reserva Federal a diferentes plazos.
TESC: corresponde a la parte cíclica de las tasas cero cupón de los bonos de la Tesorería a diferentes plazos.
IGBCC: corresponde a la parte cíclica de la variación del Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia.
DEV C: corresponde a la parte cíclica de la devaluación de la Tasa Representativa del Mercado (TRM).

Tabla A8. Coeficientes de correlación con adelantos de las tasas de los bonos del tesoro FED (base diferencias)

	VFED10(1)	VFED5(1)	VFED7(1)	VFED10(2)	VFED5(2)	VFED7(2)	VFED10(3)	VFED5(3)	VFED7(3)	VFED10(4)	VFED5(4)	VFED7(4)	VFED10(5)	VFED5(5)	VFED7(5)
VFED10(1)	1,0000	0,9132	0,9639												
VFED5(1)	0,9132	1,0000	0,9878												
VFED7(1)	0,9639	0,9878	1,0000												
VTES10	-0,0714	-0,0785	-0,0772	0,0599	0,0495	0,0561	-0,0293	-0,0047	-0,0140	0,0181	0,0027	0,0077	-0,0034	-0,0065	-0,0047
VTES5	-0,0614	-0,0636	-0,0637	0,0572	0,0530	0,0578	-0,0423	-0,0243	-0,0311	0,0253	0,0103	0,0150	0,0125	0,0078	0,0103
VTES7	-0,0666	-0,0719	-0,0711	0,0593	0,0516	0,0574	-0,0360	-0,0132	-0,0218	0,0217	0,0061	0,0110	0,0029	-0,0010	0,0012
DIGBC	0,0825	0,0823	0,0844	0,0782	0,0782	0,0802	0,0770	0,0787	0,0800	0,0752	0,0766	0,0779	0,0775	0,0787	0,0803
VDEV	-0,0119	-0,0110	-0,0120	-0,0046	-0,0258	-0,0193	0,0410	0,0406	0,0424	-0,0040	-0,0038	-0,0048	-0,0321	-0,0407	-0,0396

Nota: FEDC: corresponde a la primera diferencia de las tasas cero cupón de los bonos de la Reserva Federal a diferentes plazos.

TESC: corresponde a la primera diferencia de las tasas cero cupón de los bonos de la Tesorería a diferentes plazos.

IGBCC: corresponde a la diferencia anual del Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia.

DEVCC: corresponde a la primera diferencia de la devaluación de la Tasa Representativa del Mercado (TRM).

Tabla A9. Coeficientes de correlación con rezagos de las tasas de los bonos del tesoro FED (base diferencias)

	VFED10(-1)	VFED5(-1)	VFED7(-1)	VFED10(-2)	VFED5(-2)	VFED7(-2)	VFED10(-3)	VFED5(-3)	VFED7(-3)	VFED10(-4)	VFED5(-4)	VFED7(-4)	VFED10(-5)	VFED5(-5)	VFED7(-5)
VFED10(-1)	1,0000	0,9132	0,9639												
VFED5(-1)	0,9132	1,0000	0,9878												
VFED7(-1)	0,9639	0,9878	1,0000												
VTES10	0,0079	0,0011	0,0054	0,0131	0,0271	0,0228	0,0387	0,0287	0,0327	-0,0589	-0,0559	-0,0577	0,0194	0,0269	0,0226
VTES5	0,0029	-0,0003	0,0021	0,0086	0,0265	0,0209	0,0461	0,0328	0,0379	-0,0636	-0,0650	-0,0656	0,0343	0,0481	0,0421
VTES7	0,0064	0,0004	0,0042	0,0106	0,0265	0,0216	0,0444	0,0329	0,0374	-0,0638	-0,0625	-0,0639	0,0268	0,0370	0,0320
DIGBC	0,0792	0,0776	0,0800	0,0831	0,0786	0,0821	0,0839	0,0797	0,0832	0,0809	0,0774	0,0806	0,0801	0,0768	0,0798
VDEV	0,0282	-0,0043	0,0102	0,0480	0,0326	0,0405	-0,1157	-0,0835	-0,0968	-0,0117	-0,0055	-0,0092	0,0280	0,0145	0,0197

Nota: FEDC: corresponde a la primera diferencia de las tasas cero cupón de los bonos de la Reserva Federal a diferentes plazos.

TESC: corresponde a la primera diferencia de las tasas cero cupón de los bonos de la Tesorería a diferentes plazos.

IGBCC: corresponde a la diferencia anual del Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia.

DEVCC: corresponde a la primera diferencia de la devaluación de la Tasa Representativa del Mercado (TRM).

Tabla A10. Coeficientes de correlación con adelantos de las tasas de los bonos de tesorería TES (base diferencias)

	VTES10(1)	VTES(1)	VTES7(1)	VTES10(2)	VTES(2)	VTES7(2)	VTES10(3)	VTES(3)	VTES7(3)	VTES10(4)	VTES(4)	VTES7(4)	VTES10(5)	VTES(5)	VTES7(5)
VTES10(1)	1.0000	0,9338	0,9867												
VTES5(1)	0,9338	1.0000	0,9790												
VTES7(1)	0,9867	0,9790	1.0000												
VFED10	0,0079	0,0031	0,0065	0,0132	0,0084	0,0106	0,0373	0,0444	0,0428	-0,0584	-0,0631	-0,0632	0,0188	0,0342	0,0264
VFED5	0,0012	-0,0002	0,0005	0,0272	0,0263	0,0265	0,0275	0,0312	0,0314	-0,0557	-0,0649	-0,0624	0,0266	0,0482	0,0367
VFED7	0,0054	0,0023	0,0043	0,0229	0,0207	0,0216	0,0313	0,0363	0,0359	-0,0574	-0,0654	-0,0636	0,0221	0,0421	0,0316
DIGBC	-0,0130	-0,0107	-0,0118	-0,0115	-0,0098	-0,0107	-0,0095	-0,0082	-0,0089	-0,0047	-0,0026	-0,0036	-0,0050	-0,0035	-0,0042
VDEV	0,0543	0,0324	0,0462	0,0107	0,0140	0,0122	-0,0474	-0,0371	-0,0447	-0,0039	0,0043	-0,0013	0,0316	0,0117	0,0242

Nota: VFED: corresponde a la primera diferencia de las tasas cero cupón de los bonos de la Reserva Federal a diferentes plazos.

VTES: corresponde a la primera diferencia de las tasas cero cupón de los bonos de la Tesorería a diferentes plazos.

DIGBC: corresponde la diferencia anual del Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia.

VDEV: corresponde a la primera diferencia de la devaluación de la Tasa Representativa del Mercado (TRM).

Tabla A11. Coeficientes de correlación con rezagos de las tasas de los bonos de tesorería TES (base diferencias)

	VFED10(-1)	VFED5(-1)	VFED7(-1)	VFED10(-2)	VFED5(-2)	VFED7(-2)	VFED10(-3)	VFED5(-3)	VFED7(-3)	VFED10(-4)	VFED5(-4)	VFED7(-4)	VFED10(-5)	VFED5(-5)	VFED7(-5)
VTES10(-1)	1.0000	0,9336	0,9867												
VTES5(-1)	0,9336	1.0000	0,9789												
VTES7(-1)	0,9867	0,9789	1.0000												
VDEV	0,0681	0,1085	0,0856	-0,0214	0,0003	-0,0123	0,0637	0,0615	0,0634	0,0060	0,0075	0,0066	-0,0436	-0,0527	-0,0490
VFED10	-0,0713	-0,0615	-0,0667	0,0599	0,0571	0,0592	-0,0290	-0,0420	-0,0356	0,0184	0,0260	0,0222	-0,0032	0,0137	0,0037
VFED5	-0,0785	-0,0637	-0,0719	0,0495	0,0530	0,0516	-0,0045	-0,0244	-0,0131	0,0028	0,0105	0,0062	-0,0063	0,0092	-0,0002
VFED7	-0,0772	-0,0638	-0,0711	0,0561	0,0578	0,0574	-0,0138	-0,0310	-0,0216	0,0078	0,0154	0,0113	-0,0045	0,0117	0,0020
DIGBC	-0,0168	-0,0194	-0,0178	-0,0205	-0,0222	-0,0212	-0,0212	-0,0235	-0,0223	-0,0185	-0,0213	-0,0198	-0,0183	-0,0232	-0,0206

Nota: VFED: corresponde a la primera diferencia de las tasas cero cupón de los bonos de la Reserva Federal a diferentes plazos.

VTES: corresponde a la primera diferencia de las tasas cero cupón de los bonos de la Tesorería a diferentes plazos.

DIGBC: corresponde la diferencia anual del Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia.

VDEV: corresponde a la primera diferencia de la devaluación de la Tasa Representativa del Mercado (TRM).

Tabla 12. Coeficientes de correlación con rezagos y adelantos del igbc (base diferencias)

	DIGBC(1)	DIGBC(2)	DIGBC(3)	DIGBC(4)	DIGBC(5)	DIGBC(-1)	DIGBC(-2)	DIGBC(-3)	DIGBC(4)	DIGBC(-5)
VDEV	-0,0133	-0,0095	-0,0100	-0,0132	-0,0083	-0,0140	0,0059	0,0179	0,0242	0,0251
VFED10	0,0792	0,0831	0,0839	0,0809	0,0801	0,0825	0,0782	0,0770	0,0752	0,0775
VFED5	0,0776	0,0786	0,0797	0,0774	0,0768	0,0823	0,0782	0,0787	0,0766	0,0787
VFED7	0,0800	0,0821	0,0832	0,0806	0,0798	0,0844	0,0802	0,0800	0,0779	0,0803
VTES10	-0,0168	-0,0205	-0,0212	-0,0185	-0,0183	-0,0130	-0,0115	-0,0095	-0,0047	-0,0050
VTES5	-0,0194	-0,0222	-0,0235	-0,0213	-0,0232	-0,0107	-0,0098	-0,0082	-0,0026	-0,0035
VTES7	-0,0178	-0,0212	-0,0223	-0,0198	-0,0206	-0,0118	-0,0107	-0,0089	-0,0036	-0,0042

Nota: VFED: corresponde a la primera diferencia de las tasas cero cupón de los bonos de la Reserva Federal a diferentes plazos.
VTES: corresponde a la primera diferencia de las tasas cero cupón de los bonos de la Tesorería a diferentes plazos.
DIGBC: corresponde la diferencia anual del Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia.
VDEV: corresponde a la primera diferencia de la devaluación de la Tasa Representativa del Mercado (TRM).

Tabla 13. Coeficientes de correlación con rezagos y adelantos de la devaluación de la TRM (base diferencias)

	VDEV(1)	VDEV(2)	VDEV(3)	VDEV(4)	VDEV(5)	VDEV(-1)	VDEV(-2)	VDEV(-3)	VDEV(-4)	VDEV(-5)
VFED10	0,0289	0,0490	-0,1155	-0,0119	0,0292	-0,0117	-0,0046	0,0417	-0,0041	-0,0315
VFED5	-0,0037	0,0338	-0,0830	-0,0054	0,0158	-0,0110	-0,0259	0,0412	-0,0041	-0,0400
VFED7	0,0108	0,0416	-0,0964	-0,0093	0,0210	-0,0119	-0,0194	0,0431	-0,0050	-0,0389
VTES10	0,0681	-0,0215	0,0636	0,0053	-0,0443	0,0544	0,0107	-0,0478	-0,0034	0,0306
VTES5	0,1087	0,0005	0,0610	0,0063	-0,0532	0,0325	0,0139	-0,0374	0,0048	0,0105
VTES7	0,0857	-0,0123	0,0631	0,0056	-0,0496	0,0462	0,0122	-0,0451	-0,0008	0,0230
DIGBC	-0,0140	0,0059	0,0179	0,0242	0,0251	-0,0133	-0,0095	-0,0100	-0,0132	-0,0083

Nota: VFED: corresponde a la primera diferencia de las tasas cero cupón de los bonos de la Reserva Federal a diferentes plazos.
VTES: corresponde a la primera diferencia de las tasas cero cupón de los bonos de la Tesorería a diferentes plazos.
DIGBC: corresponde la diferencia anual del Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia.
VDEV: corresponde a la primera diferencia de la devaluación de la Tasa Representativa del Mercado (TRM).