

DIFERENCIAL DE INTERESES Y PERCEPCIÓN DE RIESGO DEL PAÍS:  
IMPACTOS EN EL MERCADO CAMBIARIO COLOMBIANO

ANDRÉS FELIPE MARTÍNEZ VÉLEZ

UNIVERSIDAD DEL VALLE

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICAS

ECONOMÍA

SANTIAGO DE CALI

2013

DIFERENCIAL DE INTERESES Y PERCEPCIÓN DE RIESGO DEL PAÍS:  
IMPACTOS EN EL MERCADO CAMBIARIO COLOMBIANO

Andrés Felipe Martínez Vélez

Código: 0926025

Trabajo de Grado Presentado como  
Requisito Parcial para Optar al Título de  
Economista

Tutor:

Inés María Ulloa Villegas

Universidad del valle

Facultad de Ciencias Sociales y Económicas

Economía

Santiago de Cali

2013

## Tabla de Contenido

<b>1. Introducción</b> .....	<b>2</b>
<b>2. Revisión de Literatura</b> .....	<b>4</b>
<b>3. Marco Teórico</b> .....	<b>11</b>
3.1. Modelo Mundell-Fleming .....	11
3.1.1. Modelo bajo Movilidad Perfecta de Capitales .....	12
3.1.2. Modelo bajo Movilidad Imperfecta de Capitales .....	15
3.2. Explosión ( <i>overshooting</i> ) del Tipo de Cambio .....	15
3.3. Hipótesis de Paridad de Intereses y de Expectativas Racionales .....	17
<b>4. Metodología</b> .....	<b>18</b>
4.1. No linealidad en las series de tiempo .....	20
4.2. Cointegración Lineal.....	20
4.2.1. Modelo Vector de Corrección del Error ( <i>VEC</i> ) .....	21
4.3. Cointegración por Umbrales ( <i>Threshold Cointegration</i> ) .....	21
4.3.1. Modelo Vector de Corrección del Error por Umbrales ( <i>TVEC</i> ).....	22
4.3.2. Test de Cointegración contra Cointegración Umbral.....	24
<b>5. Datos</b> .....	<b>24</b>
<b>6. Resultados</b> .....	<b>30</b>
<b>7. Conclusiones</b> .....	<b>38</b>

## Tabla de Ilustraciones

<b>Figura 1.</b> Efecto de una Expansión Monetaria en el Modelo Mundell-Fleming .....	14
<b>Figura 2.</b> Series en Niveles .....	26
<b>Figura 3.</b> Series en Logaritmos .....	45
<b>Figura 4.</b> Retornos Logarítmicos de las Series.....	46
<b>Figura 5.</b> Grid Search: Modelo TVEC <i>Itc-spread</i> .....	58
<b>Figura 6.</b> Grid Search: Modelo TVEC <i>Itc-lcds5</i> .....	59
<b>Figura 7.</b> Grid Search: Modelo TVEC <i>Itc-lcds10</i> .....	60

## Esquema de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Estadísticas Descriptivas de las Series en Niveles.....	47
<b>Tabla 2.</b> Estadísticas Descriptivas de las Series en Logaritmos.....	47
<b>Tabla 3.</b> Resumen del Test de Cointegración de Johansen .....	48
<b>Tabla 4.</b> Test BDS de Independencia .....	49
<b>Tabla 5.</b> Modelo estimado para el Tipo de Cambio y el Spread de intereses: Ecuación del Tipo de Cambio.....	34
<b>Tabla 6.</b> Modelo estimado para el Tipo de Cambio y la Tasa de los CDS a 5 años: Ecuación del Tipo de Cambio .....	35

<b>Tabla 7.</b> Modelo estimado para el Tipo de Cambio y la Tasa de los CDS a 10 años: Ecuación del Tipo de Cambio.....	36
<b>Tabla 8.</b> Modelo estimado para el Tipo de Cambio y el Spread de intereses: Ecuación del Spread.....	50
<b>Tabla 9.</b> Modelo estimado para el Tipo de Cambio y la Tasa de los CDS a 5 años: Ecuación de la Tasa de los CDS a 5 años.....	51
<b>Tabla 10.</b> Modelo estimado para el Tipo de Cambio y la Tasa de los CDS a 10 años: Ecuación de la Tasa de los CDS a 10 años.....	51
<b>Tabla 11.</b> Selección de rezago óptimo: Modelo TVEC <i>ltc-spread</i> .....	52
<b>Tabla 12.</b> Selección de rezago óptimo: Modelo TVEC <i>ltc-lclds5</i> .....	53
<b>Tabla 13.</b> Selección de rezago óptimo: Modelo TVEC <i>ltc-lclds10</i> .....	54
<b>Tabla 14.</b> Selección de rezago óptimo: Modelo VAR lineal <i>ltc-spread</i> .....	55
<b>Tabla 15.</b> Selección de rezago óptimo: Modelo VAR lineal <i>ltc-lclds5</i> .....	56
<b>Tabla 16.</b> Selección de rezago óptimo: Modelo VAR lineal <i>ltc-lclds10</i> .....	57
<b>Tabla 17.</b> Resumen Modelos TVECM .....	61
<b>Tabla 18.</b> Test de Hansen y Seo .....	61

## Resumen

El presente trabajo evalúa la relación entre la tasa de cambio y el diferencial entre la tasa de interés overnight de Colombia y la tasa de interés *LIBOR* para el dólar, y la relación entre la tasa de cambio y la tasa de *CDS* a 5 y a 10 años. Se utiliza como metodología econométrica un modelo *Threshold Vector Error Correction* (*TVEC*) para cada relación. Los resultados muestran que existe cointegración umbral para cada modelo. En todos los regímenes se encuentra una relación inversa de corto plazo entre la tasa de cambio y el diferencial de intereses y una relación directa entre la tasa de cambio y el riesgo país. Por otro lado, existe una relación de largo plazo directa para todos los modelos. Estos resultados confirman que la tasa de cambio está regida por factores fundamentales: el diferencial de intereses y el riesgo país; de esta manera, estas variables juegan un rol importante en la determinación de la tasa de cambio. Por esta razón, las intervenciones cambiarias que realiza a diario el Banco de la República no han logrado tener mayor efecto sobre el direccionamiento de la tasa.

**Palabras Clave:** Determinantes de la tasa de cambio, Apreciación del peso colombiano, Modelo *TVEC*, Cointegración Umbral.

## 1. Introducción

Desde 1991 el Banco de la República de Colombia es independiente y se ocupa sólo de la política monetaria y cambiaria. Para octubre de ese año se estableció un régimen de bandas cambiarias, el cual consistía en dejar que la tasa de cambio flotara entre ciertas bandas. Este régimen coincidió con la apertura económica y del mercado de capitales, entrando a regir desde 1994. De esta manera, si la tasa de cambio llegaba a tocar el piso o el techo de las bandas, el Banco de la República debía intervenir comprando o vendiendo dólares para que ésta no se saliera del rango de las bandas. Al transcurrir el tiempo, este régimen sufrió algunas modificaciones, el Banco prefería modificar el piso y el techo de la banda que comprar o vender dólares para sostenerla.

En 1999, debido a la crisis de fin de siglo, se logró un acuerdo con el Fondo Monetario Internacional, para abandonar el sistema de bandas cambiarias y adoptar un régimen de tipo de cambio flexible con algunas intervenciones puntuales. Éste estableció que en caso de una apreciación o depreciación excesiva, el Banco debía intervenir buscando moderar la volatilidad de la tasa. El Banco de la República puede intervenir a través de subastas de opciones o realizar intervención directa de compra o venta de dólares cuando se presenten desviaciones de la tasa de su equilibrio.

En el 2007 Estados Unidos fue testigo de una de las crisis financieras más grandes de este siglo: la crisis *subprime*. Ésta afectó en gran medida la economía

estadounidense, y de esta manera, la crisis se propagó en gran parte del mundo. El dólar fue uno de los principales afectados y Colombia no fue la excepción. La apreciación de la moneda colombiana que ha sido importante a partir del año 2004 unida a un proceso de depreciación del dólar frente a muchas monedas, se ha acrecentado con esta condición internacional. Desde el 2008 el peso colombiano ha entrado en una etapa de constante apreciación, lo que afecta a la producción doméstica, pues para los consumidores es mejor importar que comprarle a las empresas colombianas. Por esta razón, el Banco de la República ha tomado como medida la compra diaria de dólares, para evitar la apreciación excesiva del peso colombiano.

A pesar de estas medidas, la tasa de cambio no está respondiendo a la política cambiaria y parece ser que las intervenciones cambiarias son más bien una consecuencia del mercado cambiario. Esto significa que la tasa de cambio está dominada por fundamentales: factores exógenos, como la tasa de interés doméstica y externa y la percepción de riesgo del país.

La relación entre política cambiaria y monetaria está mediada por el papel del Banco de la República pues las variaciones en la tasa de cambio están relacionadas con las políticas adoptadas por éste. De esta manera, para analizar el comportamiento de la tasa de cambio, es necesario observar las políticas implementadas por el Banco Central, analizar el comportamiento de las tasas de interés internas y externas y la percepción de riesgo del país, ya que son variables



que afectan la dinámica de la economía e influyen en el comportamiento de la tasa de cambio.

Este documento pretende estudiar para Colombia la relación entre el tipo de cambio, el diferencial de intereses y el riesgo país. De esta forma, se estudiará la relación de corto y largo plazo. Este estudio se concentró en el periodo de régimen cambiario flexible, más específicamente, desde el año en donde existen registros de la información de los *CDS*. Es decir, se analiza este comportamiento desde el 2 de enero de 2008 hasta el 22 de marzo del 2013; se utilizan datos diarios de las series, ya que se pretende observar la dinámica en el muy corto plazo.

El resto del documento está organizado de la siguiente manera. La siguiente sección presenta una revisión general de la literatura empírica existente hasta ahora, con énfasis en los estudios nacionales e internacionales sobre los determinantes de la tasa de cambio. La sección tres expone el modelo teórico en el que se basa este estudio. Posteriormente, la sección cuatro plantea la metodología econométrica y la sección cinco describe estadísticamente los datos analizados. Los resultados del análisis empírico se presentan en la sección seis, concluyendo finalmente en la sección siete del documento.

## **2. Revisión de la Literatura.**

En el ámbito teórico, los estudios plantean dos enfoques de la teoría: la visión Keynesiana y la visión de la escuela de Chicago. Como trabajo pionero de la visión Keynesiana se tiene el estudio realizado por Mundell (1963) el cual se

ocupa de las implicaciones teóricas y prácticas del aumento en la movilidad de capitales bajo los dos regímenes de tipo de cambio, tomando como principal supuesto la perfecta movilidad de capitales. Mundell (1963) obtiene resultados que muestran claramente la relación existente entre la tasa de interés y la tasa de cambio; su modelo teórico plantea que la política monetaria bajo tipo de cambio flotante será efectiva, mientras que bajo tipo de cambio fijo no tendrá ningún efecto y estará subordinada a la política cambiaria. De esta manera, bajo un régimen flotante de la tasa de cambio, una expansión monetaria tenderá a la baja a las tasas de interés, lo que proporcionará una inminente salida de capitales, depreciando la moneda interna, mostrándose así, la relación tasa de interés-tasa de cambio. Otro aporte importante realizado por Mundell (1963), es la relevancia del cambio en las reservas internacionales en la determinación de la tasa de cambio.

El estudio de Dornbusch (1976a) también se apoya en la visión Keynesiana. Dornbusch desarrolla una teoría que describe las grandes fluctuaciones observadas en las tasas de cambio, *overshooting*, y confirma los resultados encontrados por Mundell (1963). Muestra que un incremento de la tasa de interés dispara (*overshooting*) la tasa de cambio depreciándola, y el tamaño de esta explosión depende del rápido ajuste hacia el nivel de equilibrio de largo plazo. En Dornbusch (1976b) se encuentra una aproximación a la relación entre la tasa de cambio y el mercado de activos (*asset market*), lo que implica que tanto las

expectativas, y los cambios en las expectativas, así como los cambios en la oferta monetaria dominan el curso de la tasa de cambio en el corto plazo.

La evidencia empírica a favor de esta visión es encontrada por Eichenbaum y Evans (1993) los cuales investigan el efecto de los choques de política monetaria en la tasa de cambio real y nominal estadounidense para el periodo 1974-1990, y encuentran que los choques de una política expansiva conducen a una depreciación persistente y significativa de la tasa de cambio.

En contraste, la visión de la Escuela de Chicago es presentada por Frenkel (1976) que examina mediante un modelo log lineal la relación empírica existente entre el dinero, los precios, las expectativas y la tasa de cambio durante la hiperinflación alemana. Este autor resalta la importancia de las expectativas de los precios que contribuyen a la determinación de la tasa de cambio; al igual que el enfoque keynesiano, encuentra que la oferta monetaria es un factor determinante de la tasa de cambio.

Los trabajos de Frankel (1979) y Edwards (1983a) contrastan ambos enfoques teóricos (visión Keynesiana y visión de la escuela de Chicago) y encuentran evidencia que apoya ambas teorías. La tasa de interés puede tener dos efectos en la tasa de cambio, de un lado, si su variación se debe a una alta inflación (Visión Chicago), el efecto será positivo; de otro lado, si la variación se debe a un efecto liquidez (Visión Keynesiana), el efecto será negativo.

Los modelos econométricos que tratan de contrastar esta hipótesis han ido evolucionando. En un principio se empleaba el método Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO); los trabajos de Frankel (1979) y Edwards (1983b) dan muestra de ello. Sin embargo, las series financieras presentan ciertas peculiaridades que las hacen distintas de otras series, tienen entre sus características: presencia de errores con varianza no constante y condicionada, presencia de colas pesadas, curtosis alta. Por esta razón, algunos supuestos del Modelo Clásico de Regresión Lineal son violados. Dado el conocimiento actual sobre las características de estas series, entre ellas el tipo de cambio y el tipo de interés, es necesario usar métodos de estimación adecuados para ellas. Los estudios realizados por Campbell y Clarida (1987) y Baxter (1994) proponen la implementación de un modelo *Autorregresive Moving Average (ARMA)*, que modela la autocorrelación de las series de tiempo analizadas. Campbell y Clarida (1987) utilizan el filtro de Kalman y modelos *State-Space*, para analizar el enlace entre el valor de cambio real del dólar y las tasas de interés reales para 1979-1986. Encuentran evidencia de la relación entre la tasa de cambio y el diferencial de intereses.

No obstante, estos métodos no consideran la simultaneidad de las series temporales que se buscan estimar, así como tampoco tienen en cuenta que estas series pueden tener una relación cointegrada. Los trabajos de Eichembaum y Evans (1993) y Bekaert, Wei y Xing (2007) implementan modelos *Vector Autorregression (VAR)* para caracterizar las interacciones simultáneas de las variables estudiadas. Este último trabajo no encuentra ninguna evidencia en

contra de la hipótesis de paridad de intereses para los mercados cambiarios *Dollar-Mark* y *Dollar-Pound*, aunque esta hipótesis se sostiene débilmente. Utilizan un test *LM* para contrastar esta hipótesis y encuentran que para el mercado cambiario *Mark-Pound* se rechaza la hipótesis.

Por otro lado, ha surgido una nueva corriente de metodologías econométricas, que consideran la dinámica no lineal de las series. Entre ellos se encuentran los modelos *Threshold Vector Autoregressive (TVAR)* y *Threshold Vector Error Correction (TVEC)*. Tkalec (2012) utiliza un modelo *TVAR* para analizar la dinámica de los depósitos europeos. Tkalec explora como las depreciaciones de la tasa de cambio afectan a los Depósitos Europeos para 12 países de Europa Central, Báltica y Suroriental y muestra que las variables monetarias influyen considerablemente a los Depósitos. En la mayoría de países la depreciación tiene un efecto más fuerte que la apreciación, mostrando un comportamiento no lineal y además el diferencial de intereses se amplía después de una depreciación.

Liu (2006) implementa un análisis de cointegración umbral (*Threshold Cointegration*), mediante un *Threshold Vector Error Correction Model (TVECM)*, para examinar la relación entre la tasa de cambio y la tasa de interés del mercado asiático oriental durante 1995 y 2005. Esta herramienta metodológica proporciona un análisis de regímenes, es decir, de posibles estados de las variables analizadas. Sus resultados corroboran la existencia de cointegración umbral entre estas variables y muestran que los efectos de la dinámica del corto plazo tienen diferencias significativas entre el régimen alto y el bajo.

En el ámbito de investigación nacional los autores proponen diversas metodologías que van desde modelos MCO y *ARMA* hasta estimaciones de *VAR*, Análisis de Cointegración y modelos *Autorregresive Conditional Heteroskedasticity (ARCH)* y *Generalized Autorregresive Conditional Heteroskedasticity (GARCH)*. Los estudios sobre la tasa de cambio en Colombia están concentrados en encontrar sus determinantes y en analizar los efectos de la intervención cambiaria del Banco de la República.

Como trabajo pionero se encuentra el estudio de Toro (1987), que revisa mediante MCO, los determinantes económicos de la tasa de interés, encontrando la influencia de los rendimientos externos sobre la tasa de interés doméstica.

Varios autores han encontrado evidencia de la relación que existe entre la tasa de cambio y la tasa de interés. Landgeback (1993) estima por MCO y utiliza una prueba de causalidad de Granger, encontrando evidencia de la contribución por parte del diferencial de intereses, para explicar los movimientos de capital, lo que confirma la relación entre estas variables. Cámara, Casas y Jiménez (2004) emplean modelos *VAR* y *Vector Error Correction (VEC)* para analizar la evolución de las relaciones entre el mercado de deuda pública y el mercado cambiario 2001-2004. Con una prueba de causalidad de Granger, confirman la relación de largo plazo entre la tasa de interés de los TES y la tasa de cambio, existiendo una causalidad bidireccional en el sentido de Granger. Echevarría, Vásquez y Villamizar (2008) verifican las hipótesis de paridad cubierta y no cubierta de las tasas de interés en Colombia en el periodo 2000-2007, y comprueban mediante el

Método Generalizado de Momentos, la relación entre la tasa de cambio y la tasa de interés.

Finalmente, Echevarría et al. (2009) evalúan la experiencia colombiana de la intervención en el periodo 2000-2008, con un Modelo *Exponential Generalized Autorregresive Conditional Heteroskedasticity (E-GARCH)*. Encuentran que el nivel de tasa de cambio se elevó cuando las tasas de interés fueron bajas, cuando la inflación y el riesgo país fueron altos y cuando el banco central compró divisas en el mercado; las tasas de interés, la inflación y el riesgo incrementaron la volatilidad de la tasa de cambio, mientras que las intervenciones cambiarias la redujeron.

Otros aportes como los realizados por Toro y Julio (2005) y Hernández y Mesa (2006), han introducido las intervenciones cambiarias como una variable relevante en la determinación de la tasa de cambio; variables como la inflación, la oferta monetaria y el riesgo país, son comúnmente significativas.

Las metodologías de estimación han evolucionado con el tiempo para obtener estimaciones más robustas. Puesto que las investigaciones nacionales no han explorado en gran profundidad metodologías mucho más robustas, es factible realizar una investigación más a fondo del comportamiento de las series cambiarias en Colombia y analizar el canal existente entre la tasa de interés y la tasa de cambio, evaluando también el comportamiento y el impacto de la percepción del riesgo del país. Se deben utilizar metodologías que consideren el

comportamiento atípico de las series cambiarias y logren obtener estimaciones robustas para observar estas relaciones.

### **3. Marco Teórico**

La teoría económica plantea que la tasa de cambio depende de factores fundamentales, los cuales pueden variar según sea la corriente teórica, bien sea keynesiana, o bien sea de la Escuela de Chicago. El modelo teórico del presente estudio se basa en la primera corriente, seguida por Mundell (1963), Fleming (1962) y Dornbusch (1976a, 1976b).

El principal supuesto que plantean estos autores es que los precios son rígidos (*sticky price*) y que cambios en la tasa de interés impactan en la política monetaria. En esta visión de la teoría, el diferencial de intereses tiene un efecto negativo sobre la tasa de cambio.

#### **3.1. Modelo Mundell – Fleming**

Este modelo es desarrollado por Mundell (1963) y Fleming (1962). Bajo el supuesto de precios fijos y economía pequeña. Se toma el modelo bajo un régimen cambiario flotante y los resultados de este modelo se apoyan en un análisis de un solo periodo temporal.



### 3.1.1. Modelo bajo Movilidad Perfecta de Capitales

Los autores plantean que la política monetaria bajo tipo de cambio flexible será efectiva, mientras que la política fiscal no tendrá efecto alguno. Exponen que una política monetaria expansiva hará que las tasas de interés se reduzcan, lo que proporcionará una inminente salida de capitales; esto genera un aumento en la demanda de divisas, depreciando la moneda interna. Este modelo muestra que existe una relación negativa entre el diferencial de intereses y la tasa de cambio.

Para Mundell (1963) también es importante la intervención cambiaria del banco central, pues un incremento en las reservas internacionales, genera un aumento en la base monetaria, lo que provoca una expansión monetaria, y finalmente se traduce en una depreciación de la moneda interna.

El modelo Mundell-Fleming es una ampliación del modelo IS-LM, para economía abierta. En este caso se expondrá este modelo bajo perfecta movilidad de capitales, un régimen cambiario flexible y país pequeño. Siguiendo la notación de Dornbusch (1980), el equilibrio en el mercado de bienes está descrito por la siguiente ecuación:

$$(1) \quad y = \delta(e - p) - \sigma r + f y^* + u$$

Donde  $y$ ,  $e$  y  $p$  son los logaritmos de la producción, la tasa de cambio y el precio de los bienes internos. Siendo  $(e - p)$  la tasa de cambio real. Los superíndices \* denotan la economía extranjera y  $u$  es la variable que capta las variaciones

exógenas de la demanda. Como se puede ver, una depreciación real eleva la producción de bienes internos, mientras que un aumento en la tasa de interés provoca una caída de la producción.

El equilibrio del mercado monetario está descrito por la siguiente ecuación:

$$(2) \quad h - p = -\lambda r + \phi y$$

Donde  $h$  representa el logaritmo de la cantidad nominal de dinero. Siendo  $h - p$  la oferta monetaria real.

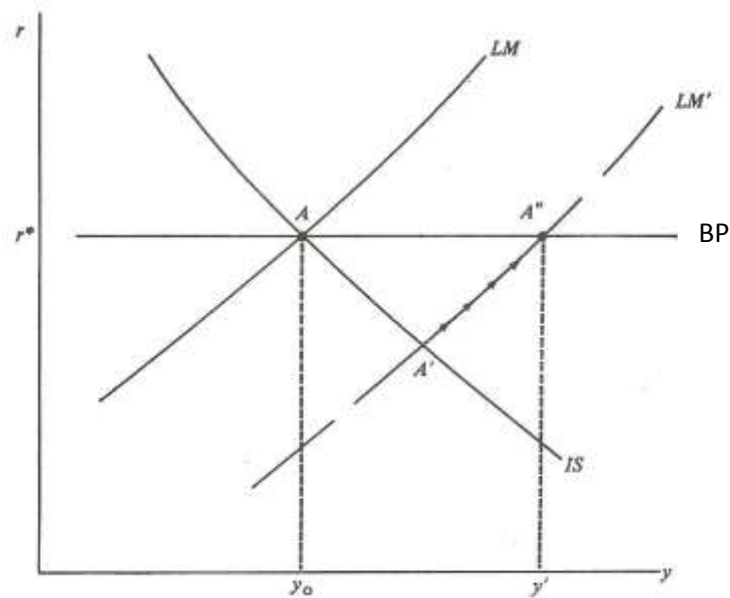
El modelo termina con el supuesto de movilidad perfecta de capitales, el cual indica que las tasas de interés internas son iguales a las externas, bajo expectativas estáticas.

$$(3) \quad r = r^*$$

La Figura 1 muestra los efectos de una política monetaria expansiva en el modelo. Partiendo del equilibrio inicial en el punto A, la curva LM se expande hacia la derecha generando una disminución en la tasa de interés  $r$  y un aumento en el nivel de producción. De esta manera, se llega al punto A', sin embargo, como describe Dornbusch (1980), este punto no es de equilibrio, pues la tasa de interés doméstica está por debajo de la tasa externa. Esto produce una salida de capitales, aumentándose la demanda de divisas y por ende, depreciando la tasa de cambio. Esta depreciación tiene como efecto una reducción en el precio relativo

de los bienes, por lo tanto, se eleva la producción interna, moviendo la curva IS hacia la derecha y retomando de nuevo el nivel de equilibrio.

**Figura 1. Efecto de una expansión monetaria en el Modelo Mundell-Fleming**



Fuente: Dornbusch (1980)

La tasa de cambio se deprecia hasta el punto  $A''$ , en donde el nivel de producción se ha incrementado lo suficiente para restablecer el nivel de equilibrio de los dos mercados. De este modelo es importante intuir que la tasa de cambio está determinada por el mercado de capitales, es decir, por las tasas de interés internas y externas, así como también de la oferta monetaria.

### 3.1.2. Modelo bajo Movilidad Imperfecta de Capitales

El modelo bajo movilidad imperfecta de capitales rompe el supuesto de que la tasa de interés interna es igual a la tasa de interés externa. De esta manera reconoce la existencia de costos de transacción, los agentes diversifican el riesgo, los capitales no fluyen únicamente por el diferencial de intereses y se tiene en cuenta el factor de riesgo del país.

$$(4) r - r^* \neq 0$$

En este caso, el efecto de una expansión monetaria sigue siendo el mismo, sólo que no es tan fuerte como en el caso de movilidad perfecta. El modelo bajo movilidad imperfecta muestra una clara relación inversa entre el diferencial de intereses y la tasa de cambio. En este trabajo se toma el modelo bajo movilidad imperfecta de capitales.

### 3.2. Explosión (*Overshooting*) del Tipo de Cambio

El modelo se basa en los mismos supuestos del modelo Mundell-Fleming, amplía el análisis a un horizonte temporal, es decir, toma el modelo para dos periodos: el corto plazo y el largo plazo.

Dornbusch (1976a) desarrolla una teoría que busca explicar las grandes fluctuaciones observadas en las tasas de cambio. Muestra que un incremento de la tasa de interés dispara (*overshoot*) la tasa de cambio depreciándola, y el

tamaño de esta explosión depende del rápido ajuste hacia el nivel de equilibrio de largo plazo. Al igual que el modelo Mundell – Fleming, encuentra una estrecha relación entre la tasa de interés y la tasa de cambio.

Dornbusch (1976a) define la demanda en el mercado de bienes de la siguiente manera:

$$(5) \ln D = u + \delta(e - p) + \gamma y - \sigma r$$

Donde  $D$  denota la demanda interna de bienes y  $u$  el parámetro de cambio. La tasa de crecimiento del precio de los bienes domésticos es descrita proporcional a un exceso de demanda:

$$(6) \dot{p} = \pi \ln(D/Y) = \pi[u + \delta(e - p) + (\gamma - 1)y - \sigma r]$$

La ecuación (6) muestra el equilibrio de largo plazo.

Los principales resultados que encuentra Dornbusch (1976a) en su estudio plantean primero, que el efecto de una expansión monetaria en el corto plazo reduce las tasas de interés e incrementa la tasa de cambio esperada (*overshooting*). La expansión monetaria aumenta el producto, lo que incrementa el nivel de precios; el aumento del producto produce altas tasas de interés, apreciando así la tasa de cambio. Finalmente el efecto de largo plazo es un aumento en los precios y una apreciación de la tasa de cambio. Segundo, que la tasa de cambio tiene un canal de transmisión crítico de cambios monetarios para un

incremento en la demanda agregada y el producto. Y por último, que el tamaño del *overshooting* depende de la velocidad del ajuste hacia el nivel de equilibrio de largo plazo.

### 3.3. Hipótesis de Paridad de Intereses y de Expectativas Racionales

La hipótesis de paridad supone movilidad imperfecta de capitales. De esta manera, el diferencial de las tasas de interés será compensado con la tasa de depreciación esperada de la moneda interna.

$$(7) \quad r = r^* + \mu^1$$

Donde  $\mu$  es la tasa esperada de depreciación de la moneda interna. Esta ecuación recoge la condición de arbitraje, en la cual la tasa de interés interna es igual a la externa más la tasa de depreciación esperada. Así, la hipótesis de paridad de intereses dice que existe una relación directa entre la tasa de devaluación esperada y el diferencial de intereses.

Luego de obtener esta condición se pasa al proceso de formación de expectativas, teniendo en cuenta que lo que se espera es que la tasa de cambio se deprecie en proporción a la diferencia entre la tasa de cambio de largo plazo y la tasa de cambio vigente.

$$(8) \quad \mu = \theta(\bar{e} - e)$$

---

<sup>1</sup> Notación tomada de Dornbusch (1980)

Donde  $\theta$  es el coeficiente de ajuste de las expectativas. Esta ecuación resume las expectativas racionales de los agentes, en donde la tasa de depreciación esperada depende directamente de la diferencia entre la tasa de cambio de largo plazo y la actual, teniendo en cuenta el factor de ajuste de expectativas.

Una ampliación de la hipótesis, que se propone aquí, incluye la percepción de riesgo del país. De esta manera reemplazando (8) en (7) y teniendo en cuenta una variable de percepción del riesgo, se obtiene

$$(9) \quad r = r^* + \theta(\bar{e} - e) + \rho$$

Donde  $\rho$  el parámetro que capta la percepción de riesgo del país. Se obtiene así la tasa de cambio

$$(10) \quad e = \bar{e} - \frac{1}{\theta}(r - r^*) + \frac{1}{\theta}\rho$$

En la ecuación (10) se puede observar la relación inversa entre el diferencial de intereses y la tasa de cambio que plantea la teoría Keynesiana y, además, la relación directa entre el nivel de riesgo y la tasa de cambio. Esto implica que si ocurre un aumento del riesgo país, la moneda doméstica se depreciará.

#### **4. Metodología**

Las series de tiempo financieras tienen un comportamiento distinto de las demás series, comportamientos que un modelo lineal difícilmente podría captar. Los

modelos tradicionales de estimación, como el método de MCO, llevan a resultados poco robustos. Otros modelos como la gama de modelos autorregresivos tratan de modelar la naturaleza autorregresiva que poseen estas series, pero a pesar de esto, siguen teniendo problemas, pues el supuesto de que la serie sigue una distribución normal y tiene un comportamiento lineal se mantiene. Los modelos VAR como define Novales (2011) son utilizados para caracterizar las interacciones simultaneas entre un grupo de variables, analizan las respuestas de una variable frente a otra tanto en el corto como en el largo plazo. Sin embargo, estos modelos tienen una estructura vectorial lineal, y se corre el riesgo de un modelo mal especificado, pues las series a analizar no presentan ese comportamiento. De esta manera, se pasa a un nuevo grupo de modelos que tienen en cuenta estos problemas: la familia de modelos *state-space*. Algunos de los modelos representativos de esta familia de modelos no lineales, por mencionar algunos, son el modelo *Threshold Autoregressive (TAR)* propuesto por Tsay (1989) y el modelo *Smooth Transition Autoregressive (STAR)* construido por Terasvirta (1994), ampliado a un análisis multivariado por Weise (1999).

Los modelos *state-space* tienen en cuenta los distintos regímenes que puede tener una variable, hecho que es muy común en las series financieras, pues por ejemplo, la tasa de cambio puede estar en dos estados de la economía, uno en donde exista depreciación, y otra en donde exista apreciación y en cada régimen el comportamiento de la variable es especial. Es por esto que es factible la



implementación de estos modelos como herramienta econométrica, pues analizan más a fondo la verdadera naturaleza de las series financieras.

#### **4.1. No linealidad en las series de tiempo.**

Las series pueden presentar comportamientos no lineales y por esta razón utilizar modelos lineales sesgaría los resultados. De este modo, Brock, Dechert y Scheinkman (1987) proponen un test que detecta la dinámica no lineal en las series de tiempo. Este test es llamado *BDS test* y se basa en la hipótesis nula de que una serie de tiempo determinada es independiente e idénticamente distribuida (i.i.d.).

$$(11) \quad H_0: x \sim i. i. d.$$

Siendo  $x$  una serie de tiempo. Si la hipótesis nula es rechazada, la serie analizada tendrá un comportamiento no lineal. Este test se realiza mediante el paquete estadístico *tseries* del software estadístico R.

#### **4.2. Cointegración lineal.**

El concepto de cointegración fue introducido por Engel y Granger (1987). Básicamente, la relación de cointegración establece que si existen dos series no estacionarias, existe al menos una combinación lineal entre ellas que si es estacionaria. Como bien define Granger (2003) el concepto de cointegración, en su discurso Nobel: “*two smooth series, properly scaled, can move and turn, but*

slowly, in similar but not identical fashions, but the distance between them can be stationary” (Granger, 2003, 361). Además menciona una condición importante: “For cointegration, a pair of integrated, or smooth series, must have the property that a linear combination of them is stationary” (Granger, 2003, 361).

#### 4.2.1. Modelo Vector de Corrección del Error (VEC)

Siguiendo la notación de Hansen y Seo (2002), de acuerdo a la relación de cointegración se plantea el modelo VEC de orden  $l + 1$

$$(12) \quad \Delta x_t = A' X_{t-1}(\beta) + u_t$$

Donde  $X_{t-1}(\beta) = [1 \quad w_{t-1}(\beta) \quad \Delta x_{t-1} \quad \Delta x_{t-2} \quad \dots \quad \Delta x_{t-l}]'$

Siendo  $w_{t-1}(\beta) = \beta' x_t$  el vector de corrección del error y  $\beta$  el vector de cointegración. El modelo VEC permite analizar las respuestas de una variable ante cambios de sus rezagos y de los rezagos de las demás variables, por esto es posible realizar un análisis de corto plazo y mediante el vector de cointegración se observa la relación de largo plazo.

#### 4.3. Cointegración por Umbrales (*Threshold Cointegration*)

El término *Threshold Cointegration* fue introducido por Balke y Fomby (1997) combinando los conceptos de cointegración y no linealidad expuestos previamente. Estos autores plantean una relación de cointegración con existencia de umbrales, de regímenes, es decir, la cointegración incluye la presencia de

posibles estados de la naturaleza, un estado de calma y otro estado de turbulencias para el caso de un umbral.

Hansen y Seo (2002) amplían este concepto con la implementación en un modelo *VEC*, proponen un *Threshold Vector Error Correction Model (TVECM)* y elaboran un test para la presencia de efectos *Threshold*. Examinan un modelo de dos regímenes con un vector de cointegración simple y un efecto *Threshold* en el término de corrección del error, utilizando un algoritmo para estimar por máxima verosimilitud un modelo bivariado.

#### 4.3.1. Modelo Vector de Corrección del Error por Umbrales (*TVECM*).

Este modelo en esencia es una ampliación del modelo *VEC* a la presencia de efectos de umbral, es decir, toma en cuenta los distintos estados en los que puede estar determinada variable. El modelo planteado por Hansen y Seo (2002) para el caso de un umbral toma la siguiente forma

$$(13) \quad \Delta x_t = \begin{cases} A_1' X_{t-1}(\beta) + u_t & \text{si } w_{t-1}(\beta) \leq \gamma \\ A_2' X_{t-1}(\beta) + u_t & \text{si } w_{t-1}(\beta) > \gamma \end{cases}$$

En este modelo la matriz de coeficientes  $A$  varía en cada régimen, el término  $\gamma$  es el umbral, por encima de este umbral se denomina régimen alto y por debajo régimen bajo. Los autores también escriben la ecuación (13) de la siguiente forma

$$(14) \quad \Delta x_t = A_1' X_{t-1}(\beta) d_{1t}(\beta, \gamma) + A_2' X_{t-1}(\beta) d_{2t}(\beta, \gamma) + u_t$$

Donde

$$d_{1t}(\beta, \gamma) = l(w_{t-1}(\beta) \leq \gamma)$$

$$d_{2t}(\beta, \gamma) = l(w_{t-1}(\beta) > \gamma)$$

$l(\cdot)$  denota la función indicador.

El modelo permite que todos los coeficientes, excepto el vector de cointegración, cambien entre los dos regímenes. El efecto *Threshold* solo existe si  $0 < P(w_{t-1} \leq) < 1$  de lo contrario el análisis correcto es la cointegración lineal. De este modo, los autores proponen la siguiente restricción

$$(15) \quad \pi_0 < P(w_{t-1} \leq) < 1 - \pi_0$$

Donde  $\pi_0$  es el parámetro de corte (*trimming parameter*)

El modelo *TVEC* se basa en el supuesto de que las series objeto de estudio tienen una relación de equilibrio que determina tanto la dinámica de largo plazo como la dinámica de corto plazo (Liu, 2006). Hansen y Seo (2002) estiman el modelo bajo el supuesto de que los residuales  $u_t$  siguen un proceso gaussiano idéntica e independientemente distribuidos. El modelo se estima mediante máxima verosimilitud con el paquete estadístico *tsDyn* del software estadístico R.

#### 4.3.2. Test de Cointegración contra Cointegración Umbral.

Luego de probar que existe cointegración, se pasa a realizar un test para determinar si existe cointegración umbral. Hansen y Seo (2002) proporcionan un test sup-LM de un *VEC* contra un *TVECM*. Esta prueba busca el sup-LM máximo y es razonable utilizarla para el caso de un *TVECM* bivariado. El parámetro de cointegración se estima a partir del *VEC* lineal, luego, de acuerdo a este valor, la prueba *LM* se realiza para un rango de valores umbral diferentes. La hipótesis nula del test plantea que la matriz de coeficientes 1 es igual a la matriz de coeficientes 2 del modelo *TVEC*, es decir,  $H_0: A_1 = A_2 = A$ .

Si la hipótesis nula es rechazada, ambas matrices serán diferentes, por lo tanto el modelo correcto es el *TVEC* bivariado, probando así, la existencia de cointegración umbral. Para calcular los *p-values* asintóticos, la prueba utiliza un regresor fijo *bootstrap*, para lograr una inferencia asintóticamente correcta. La ventaja de utilizar este método *bootstrap* es que permite la presencia de heterocedasticidad sin conocer su forma. Este test se realiza mediante el paquete estadístico *tsDyn* en el software estadístico R.

## 5. Datos

Colombia es un país de régimen cambiario flexible, en donde el Banco de la República realiza intervenciones para evitar apreciaciones y depreciaciones excesivas. No obstante, al parecer, esta política no ha surtido gran efecto. La tasa

de cambio no está respondiendo a ella, más bien está siendo determinada por variables fundamentales como la tasa de interés doméstica, la tasa de interés externa y la percepción de riesgo del país. Estas variables son el objeto de estudio del presente trabajo.

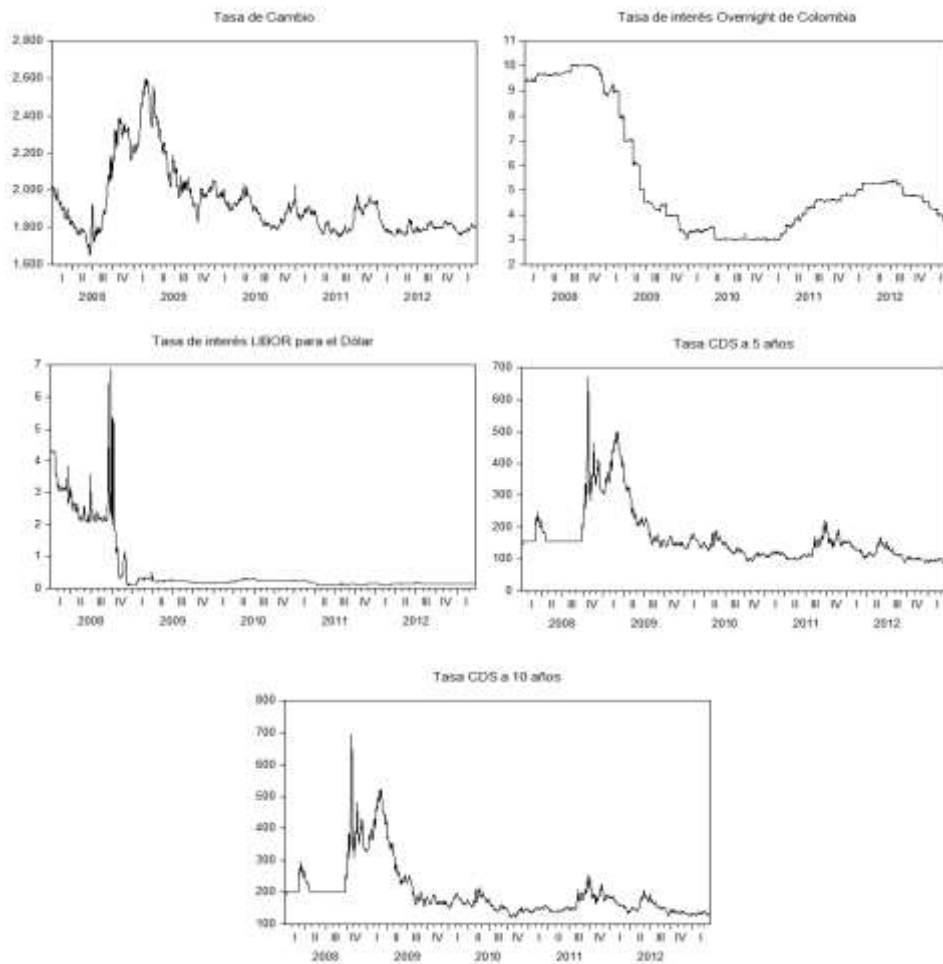
El periodo de estudio está comprendido desde el 2 de enero de 2008 hasta el 22 de Marzo del 2013. Se escogió este periodo, debido a que la información para los *CDS* empezó a ser publicada desde el 2 de enero del 2008. La frecuencia de los datos es diaria, ya que el objetivo de este trabajo es encontrar la relación en el muy corto plazo y en el largo plazo entre la tasa de cambio y sus determinantes.

Las series de tiempo provienen de la fuente de datos *Thompson Reuters DataStream*. Para la tasa de cambio, la serie está calculada para el peso colombiano con respecto a la unidad del dólar estadounidense. Para las tasas de interés, se utilizaron la tasa de interés *overnight* para Colombia, como tasa de interés doméstica y la tasa de interés *London InterBank Offered Rate (LIBOR)* para el Dólar, como tasa de interés externa. Por último, para medir la percepción de riesgo del país se utilizó la tasa de los *Credit Default Swaps (CDS)* a 5 años y a 10 años, con el fin de analizar las relaciones tanto en el mediano como en el largo plazo.

En la Figura 2 se muestra la evolución de la tasa de cambio, la tasa de interés *overnight* para Colombia, la tasa de interés *LIBOR* para el Dólar y las tasas de *CDS* a 5 y a 10 años. Se puede analizar que a partir del segundo trimestre del

2008 empezó una depreciación del peso colombiano con base a la moneda referencia, pero a partir de marzo del 2009, la economía colombiana entró en un periodo de constante apreciación de su moneda, reduciéndose gradualmente la tasa de cambio.

**Figura 2. Series en Niveles**



Fuente: elaboración propia con base a los datos de DataStream.

La tasa de interés *overnight* de Colombia comienza a bajar desde noviembre de 2008, pasando de tasas muy cercanas al 10% a tasas muy cercanas al 4% en el primer trimestre del 2013. La decisión del banco central de bajar las tasas de interés se ve influenciada por la crisis *subprime* de 2007, ya que la mayoría de países desarrollados muestran una reducción en su crecimiento, la confianza de los consumidores y los inversionistas se ha visto afectada, y por ende la demanda interna se ha reducido. El banco realiza esta política buscando que los consumidores y las empresas tengan acceso a recursos de bajo costo créditos y la demanda interna aumente jalonando la economía colombiana.

Al igual que la tasa de interés *overnight* colombiana, la tasa de interés LIBOR para el dólar muestra una fuerte reducción a finales del 2008, producto de la crisis *subprime*, debido a que la economía mundial se vio afectada gravemente por esta crisis. Esta tasa presenta niveles mucho más bajos que la tasa de interés colombiana, niveles muy cercanos a cero.

Por otro lado, los *CDS* son un instrumento financiero para cubrir el riesgo de crédito de los bonos emitidos por las empresas o por los Estados. Esta variable es una buena *proxi* de la percepción de riesgo del país pues cuanto más alto sea la tasa de los *CDS* mayor probabilidad otorga el mercado de que la empresa o el Estado entre en quiebra (*default*). De esta manera, se puede observar que el nivel de riesgo del país se incrementó debido a la gran especulación generada por la crisis financiera del 2007 y posteriormente se ha reducido sustancialmente.



La metodología econométrica es realizada con las variables en logaritmos para obtener un análisis de las variables en crecimiento (la Figura 3 del anexo muestra las variables en logaritmos). El diferencial de intereses es elaborado de la siguiente forma

$$(16) \quad spread_t = \ln\left(\frac{1+intcol}{1+intusdlibor}\right)$$

Siendo *intcol* la tasa de interés *overnight* colombiana e *intusdlibor* la tasa de interés *LIBOR* para el dólar. Como se observa en la Figura 2, desde principios del 2009 se ha logrado una reducción significativa entre el diferencial de intereses, proporcionando una gran salida de capitales en la economía colombiana, pues la tasa de interés doméstica, como ya se mencionó, se ha venido reduciendo.

La Figura 4 del anexo ilustra los retornos logarítmicos de las series, se puede apreciar que las series presentan conglomerados de volatilidad, sobre todo para el año 2008, producto de la crisis financiera del 2007. Estas series presentan un comportamiento no constante de sus varianzas.

Las Tablas 1 y 2 resumen las estadísticas descriptivas para las series en niveles y para las series en logaritmos respectivamente. La Tabla 1 confirma las características peculiares de las series financieras: no siguen una distribución normal, presentan sesgo y todas las series excepto la tasa de interés para Colombia presentan curvas leptocúrticas. En la Tabla 2 se observan las series en

logaritmos, todas las series no siguen una distribución normal, y presentan sesgo y curtosis superiores a las de una distribución normal.

En cuanto a la estacionariedad de las series, en ambas tablas se presenta el estadístico  $t$  para la prueba de raíz unitaria *Augmented Dickey-Fuller*. Para las series en niveles, todas las series excepto la tasa de interés *LIBOR* no son estacionarias. En cuanto a las variables en logaritmos, tampoco son estacionarias, siendo el *spread* de intereses no estacionario a un nivel de significancia del 1%. Realizándose la misma prueba para las variables en logaritmos en una primera diferencia se encuentra que las series se vuelven estacionarias, por lo tanto son integradas de orden 1 y se cumple con una condición del análisis de cointegración<sup>2</sup>.

En consecuencia a lo anterior, La Tabla 3 muestra la prueba de cointegración de Johansen para los siguientes pares: tasa de cambio y *spread* de intereses, tasa de cambio y tasa de *CDS* a 5 años y tasa de cambio y tasa de *CDS* a 10 años. Para el primer par se encuentra una relación de cointegración y para los dos siguientes, al menos una relación, confirmando una relación de cointegración lineal entre los pares de estudio.

Por otro lado, estas series presentan comportamientos no lineales. La Tabla 4 resume el test *BDS* para cada serie. Este test detecta la dinámica no lineal de las

---

<sup>2</sup> Una condición para el análisis de cointegración según Engle y Granger (1987) es que las series para ser cointegradas deben ser integradas de un mismo orden, para este caso el orden de integración es  $I(1)$ .

series. La prueba concluye que pueden existir dependencias no lineales en cada serie, pues para cada una se rechaza la hipótesis, en todas las dimensiones evaluadas, de que las series siguen un proceso idéntica e independientemente distribuido. De esta manera, las series analizadas presentan curvas leptocúrticas, sesgadas y no normales, comportamientos no lineales y varianzas no constantes. Además, presentan relaciones de cointegración lineal, siendo éste un primer avance para el análisis de cointegración umbral, pues se observan comportamientos no lineales.

## 6. Resultados

Con esta aplicación empírica para Colombia se busca encontrar qué relación existe en el corto y en el largo plazo entre la tasa de cambio y el *spread* de intereses, y la tasa de cambio y la tasa de CDS a 5 y a 10 años. Debido a que las series son no lineales, se plantea un modelo de cointegración no lineal. El modelo *TVEC* captura esta dinámica no lineal y divide el análisis en regímenes. Para este estudio se tomaron dos regímenes, un régimen bajo de extrema apreciación de la moneda y un régimen alto de extrema depreciación de la moneda. Las siguientes ecuaciones resumen el modelo para cada relación analizada.

$$(17) \quad \Delta x_{1t} = \begin{cases} A'_{11}X_{1t-1}(\beta) + u_{1t} & \text{si } w_{1t-1}(\beta) \leq \gamma_1 \\ A'_{12}X_{1t-1}(\beta) + u_{1t} & \text{si } w_{1t-1}(\beta) > \gamma_1 \end{cases}$$

$$(18) \quad \Delta x_{2t} = \begin{cases} A'_{21}X_{2t-1}(\beta) + u_{2t} & \text{si } w_{2t-1}(\beta) \leq \gamma_2 \\ A'_{22}X_{2t-1}(\beta) + u_{2t} & \text{si } w_{2t-1}(\beta) > \gamma_2 \end{cases}$$

$$(19) \quad \Delta x_{3t} = \begin{cases} A'_{31} X_{3t-1}(\beta) + u_{3t} & \text{si } w_{3t-1}(\beta) \leq \gamma_3 \\ A'_{32} X_{3t-1}(\beta) + u_{3t} & \text{si } w_{3t-1}(\beta) > \gamma_3 \end{cases}$$

Siendo

$$X_{jt-1}(\beta) = [1 \quad w_{t-1}(\beta) \quad \Delta x_{jt-1} \quad \Delta x_{jt-2} \quad \dots \quad \Delta x_{jt-l}]' \text{ para } j = 1, 2, 3.$$

$$w_{jt-1}(\beta) = \beta' x_{jt}$$

$$x_{1t-1} = [ltc \quad spread]'$$

$$x_{2t-1} = [ltc \quad lcds5]'$$

$$x_{3t-1} = [ltc \quad lcds10]'$$

Donde  $w_{jt-1}(\beta)$  es el vector de corrección del error,  $ltc$  denota el logaritmo de la tasa de cambio de Colombia,  $spread$  es el diferencial de intereses entre la tasa de interés *overnight* de Colombia y la tasa de interés *LIBOR* para el dólar y  $lcds5$  y  $lcds10$  son los logaritmos de las tasas de *CDS* a 5 años y a 10 años respectivamente.

Se espera que la relación con el  $spread$  de intereses sea negativa y con la tasa de los *CDS* sea positiva, pues retomando el enfoque keynesiano, si se reduce el diferencial de intereses, se generará una salida de capitales, incrementándose la demanda de divisas, de esta manera, el precio de la divisa debe subir,

produciendo una depreciación de la moneda interna. Por otro lado, siguiendo este mismo enfoque, un incremento en la tasa de los *CDS* significa un aumento en el riesgo del país, lo que produce una salida de capitales pues a los inversionistas no les parece viable invertir en ese país, de esta manera, se incrementa la demanda de divisas, lo que produce un aumento en el precio de la divisa, depreciando la tasa de cambio.

En cuanto a la relación de largo plazo, es de esperarse que el efecto del *spread* de intereses sea positivo, pues como explica el *overshooting* de Dornbusch, luego de producirse el efecto de corto plazo explicado anteriormente, la expansión monetaria que produjo la reducción de las tasas de interés, aumenta el producto, lo que incrementa el nivel de precios; el aumento del producto produce altas tasas de interés, apreciando finalmente la tasa de cambio.

Retomando la Figura 2 y continuando el análisis por regímenes, se puede apreciar que estas series presentan este comportamiento, pues para cada serie se puede captar que existe un régimen alto que va desde el último trimestre del 2008 hasta el segundo trimestre del 2009. Por esta razón, se tiene un indicio para utilizar el modelo TVEC, ya que éste divide la estimación en cada régimen.

Los resultados para cada modelo TVEC se muestran en las Tablas 5, 6 y 7, se analiza sólo la ecuación correspondiente a la tasa de cambio, pues el objeto de este estudio se basa en la determinación de la tasa de cambio. Las Tablas 8, 9 y 10 del anexo muestran los resultados para las ecuaciones opuestas

correspondientes a cada modelo. La ecuación  $\Delta ltc$  para cada modelo está compuesta por el término de corrección del error (*ECT*), la constante, y los rezagos de las variables incluidas en cada modelo<sup>3</sup>. Los resultados se dividen en dos regímenes, el primero un régimen bajo en donde ocurre una apreciación extrema del peso colombiano, y el segundo un régimen alto en el cual ocurre una depreciación extrema del peso colombiano.

El primer modelo, presentado en la Tabla 5, corresponde a la estimación de la relación entre el tipo de cambio y el diferencial de intereses. El modelo estimado toma entonces las variables *ltc* y *spread*. Los resultados muestran que en el régimen bajo, el *ECT* tiene signo positivo, indicando esto que la relación de equilibrio entre la tasa de cambio y el diferencial de intereses se ajusta en un mismo sentido. En cuanto a las relaciones de corto plazo, se encuentra que para 1, 3, 5, 6, 7 y 10 días de rezago de la variable  $\Delta spread$  el signo es negativo. Esto muestra que en el corto plazo existe una relación inversa entre la tasa de cambio y el diferencial de intereses que predomina en la mayoría de los rezagos. Esto confirma el canal existente entre estas dos variables, planteado por Mundell (1963) y Fleming (1962).

En lo que respecta a los impactos de corto plazo de los rezagos de la tasa de cambio, en los primeros días muestra una relación directa, indicando que rezagos

---

<sup>3</sup> El rezago óptimo para cada modelo es escogido según el criterio de información bayesiano presentado en la Tabla 11, Tabla 12 y Tabla 13 del anexo. Además, en la Tabla 14, Tabla 15 y Tabla 16, se muestra el rezago óptimo para un VAR lineal, el cual no difiere mucho del VEC no lineal, confirmando una buena robustez para la selección del modelo.

hasta de tres días en periodos de extrema apreciación, tienen un impacto positivo; después de estos tres días hasta 6 días el impacto pasa a ser negativo, al igual que a los 8 y 10 días; para el resto de días de rezago el impacto sigue siendo positivo.

**Tabla 5. Modelo estimado para el Tipo de Cambio y el Spread de intereses:**

**Ecuación del Tipo de Cambio.**

<b>Ecuación (<math>\Delta</math>ltc)</b>		
<b>Variable</b>	<b>Régimen Bajo</b>	<b>Régimen Alto</b>
ECT	0,0001	0,0007
Constante	4,30E-05	-3,30E-03
$\Delta$ ltc(t-1)	0,2198	0,0362
$\Delta$ spread(t-1)	-0,0099	-0,0294
$\Delta$ ltc(t-2)	0,004	-0,0232
$\Delta$ spread(t-2)	0,0286	-0,0222
$\Delta$ ltc(t-3)	0,0533	-0,235
$\Delta$ spread(t-3)	-0,0296	-0,056
$\Delta$ ltc(t-4)	-0,0373	0,1103
$\Delta$ spread(t-4)	0,0293	0,0272
$\Delta$ ltc(t-5)	-8,00E-05	-2,76E-01
$\Delta$ spread(t-5)	-0,0165	-0,0049
$\Delta$ ltc(t-6)	-0,0594	-0,0989
$\Delta$ spread(t-6)	-0,0017	-0,0157
$\Delta$ ltc(t-7)	0,0297	-0,1667
$\Delta$ spread(t-7)	-0,0188	-0,0265
$\Delta$ ltc(t-8)	-0,0167	-0,3415
$\Delta$ spread(t-8)	0,0183	0,0068
$\Delta$ ltc(t-9)	0,0364	-0,1022
$\Delta$ spread(t-9)	0,007	-0,0439
$\Delta$ ltc(t-10)	-0,0347	0,0253
$\Delta$ spread(t-10)	-0,0117	-0,0768

Fuente: elaboración propia con los datos de DataStream

En el régimen alto, el cual toma periodos de extrema depreciación, se encuentran resultados similares, el *ECT* muestra un ajuste al equilibrio entre ambas variables en una misma dirección. Todos los rezagos de la variable  $\Delta spread$  excepto el 4 y el 8, confirman una relación inversa de corto plazo entre la tasa de cambio y el diferencial de intereses. Para los rezagos de la tasa de cambio, solo para 1, 4 y 10 días de rezago se encuentra una relación directa, esto ocurre debido a que el ajuste de la tasa de cambio en periodos de extrema depreciación de la moneda intenta hacer que se regrese a los niveles de equilibrio; por lo tanto, valores de la tasa de cambio de días anteriores tienden a hacer bajar la tasa de cambio.

**Tabla 6. Modelo estimado para el Tipo de Cambio y la Tasa de los CDS a 5 años: Ecuación del Tipo de Cambio.**

Ecuación 1 ( $\Delta tc$ )		
Variable	Régimen Bajo	Régimen Alto
ECT	0,0019	0,0004
Constante	0,0025	-0,0002
$\Delta tc(t-1)$	0,0527	0,1331
$\Delta lcds5(t-1)$	0,0651	0,083

Fuente: elaboración propia con los datos de DataStream

Por otro lado, el análisis de la relación entre la tasa de cambio y la percepción de riesgo del país se divide en dos: para los *CDS* de mediano plazo (*lcds5*) y los *CDS* de largo plazo (*lcds10*). En la Tabla 6 se presenta el modelo estimado que corresponde a la estimación de la relación entre el tipo de cambio y la tasa de los



*CDS* a 5 años. Toma en cuenta las variables *l<sub>tc</sub>* y *lc<sub>ds5</sub>*, y muestra un ajuste al equilibrio entre ambas variables en un mismo sentido, tanto en el régimen bajo como en el alto. Los resultados plantean que existe una relación directa entre la tasa de los *CDS* a 5 años y la tasa de cambio en ambos regímenes, validando la hipótesis de este trabajo que plantea que un aumento en el riesgo del país se traduce en una depreciación del peso colombiano.

**Tabla 7. Modelo estimado para el Tipo de Cambio y la Tasa de los *CDS* a 10 años: Ecuación del Tipo de Cambio.**

Ecuación 1 ( $\Delta l_{tc}$ )		
Variable	Régimen Bajo	Régimen Alto
ECT	-0.001593082	-0.000121242
Constante	-0.001115882	-34,47861
$\Delta l_{tc}(t-1)$	-0.005418527	0.1536245
$\Delta l_{cds10}(t-1)$	0.07029621	0.10173612

Fuente: elaboración propia con los datos de DataStream

En lo que respecta a los *CDS* de largo plazo, en la Tabla 7, se muestran los resultados correspondientes a la estimación de la relación entre el tipo de cambio y la tasa de los *CDS* a 10 años. Los resultados confirman que relación entre la tasa de cambio y el nivel de riesgo persiste, ésta sigue siendo directa en ambos regímenes. El *ECT* cambia para ambos regímenes, en este caso el ajuste de la

relación de equilibrio entre la tasa de cambio y los *CDS* a 10 años ocurre en sentido contrario.

Por último, la Tabla 17 del anexo muestra el umbral estimado para cada modelo<sup>4</sup>, para el modelo *ltc-spread* el umbral es 1.821211, para *ltc-lcds5* es -0.806541 y para *ltc-lcds10* es -0.5777464. Por otra parte, al final de la tabla también se muestran los vectores de cointegración para cada modelo, las siguientes ecuaciones plantean las relaciones de largo plazo teniendo en cuenta estos parámetros de cointegración

$$(20) \quad ltc_t = 5.017626 \text{ spread}_t + u_{1t}$$

$$(21) \quad ltc_t = 1.493885 \text{ lcds5}_t + u_{2t}$$

$$(22) \quad ltc_t = 1.435635 \text{ lcds10}_t + u_{3t}$$

Existe una relación de largo plazo entre la tasa de cambio y el diferencial de intereses. Esto confirma el modelo dinámico de Dornbusch (1976a), quien plantea que el impacto del diferencial de intereses en el largo plazo será positivo. El impacto de largo plazo del riesgo país sobre la tasa de cambio también es directo, lo cual indica que el efecto es directo tanto en el corto como en el largo plazo.

En la Tabla 18 del anexo se proporciona el test de Hansen y Seo (2002) para cada modelo; el test rechaza la hipótesis nula a un nivel de significancia del 10% para el modelo de la tasa de cambio y el *spread* de intereses y al 5% en los demás

---

<sup>4</sup> En la Figura 5, Figura 6 y Figura 7, se muestra el *grid search* para cada uno de los modelos TVEC estimados. Estas figuras muestran el diagrama que encuentra el parámetro del umbral y el parámetro de cointegración cuando la suma de residuales al cuadrado (RSS) es mínima.

modelos. Este test prueba cointegración lineal contra cointegración no lineal, indicando para este caso que existe cointegración umbral para cada modelo bivariado.

Los resultados del *TVECM* para cada modelo confirman la existencia de una relación de corto plazo inversa entre la tasa de cambio y el diferencial de intereses en ambos regímenes, pero para el largo plazo esta relación pasa a ser directa. También validan la relación directa de corto y de largo plazo entre la tasa de cambio y el riesgo país.

## **7. Conclusiones**

Las series analizadas presentan comportamientos comunes de las series financieras, son series sesgadas, poseen colas pesadas, no siguen una distribución normal y no se comportan linealmente. Por esta razón, el presente trabajo propuso un modelo *TVEC* para la estimación de las relaciones entre la tasa de cambio y el diferencial de intereses, y entre la tasa de cambio y la percepción de riesgo del país; el cual toma en cuenta la dinámica no lineal de las series.

Del análisis de cointegración lineal se encontró que las relaciones analizadas presentan cointegración. Esto implica que tanto la tasa de cambio y el diferencial, como la tasa de cambio y la tasa de *CDS* a 5 y 10 años tienen una relación cointegrada. Sin embargo, esta relación no es lineal, por lo tanto se realizó un análisis de cointegración no lineal.

Los resultados obtenidos de este análisis encuentran tres aspectos importantes. Primero, que en ambos regímenes se hace visible una relación de corto plazo inversa entre la tasa de cambio y el diferencial de intereses. Segundo, que existe una relación de largo plazo directa entre estas variables. Y por último, que existe una relación directa tanto de corto como de largo plazo entre la tasa de cambio y el riesgo del país.

En este sentido, en el corto plazo, un aumento en el diferencial de intereses desemboca en una reducción de la tasa de cambio, apreciándose el peso colombiano. Por el contrario, una reducción en el diferencial de intereses provocaría un aumento en la tasa de cambio, depreciando el peso colombiano. El efecto de un aumento en el riesgo país se traduce en una depreciación del peso colombiano, mientras que una reducción apreciará la moneda. Para el largo plazo, la relación entre la tasa de cambio y el diferencial de intereses es directa, pues una reducción del diferencial deprecia el peso en el corto plazo. Según los planteamientos de Dornbusch (1976a, 1976b) este impacto, producto de una política monetaria expansiva realizada por el Banco de la República, debería incrementar el producto y aumentar las tasas de interés, lo que se traduciría en el largo plazo en una apreciación del peso colombiano. En cuanto al riesgo país, en el largo plazo persiste el efecto directo sobre la tasa de cambio.

Estos resultados confirman que la tasa de cambio está regida por factores fundamentales: el diferencial de intereses y el riesgo país; de esta manera, estas variables juegan un rol importante en la determinación de la tasa de cambio. Por

esta razón entonces, las intervenciones cambiarias que realiza a diario el Banco no han logrado tener mayor efecto sobre el direccionamiento de la tasa. Actualmente se está en un periodo de apreciación del peso colombiano frente al dólar estadounidense y el Banco no ha logrado revertir este proceso. Esta etapa es perjudicial para muchos sectores económicos, frenando de esta manera el crecimiento económico del país.

## REFERENCIAS

BALKE, y FOMBY. (1997). Threshold cointegration. *International Economic Review*(38), 627-645.

BAXTER, M. (1994). Real Exchange Rates and Real Interest Differentials. *Journal of Monetary Economics*, 33, 5-37.

BEKAERT, G., WEI, M., y XING, Y. (2007). Uncovered Interest Rate Parity and the Term Structure. *Journal of International Money and Finance*, 26, 6, 1038-1069.

BROCK, DECHERT, y SCHEINKMAN. (1987). A test for independence base on the correlation dimension. Department of Economics, University of Wisconsin at Madison, University of Houston and University of Chicago.

- CÁMARO, Á., CASAS, A., y JIMÉNEZ, E. (2004). Una aproximación empírica a la relación entre las tasas de interés de los TES Tasa Fija y el tipo de cambio en Colombia (2001-2004). *Promotora Bursátil de Colombia, Documentos Tecnicos*, 1-17.
- CAMPBELL, J., y CLARIDA, R. (1987). The Dollar and Real Interest Rates. *National Bureau of Economic Research, Working Paper* , 2151, 1-46.
- DORNBUSCH, R. (1976a). Expectations and Exchange Rate Dynamics. *The Journal of Political Economy*, 84, 6, 1161-1176.
- DORNBUSCH, R. (1976b). The Theory of Flexible Exchange Rate Regimes and Macroeconomic Policy. *Scandinavian Journal of Economics*, 78, 2, 255-275.
- DORNBUSCH, R. (1980). *La Macroeconomía de una Economía Abierta*. Barcelona: Antoni Bosch.
- ECHEVARRÍA, J., VÁSQUEZ, D., y VILLAMIZAR, M. (2008). Expectativas, Tasas de interés y Tasa de cambio. Paridad Cubierta y no cubierta en Colombia 2000-2007. *Borradores de Economía*, 486, 1-42.
- ECHEVARRÍA, J., VÁSQUEZ, D., y VILLAMIZAR, M. (2009). Impacto de las intervenciones cambiarias sobre el nivel y la volatilidad de la tasa de cambio en Colombia. *Borradores de Economía*, 561, 1-45.
- EDWARDS, S. (1983a). La relación entre las tasas de interés y el tipo de cambio bajo un sistema de cambio flotante. *Cuadernos de Economía*, 59, 65-74.

- EDWARDS, S. (1983b). Money, the Rate of Devaluation and Interest Rates in a Semi-Open Economy: Colombia 1968-1982. National Bureau of Economic Research, *Working Paper*, 316, 1-22.
- EICHEMBAUM, M., y EVANS, C. (1993). Some Evidence on the effects of Monetary Policy Shocks on Exchange Rates. *National Bureau of Economic Research, Working Paper*, 4271, 1-29.
- ENGLE, y GRANGER. (1987). Cointegration and error correction representation, estimation and testing. *Econometrica*, 55(2), 251-276.
- FLEMING, M. (1962). Domestic financial policies under fixed and under floating exchange rates. *IMF staff papers*, 9, 3.
- FRANKEL, J. A. (1979). On the Mark: A theory of floating exchange rates based on real interest differentials. *The American Economic Review*, 69, 4, 610-622.
- FRENKEL, J. (1976). A Monetary Approach to the Exchange Rate: Doctrinal Aspects and Empirical Evidence. *Scandinavian Journal of Economics*, 78, 2, 200-224.
- GRANGER, C. W. (2003). Time series analysis, cointegration, and applications. *Department of Economics, University of California, Nobel Lecture*, 360-366.
- HANSEN, y SEO. (2002). Testing for two regime threshold cointegration in vector error correction models. *Journal of Econometrics*, 110, 293-318.

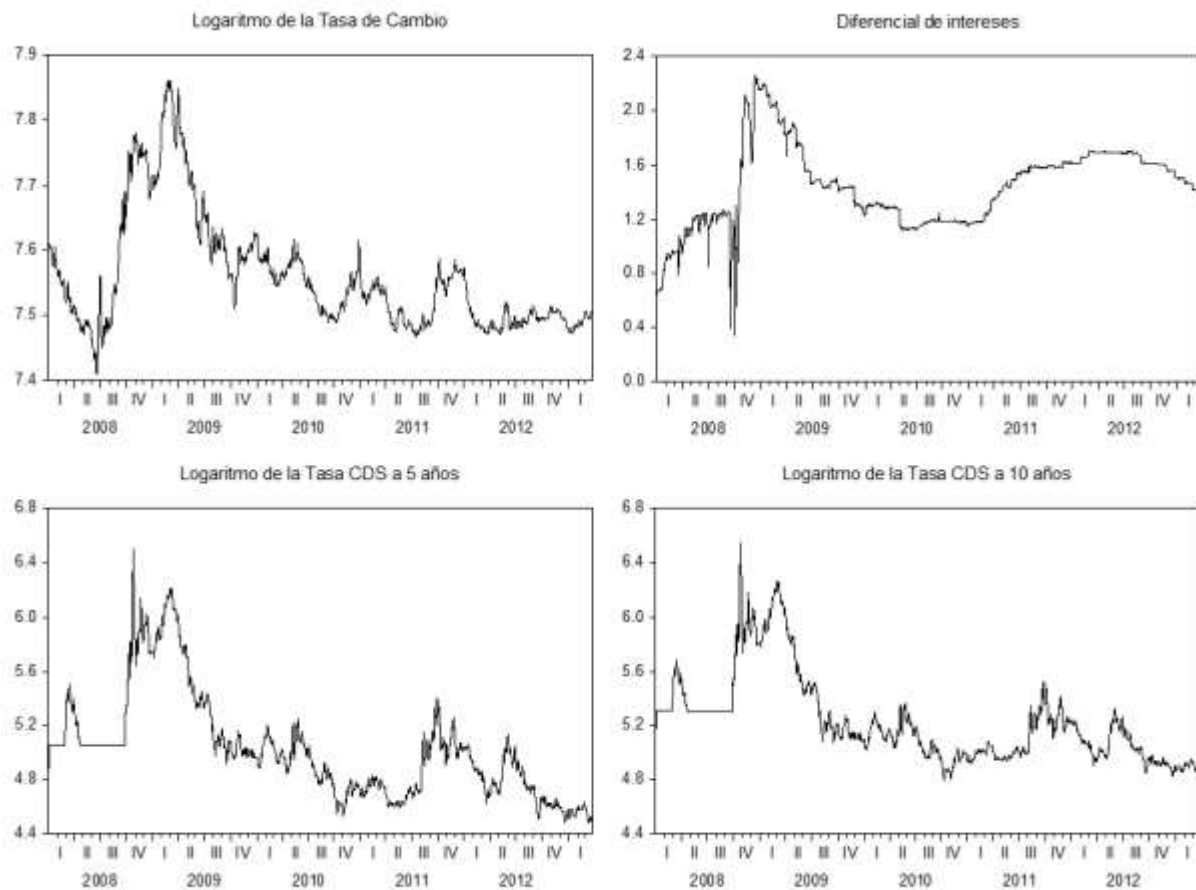
- HERNANDEZ, M., y MESA, J. (2006). La experiencia bajo un regimen de fluctuación controlada del tipo de cambio: el papel de las intervenciones. *Lecturas de Economía, Universidad de Antioquia*(65), 37- 72.
- LANGEBACK, A. (1993). Diferencial de tasas de interés y flujos de capital en Colombia:1980-1993. *Archivos de Macroeconomía*, 14, 1-19.
- LIU, W.-h. (2006). The relationship between interest rate and exchange rate in major East Asian Markets. Department of Finance & Institute of Financial *Management*, 1-40.
- MUNDELL, R. (1963). Capital Mobility and Stabilization Policy under Fixed and Flexible Exchange. *The Canadian Journal of Economics and Political Science*, 29, 4, 487-499
- NOVALES, A. (2011). Modelos vectoriales autorregresivos. Universidad Complutense, 1-26.
- TERASVIRTA, T. (1994). Specification, estimation, and evaluation of smooth transition autoregressive models. *Journal of the American Statistical Association*, 89, 425, 208-218.
- TKALEC, M. (2012). The dynamics of deposit euroization in european post-transition countries: evidence from threshold VAR. *Czech Journal of Economics and Finance*, 62, 3, 278-296.



- TORO, J. (1987). Tasa de interes y variaciones en el grado de apertura de la economía durante el periodo 1967-1985. *Sociedad y Economía*, 20, 129-175.
- TORO, J., y JULIO, J. M. (2005). Efectividad de la intevención discrecional del Banco de la República en el mercado cambiario. *Borradores de Economía*, 1-23
- TSAY. (1989). Testing and modeling threshold autoregressive processes. *Journal of the American Statistical Association*, 84, 231-240.
- WEISE. (1999). A nonlinear vector autoregression approach. *Journal of Money, Credit and Banking*, 31, 1, 85-108.

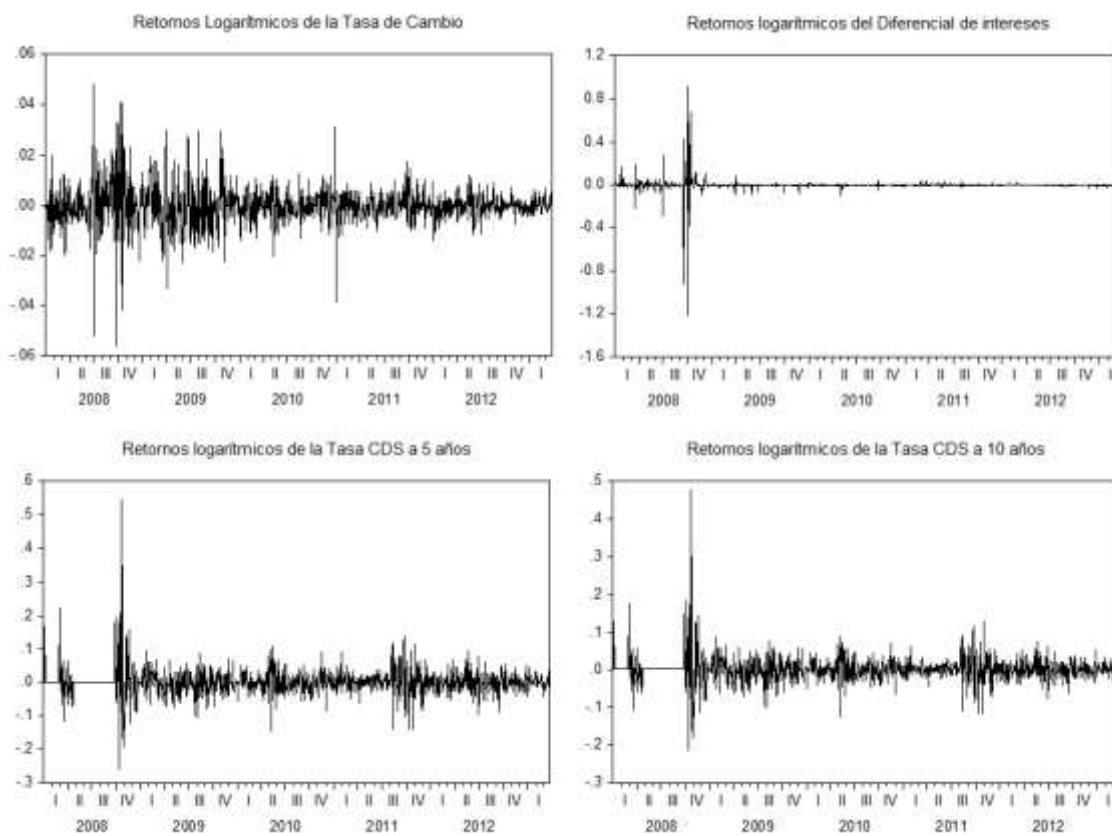
## ANEXOS

Figura 3. Series en logaritmos



Fuente: elaboración propia con los datos de DataStream

**Figura 4. Retornos Logarítmicos de las series**



Fuente: elaboración propia con los datos de DataStream

**Tabla 1. Estadísticas descriptivas de las series en niveles**

	<b>TC</b>	<b>INTCOL</b>	<b>INTUSDLIBOR</b>	<b>CDS5</b>	<b>CDS10</b>
Media	1926,728	5,443952	0,598012	165,6296	197,3809
Mediana	1872,46	4,588	0,20875	146,45	172,71
Máximo	2596,37	10,047	6,875	668,6804	695,6106
Mínimo	1652,41	2,948	0,1025	88,20299	119,97
Desviación Estándar	184,2276	2,423314	0,97824	83,12242	80,69329
Asimetría	1,605564	0,918254	2,441765	2,254829	2,253691
Curtosis	5,080987	2,299278	8,69671	8,259529	8,339506
Jarque-Bera	831,5353	219,4302	3197,449	2725,98	2772,956
Probabilidad	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Estadístico t ADF Niveles	-1,860712	-1,541424	-4,170253	-1,991796	-
Probabilidad	0,3512	0,5124	0,0008	0,2906	0,2646
Estadístico t ADF Primera Diferencia	-32,43234	-37,9137	-12,81306	-19,15088	-
Probabilidad	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Observaciones	1363	1363	1363	1363	1363

Fuente: elaboración propia con los datos de DataStream

**Tabla 2. Estadísticas descriptivas de las series en logaritmos**

	<b>LTC</b>	<b>SPREAD</b>	<b>LCDS5</b>	<b>LCDS10</b>
Media	7,55939	1,444214	5,022602	5,225487
Mediana	7,535008	1,458363	4,986684	5,151614
Máximo	7,86187	2,259799	6,505306	6,54479
Mínimo	7,40999	0,333656	4,479641	4,787242
Desviación Estándar	0,089651	0,294896	0,385725	0,320311
Asimetría	1,411207	0,140119	1,251742	1,424231
Curtosis	4,404104	3,463299	4,240461	4,604721
Jarque-Bera	564,3686	16,65017	443,3258	607,0386
Probabilidad	0,000000	0,000242	0,000000	0,000000
Estadístico t ADF Niveles	-1,891236	-2,91255	-1,465383	-1,629117
Probabilidad	0,3367	0,0442	0,5511	0,4673
Estadístico t ADF Primera Diferencia	-3,197843	-1,195342	-1,733325	-1,738802
Probabilidad	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Observaciones	1363	1363	1363	1363

Fuente: elaboración propia con los datos de DataStream

**Tabla 3. Resumen del Test de Cointegración de Johansen**

<b>Test de Cointegración entre ltc y spread</b>					
<b>Tendencia Datos</b>	Ninguna	Ninguna	Lineal	Lineal	Cuadrática
<b>Tipo Test</b>	Sin Intercepto Sin Tendencia	Intercepto Sin Tendencia	Intercepto Sin Tendencia	Intercepto Tendencia	Intercepto Tendencia
<b>Traza</b>	0	0	1	0	1
<b>Max Eigen Valor</b>	0	0	1	1	1
<b>Test de Cointegración entre ltc y lcds5</b>					
<b>Tendencia Datos</b>	Ninguna	Ninguna	Lineal	Lineal	Cuadrática
<b>Tipo Test</b>	Sin Intercepto Sin Tendencia	Intercepto Sin Tendencia	Intercepto Sin Tendencia	Intercepto Tendencia	Intercepto Tendencia
<b>Traza</b>	0	1	1	1	2
<b>Max Eigen Valor</b>	0	1	1	1	2
<b>Test de Cointegración entre ltc y lcds10</b>					
<b>Tendencia Datos</b>	Ninguna	Ninguna	Lineal	Lineal	Cuadrática
<b>Tipo Test</b>	Sin Intercepto Sin Tendencia	Intercepto Sin Tendencia	Intercepto Sin Tendencia	Intercepto Tendencia	Intercepto Tendencia
<b>Traza</b>	0	0	1	0	2
<b>Max Eigen Valor</b>	0	0	1	0	2

Fuente: elaboración propia con los datos de DataStream

**Tabla 4. Test BDS de independencia**

<b>ltc</b>					
<b>Dimension</b>	<b>BDS Statistic</b>	<b>Std. Error</b>	<b>z-Statistic</b>	<b>Normal Prob.</b>	<b>Bootstrap Prob.</b>
2	0.149570	0.002350	6.366.003	0.0000	0.0000
3	0.270173	0.004255	6.348.900	0.0000	0.0000
4	0.366943	0.005773	6.355.684	0.0000	0.0000
5	0.444649	0.006855	6.486.352	0.0000	0.0000
6	0.506644	0.007530	6.727.976	0.0000	0.0000
<b>spread</b>					
<b>Dimension</b>	<b>BDS Statistic</b>	<b>Std. Error</b>	<b>z-Statistic</b>	<b>Normal Prob.</b>	<b>Bootstrap Prob.</b>
2	0.146438	0.001789	8.186.997	0.0000	0.0000
3	0.263521	0.003230	8.157.811	0.0000	0.0000
4	0.356307	0.004369	8.155.504	0.0000	0.0000
5	0.429969	0.005171	8.315.530	0.0000	0.0000
6	0.487976	0.005661	8.619.562	0.0000	0.0000
<b>lcds5</b>					
<b>Dimension</b>	<b>BDS Statistic</b>	<b>Std. Error</b>	<b>z-Statistic</b>	<b>Normal Prob.</b>	<b>Bootstrap Prob.</b>
2	0.149027	0.002330	6.395.699	0.0000	0.0000
3	0.269889	0.004220	6.395.519	0.0000	0.0000
4	0.366883	0.005725	6.408.603	0.0000	0.0000
5	0.444496	0.006797	6.539.789	0.0000	0.0000
6	0.506317	0.007466	6.782.011	0.0000	0.0000
<b>lcds10</b>					
<b>Dimension</b>	<b>BDS Statistic</b>	<b>Std. Error</b>	<b>z-Statistic</b>	<b>Normal Prob.</b>	<b>Bootstrap Prob.</b>
2	0.148715	0.002419	6.147.491	0.0000	0.0000
3	0.269410	0.004386	6.142.465	0.0000	0.0000
4	0.366266	0.005957	6.148.507	0.0000	0.0000
5	0.443812	0.007081	6.267.924	0.0000	0.0000
6	0.505628	0.007787	6.493.554	0.0000	0.0000

Fuente: elaboración propia con los datos de DataStream

**Tabla 8. Modelo estimado para el Tipo de Cambio y el Spread de Intereses:**

**Ecuación del Spread.**

<b>Ecuación (<math>\Delta</math>spread)</b>		
<b>Variable</b>	<b>Régimen Bajo</b>	<b>Régimen Alto</b>
ECT	0,0003	0,037
Constante	-0,0005	-0,0909
$\Delta$ ltc(t-1)	-0,1928	0,9192
$\Delta$ spread(t-1)	0,3032	-0,0072
$\Delta$ ltc(t-2)	0,0501	-1,5808
$\Delta$ spread(t-2)	-0,0199	-0,1872
$\Delta$ ltc(t-3)	-0,0665	-0,8655
$\Delta$ spread(t-3)	-0,072	-0,3556
$\Delta$ ltc(t-4)	-0,0322	-0,3544
$\Delta$ spread(t-4)	-0,0114	-0,3724
$\Delta$ ltc(t-5)	0,1342	3,105
$\Delta$ spread(t-5)	0,1886	-0,3995
$\Delta$ ltc(t-6)	0,0564	-0,2415
$\Delta$ spread(t-6)	-0,0755	-0,0875
$\Delta$ ltc(t-7)	0,1343	-3,1397
$\Delta$ spread(t-7)	0,0078	-0,0969
$\Delta$ ltc(t-8)	-0,3722	0,2141
$\Delta$ spread(t-8)	-0,049	-0,291
$\Delta$ ltc(t-9)	0,0906	-2,5265
$\Delta$ spread(t-9)	-0,0102	-0,0898
$\Delta$ ltc(t-10)	0,2671	0,7699
$\Delta$ spread(t-10)	-0,0023	0,3196

Fuente: elaboración propia con los datos de DataStream

**Tabla 9. Modelo estimado para el Tipo de Cambio y la Tasa de los CDS a 5 años: Ecuación de la Tasa de los CDS a 5 años.**

<b>Ecuación (<math>\Delta lcds5</math>)</b>		
<b>Variable</b>	<b>Régimen Bajo</b>	<b>Régimen Alto</b>
ECT	0,0717	0,0034
Constante	0,0739	-0,0005
$\Delta ltc(t-1)$	-0,8686	0,181
$\Delta lcds5(t-1)$	0,3	0,0303

Fuente: elaboración propia con los datos de DataStream

**Tabla 10. Modelo estimado para el Tipo de Cambio y la Tasa de los CDS a 10 años: Ecuación de la Tasa de los CDS a 10 años.**

<b>Ecuación (<math>\Delta lcds10</math>)</b>		
<b>Variable</b>	<b>Régimen Bajo</b>	<b>Régimen Alto</b>
ECT	0.079603856	0.003901342
Constante	0.062322414	-5,08E+02
$\Delta ltc(t-1)$	-0.531890675	0.1086616
$\Delta lcds10(t-1)$	0.31719309	0.02499748

Fuente: elaboración propia con los datos de DataStream



**Tabla 11. Selección de rezago óptimo: Modelo TVEC *Itc-spread***

<b>Lag</b>	<b>LogLik</b>	<b>AIC</b>	<b>BIC</b>
1	7048,87	-21788,44	-21699,77
2	7050,903	-21770,83	-21640,45
3	7111,302	-21869,95	-21697,88
4	7184,521	-21994,72	-21780,95
5	7227,809	-22059,62	-21804,18
6	7235,225	-22052,77	-21755,67
7	7279,95	-22120,55	-21781,79
8	7367,114	-22273,2	-21892,81
9	7420,503	-22358,3	-21936,29
10	7458,303	-22412,23	<b>-21948.59*</b>
11	7468,706	-22411,36	-21906,12
12	7486,317	-22424,9	-21878,08
13	7486,446	-22403,48	-21815,08
14	7515,819	-22440,55	-21810,58
15	7524,752	-22436,74	-21765,22
16	7569,667	-22504,9	-21791,83
17	7582,886	-22509,66	-21755,06
18	7585,921	-22494,06	-21697,93
19	7591,36	-22483,26	-21645,63
20	7665,088	-22609,04*	-21729,91

Fuente: elaboración propia con los datos de DataStream

**Tabla 12. Selección de rezago óptimo: Modelo TVEC *Itc-Icds5***

<b>Lag</b>	<b>LogLik</b>	<b>AIC</b>	<b>BIC</b>
1	7281,37	-22253,45	<b>-22164,78*</b>
2	7290,88	-22250,78	-22120,40
3	7310,26	-22267,88	-22095,80
4	7319,10	-22263,88	-22050,11
5	7340,94	-22285,88*	-22030,44
6	7348,39	-22279,11	-21982,00
7	7350,01	-22260,68	-21921,92
8	7364,01	-22266,98	-21886,59
9	7366,04	-22249,38	-21827,37
10	7368,75	-22233,11	-21769,48
11	7387,29	-22248,52	-21743,29
12	7413,01	-22278,28	-21731,46
13	7413,74	-22258,06	-21669,66
14	7417,06	-22243,03	-21613,06
15	7420,88	-22229,01	-21557,48
16	7443,48	-22252,52	-21539,45
17	7451,72	-22247,32	-21492,72
18	7456,38	-22234,98	-21438,86
19	7463,33	-22227,19	-21389,56
20	7461,94	-22202,75	-21323,62

Fuente: elaboración propia con los datos de DataStream

**Tabla 13. Selección de rezago óptimo: Modelo TVEC *Itc-lcds10***

<b>Lag</b>	<b>LogLik</b>	<b>AIC</b>	<b>BIC</b>
1	7491,777	-22674,25	<b>-22585,58*</b>
2	7498,95	-22666,93	-22536,54
3	7517,27	-22681,89	-22509,81
4	7525,641	-22676,96	-22463,19
5	7544,317	-22692,63*	-22437,19
6	7554,017	-22690,36	-22393,26
7	7555,782	-22672,21	-22333,46
8	7571,248	-22681,47	-22301,08
9	7573,074	-22663,44	-22241,43
10	7574,142	-22643,9	-22180,27
11	7595,117	-22664,18	-22158,94
12	7617,15	-22686,57	-22139,74
13	7618,773	-22668,14	-22079,73
14	7625,745	-22660,41	-22030,43
15	7632,22	-22651,68	-21980,15
16	7654,847	-22675,26	-21962,19
17	7662,925	-22669,74	-21915,14
18	7668,003	-22658,22	-21862,1
19	7675,786	-22652,11	-21814,48
20	7671,247	-22621,36	-21742,23

Fuente: elaboración propia con los datos de DataStream

**Tabla 14. Selección de rezago óptimo: Modelo VAR lineal *Itc-spread***

<b>Lag</b>	<b>LogLik</b>	<b>AIC</b>	<b>BIC</b>
1	6.823.894	-1.015.323	-1.012.999
2	6.854.046	-1.019.218	-1.015.344
3	6.873.496	-1.021.518	-1.016.095
4	6.918.652	-1.027.647	-1.020.674
5	6.952.966	-1.032.162	-1.023.639
6	6.965.572	-1.033.443	-1.023.371
7	6.970.155	-1.033.530	-1.021.908
8	6.985.572	-1.035.230	-1.022.059
9	7.028.573	-1.041.038	-1.026.318
10	7.032.398	-1.041.012	-1.024.742
11	7.066.551	-1.045.503	<b>-10.27683*</b>
12	7.076.398	-1.046.373	-1.027.004
13	7.090.388	-1.047.861	-1.026.942
14	7.091.224	-1.047.390	-1.024.921
15	7.097.204	-1.047.685	-1.023.667
16	7.104.706	-10.48206*	-1.022.639
17	7.107.466	-1.048.022	-1.020.904
18	7.110.195	-1.047.832	-1.019.166
19	7.111.282	-1.047.399	-1.017.182
20	7.117.194	-1.047.683	-1.015.917

Fuente: elaboración propia con los datos de DataStream

**Tabla 15. Selección de rezago óptimo: Modelo VAR lineal *Itc-Icds5***

<b>Lag</b>	<b>LogLik</b>	<b>AIC</b>	<b>BIC</b>
1	7.049.549	-1.048.928	-1.046.603
2	7.169.893	-1.066.254	<b>-10.62380*</b>
3	7.174.877	-1.066.400	-1.060.977
4	7.189.837	-1.068.032	-1.061.059
5	7.194.247	-1.068.093	-1.059.571
6	7.204.762	-1.069.064	-1.058.991
7	7.219.068	-1.070.598	-1.058.977
8	7.222.518	-1.070.516	-1.057.345
9	7.231.901	-1.071.318	-1.056.597
10	7.236.675	-1.071.433	-1.055.163
11	7.240.512	-1.071.409	-1.053.589
12	7.254.899	-1.072.956	-1.053.586
13	7.264.115	-1.073.733	-1.052.814
14	7.265.696	-1.073.372	-1.050.904
15	7.268.064	-1.073.129	-1.049.111
16	7.272.485	-1.073.192	-1.047.624
17	7.280.564	-1.073.800	-1.046.682
18	7.283.553	-1.073.649	-1.044.982
19	7.289.533	-1.073.944	-1.043.727
20	7.294.718	-10.74120*	-1.042.354

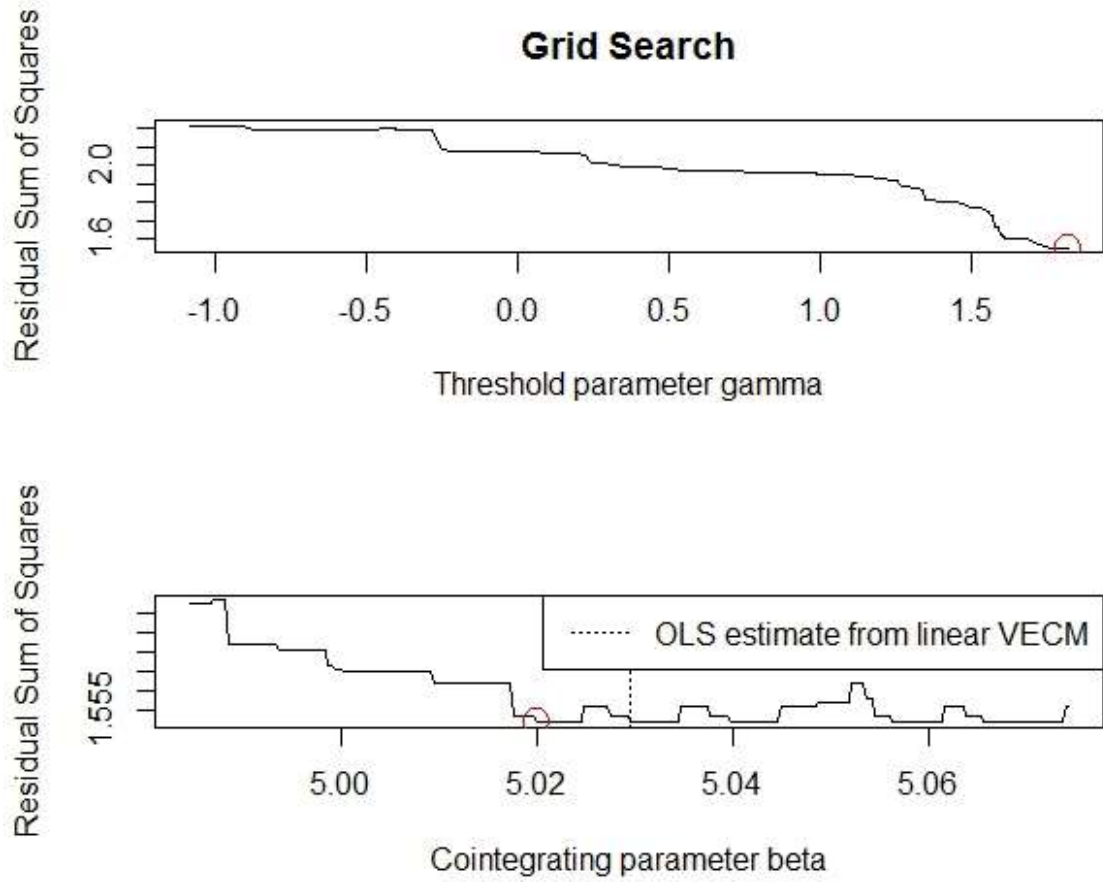
Fuente: elaboración propia con los datos de DataStream

**Tabla 16. Selección de rezago óptimo: Modelo VAR lineal *Itc-Icdis10***

<b>Lag</b>	<b>LogLik</b>	<b>AIC</b>	<b>BIC</b>
1	7.245.284	-1.078.077	-1.075.752
2	7.368.298	-1.095.800	<b>-10.91926*</b>
3	7.373.259	-1.095.943	-1.090.520
4	7.390.143	-1.097.862	-1.090.889
5	7.394.885	-1.097.972	-1.089.450
6	7.405.408	-1.098.944	-1.088.872
7	7.421.193	-1.100.699	-1.089.077
8	7.424.589	-1.100.609	-1.087.438
9	7.435.334	-1.101.613	-1.086.892
10	7.440.969	-1.101.857	-1.085.586
11	7.445.055	-1.101.870	-1.084.050
12	7.458.974	-1.103.347	-1.083.977
13	7.468.448	-1.104.162	-1.083.243
14	7.469.204	-1.103.679	-1.081.210
15	7.471.368	-1.103.406	-1.079.387
16	7.476.256	-1.103.538	-1.077.970
17	7.483.548	-1.104.028	-1.076.911
18	7.486.554	-1.103.880	-1.075.213
19	7.491.663	-1.104.045	-1.073.829
20	7.498.041	-11.04399*	-1.072.633

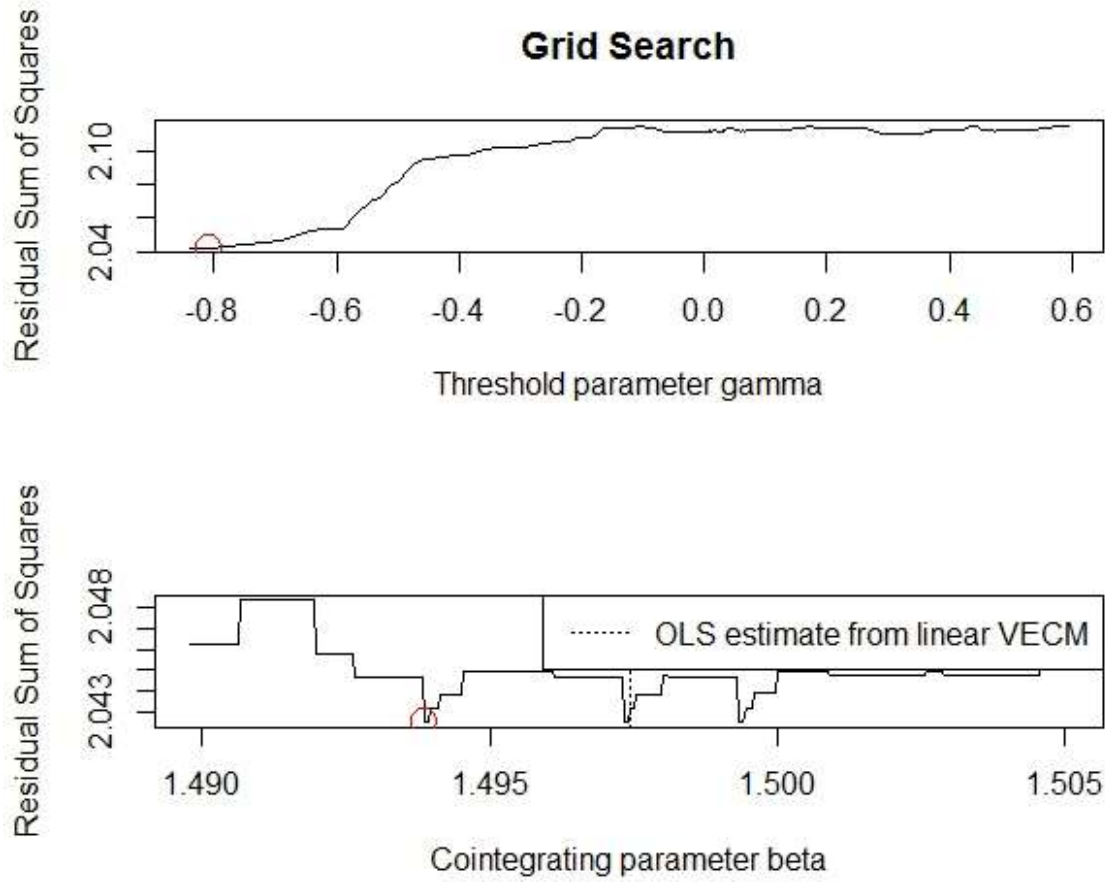
Fuente: elaboración propia con los datos de DataStream

**Figura 5. Grid Search: Modelo TVEC *I*tc-spread**



Fuente: elaboración propia con los datos de DataStream

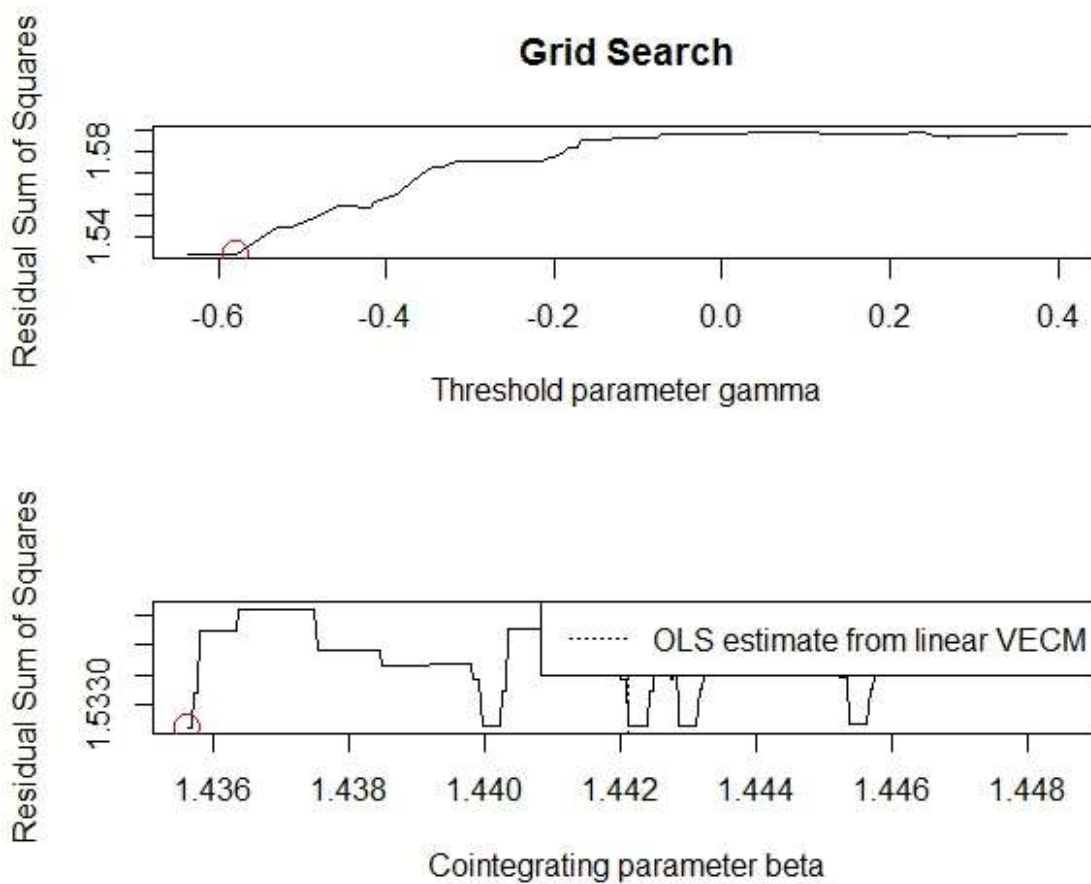
Figura 6. Grid Search: Modelo TVEC *Irc-Icds5*



Fuente: elaboración propia con los datos de DataStream



Figura 7. Grid Search: Modelo TVEC *Itc-Icds10*



Fuente: elaboración propia con los datos de DataStream

**Tabla 17. Resumen Modelos TVECM**

	<b>Modelo ltc y spread</b>		<b>Modelo ltc y lcds5</b>		<b>Modelo ltc y lcds10</b>	
<b>Umbral Estimado</b>	1,821211		-0,806541		-0.5777464	
<b>Vector de Cointegración Estimado</b>	-5,017626		-1,493885		-1.435635	
<b>Akaike Information Criterion (AIC)</b>	-22412,23		-22253,45		-22674.25	
<b>Bayesian Information Criterion (BIC)</b>	-21948		-22164,78		-22585.58	
<b>Número de Observaciones</b>	1361		1361		1361	
	<b>Régimen Bajo</b>	<b>Régimen Alto</b>	<b>Régimen Bajo</b>	<b>Régimen Alto</b>	<b>Régimen Bajo</b>	<b>Régimen Alto</b>
<b>Porcentaje de Observaciones</b>	89,60%	10,40%	89,70%	10,30%	89.4%	10.6%

Fuente: elaboración propia con los datos de DataStream

**Tabla 18. Test de Hansen y Seo**

	<b>Tasa de cambio y spread</b>	<b>Tasa de cambio y tasa CDS 5 años</b>	<b>Tasa de cambio y tasa CDS 10 años</b>
<b>Número de Bootstrap</b>	10000	10000	10000
<b>Estadístico de Prueba</b>	10,99558	18,44453	16.35097
<b>Fixed Regressor Bootstrap p-valor</b>	0,0559	0,012	0.0434

Fuente: elaboración propia con los datos de DataStream