

La curva de rendimientos como un indicador adelantado de la actividad económica, el caso colombiano: Período 2001-2009

*María Rosa Álvarez Castrillón**

*Andrés Ramírez Hassan***

*Alejandro Rendón Barrera****

Fecha de recepción: 08/11/2010 -

Fecha de aceptación: 13/11/2010.

* Universidad EAFIT. Contacto: malvar11@eafit.edu.co

** Universidad EAFIT. Contacto: aramir21@eafit.edu.co

*** Universidad EAFIT. Contacto: arendonb@eafit.edu.co

Resumen

El presente artículo hace una comparación entre dos maneras de estimar el spread de los rendimientos de los bonos del gobierno colombiano, como son: la metodología de Nelson & Siegel y una metodología basada en el cálculo del spread a través de la Tasa Interna de Retorno de títulos transados en el mercado; para así estudiar si existe una relación significativa entre dicho spread y la probabilidad de que en un periodo de análisis específico la curva de rendimientos sirva como predictor de la actividad económica y, específicamente, si este instrumento está en capacidad de detectar episodios de recesión. Para tal efecto, se construyen varios modelos binomiales bajo enfoques frecuentistas y bayesianos. Los resultados encontrados sugieren que la curva de rendimientos por sí sola no brinda la información suficiente a los hacedores de política para tomar las decisiones que afectarán el comportamiento de la economía futura; ya que el spread esconde expectativas de diferentes tipos, como expectativas de inflación, de política fiscal y/o de gasto público; por lo cual es difícil argumentar qué comportamientos del spread obedecen a cada una de estas expectativas, pues aunque éstas se encuentran relacionadas, dicha relación no es perfecta.

Palabras clave

Spread, Metodología de Nelson & Siegel, Curva de Rendimientos, Recesión, Modelos Binomiales, Expectativas.

Abstract

This article deals with the comparison between two ways to estimate the spread of the Colombian government bonus: first, the Nelson & Siegel methodology and second, the methodology based on the work out performance through the Internal Return Rate issue from titles negotiated in the market. This is the way to analyze if there is a meaningful relation between this spread and the chance during an specific analysis period in which the performance rate of that spread became a way to guess the economical activity, and, particularly if this instrument has the capacity to detect the recession incidents. To do this, we have constructed several binomials models under the frequentists and bayesians approach. The results suggest that the rates of performance on his own, does not give enough information to the people who makes the decisions that will affect the behavior of the economy in the future, because the spread hides different kinds of expectations, as: prospects of inflation, prospects of tax politics and/or public expenses. This is why, is very difficult to know which one of the spread behavior respond to the expectations, because, even if they are related, this relation is not perfect.

Key words

Economic growth, business cycle, economic synchronization.

Clasificación JEL: E37, G10, G14

Introducción

Los indicadores adelantados han sido centro de atención para la literatura económica y financiera e incluso, para los hacedores de política económica. Esto se debe a que permiten anticipar aceleraciones o desaceleraciones del ritmo de crecimiento de la economía, siendo de gran utilidad para hacer predicciones. Según Douglas (1988) la curva de rendimientos es un indicador adelantado que representa en forma gráfica la estructura temporal de la tasa de interés (ETTI) en un momento determinado; es decir, la relación entre los rendimientos de bonos con características similares y los diferentes plazos para su vencimiento.

En la política económica, es fundamental conocer indicadores que sirvan como predictores para futuras circunstancias que se pudiesen presentar en una economía. Uno de estos eventos son las denominadas recesiones o periodos en los cuales el desempleo aumenta y se produce menos de lo que se puede producir realmente con los recursos y la tecnología existente (Dornbusch, R. Fischer, S. y Startz, R., 2001, pp 15). El Consejo Nacional de Investigaciones Económicas de Estados Unidos (NBER, por sus siglas en inglés) indicó que este país entró en recesión en diciembre de 2007, lo cual es confirmado con el descenso del PIB en el cuarto trimestre de 2008. Esta recesión comienza con una crisis localizada en el mercado hipotecario de alto riesgo, pero dada la gran interconexión que existe hoy en el contexto mundial, han sido otros los mercados que también se han visto afectados, como es el caso de los mercados financieros. Aunque se esperaba que los países en vía de desarrollo, entre ellos Colombia, no se vieran fuertemente afectados por la crisis de Estados Unidos, ésta sí repercutió sobre la actividad real de las economías emergentes, que en conjunto mostraron una contracción de 4% en el primer trimestre frente al mismo período de 2008 (Banco de la República, 2009).

Diferentes autores han realizado estudios relacionados con la curva de rendimientos; entre ellos se encuentra Pereda (2009) quien estima dos modelos para este indicador en soles para el Perú, el modelo de Nelson & Siegel (1987) y el modelo de Svensson (1994) y concluye que el uso de las curvas de rendimiento cupón cero estimadas, son una fuente de información para los bancos centrales sobre las expectativas del mercado para la evolución futura de la tasa interbancaria. Por el contrario, Durán, R., Kikut, A. y Muñoz, E. (1996) encontraron que para el caso de Costa Rica los resultados empíricos no mostraron evidencia estadísticamente significativa de una correlación entre la tasa de crecimiento de la actividad económica y la pendiente de la curva de rendimientos. Para el caso Colombiano, Arango, Melo y Vásquez (2002) presentaron una estimación

de la estructura a plazo de las tasas de interés utilizando el método de Nelson y Siegel (1987) y encontraron que de acuerdo con la evolución de la curva de la Tasa Forward, algunas interpretaciones preliminares sugieren una disminución en las expectativas de inflación a lo largo de 2001. Además, Arango, Flórez y Arosemena (2004) encontraron que sí existe relación entre la curva de rendimientos y la actividad económica en tanto observaron que un aumento en el spread de tasas de interés reduce la probabilidad de tener momentos difíciles más adelante en la economía.

Se considera entonces importante hacer un estudio de la curva de rendimientos para el caso colombiano, específicamente durante los años antes de la última crisis mundial para determinar si el comportamiento de las tasas de interés reflejó la probabilidad de que se iba a presentar un decrecimiento. Pues, de ser así, este indicador sería un instrumento útil por la capacidad del spread de tasas de interés para predecir cambios futuros en la tasa de inflación y el producto. De esta manera, la curva de rendimientos puede utilizarse para propósitos de política monetaria cumpliendo las condiciones de estabilidad, pronóstico y control (Catalán, H., Galindo, L.M., 2005, pp. 68).

Así, lo que se busca con este trabajo es determinar e identificar, en un periodo de análisis específico, si la ETTI es un predictor de la actividad económica y, específicamente, si este instrumento está en capacidad de detectar episodios de recesión. Para este fin se ha dividido el trabajo en cuatro secciones: en la primera sección se establece el marco teórico de referencia. En la segunda, se enseña la metodología utilizada para calcular las tasas spot con las cuales se construye la curva de rendimientos para cada periodo y una breve explicación de los modelos binarios frecuentistas y bayesianos. En la siguiente sección se muestran los resultados obtenidos y finalmente se enuncian las conclusiones.

1. Marco teórico

La curva de rendimientos es una representación gráfica que muestra la relación que existe entre los rendimientos de una clase particular de títulos valores y el tiempo que falta para su vencimiento, lo cual es conocido como la estructura temporal de la tasa de interés (ETTI) para instrumentos con riesgo similar pero con diferentes plazos de maduración. La ETTI es un indicador de la evolución futura de los tipos de interés y de inflación, además, la mayoría de los activos financieros se valoran mediante este indicador, por lo cual también se considera básico en el diseño de estrategias de gestión de riesgos y en la toma de decisiones de inversión y financiación (Fernández J.L., Robles M.D., 2005, p. 243). Existen cuatro formas que puede adoptar una curva de rendimientos:

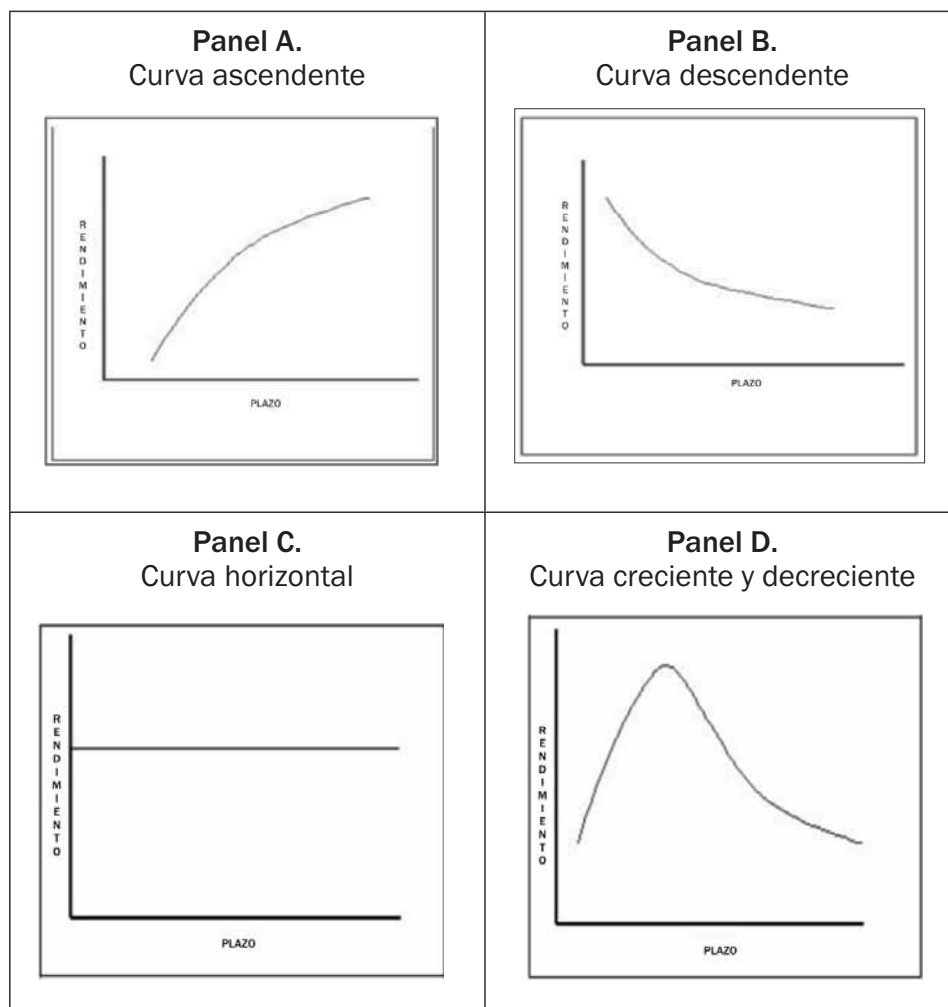
La curva de rendimientos como un indicador adelantado de la actividad económica...

MARÍA ROSA ÁLVAREZ CASTRILLÓN

ANDRÉS RAMÍREZ HASSAN

ALEJANDRO RENDÓN BARRERA

Tabla 1
Formas de la curva de rendimientos



Fuente: Durán, R., Kikut, A., y Muñoz, E. 1996, pp.7

En el Panel A se observa la **curva ascendente**, generalmente, la curva de rendimientos tiene esta forma, lo que indica que los inversionistas requieren mayores rendimientos para vencimientos de más largo plazo, es decir, que los rendimientos varían directamente con los plazos. En el Panel B, se observa la **curva descendente**, la cual indica que los rendimientos disminuyen a medida que aumentan los plazos. En el Panel C se encuentra la **curva horizontal** que indica que independientemente del plazo de vencimiento, los rendimientos son los mismos; para períodos muy largos, todas las curvas de rendimientos tienden a aplanarse. Y por último, en el Panel D está la **curva creciente y luego decreciente**, la cual es reflejo de una situación en la que los

rendimientos de corto y largo plazo son los mismos y los rendimientos de mediano plazo son los que varían.

Es de esperar que una pendiente negativa de la curva de rendimientos o curva invertida (tasas de largo plazo menores a las de corto plazo) indique expectativas de una recesión futura y, por lo tanto, menores tasas de interés futuras; esto se puede explicar ya que los rendimientos esperados contienen información sobre los planes de consumo de los agentes. Además si un gobierno busca el control de la inflación, como es el caso de Colombia, o la estabilización del producto, las pendientes negativas de la ETTI precederán a caídas en la actividad.

Entre las teorías que explican la pendiente de la curva de rendimientos, se encuentran:

- **La teoría de la preferencia por la liquidez** consiste en que los inversionistas prefieren manejar títulos a corto plazo, pues éstos tienen una sensibilidad menor a los cambios en las tasas de interés y ofrecen una mayor flexibilidad en las inversiones si se compara con los títulos de largo plazo. Además, los prestatarios prefieren deuda a largo plazo, pues la de corto plazo los expone al riesgo de hacer una refinanciación de la deuda en condiciones adversas. Ambas situaciones, generan entonces, tasas de corto plazo relativamente bajas. En su conjunto, estos dos grupos de preferencias implican que en condiciones normales existe una Prima de Riesgo por Vencimiento (PRV) que aumenta en función de los años de vencimiento, haciendo que la curva de rendimientos posea una pendiente ascendente (Douglas, 1988 pp 367-370).
- **La teoría de la segmentación del mercado** considera el mercado de renta fija como una serie de distintos mercados, los inversionistas y los emisores están restringidos por el sector específico de maduración. De acuerdo con esta teoría, la curva de rendimientos refleja una serie de condiciones de oferta y demanda que crean una secuencia de precios de equilibrio de mercado (tasas de interés) de los fondos (Douglas, 1988, pp. 368-369).
- **La teoría del Hábitat Preferido** plantea que los inversionistas intentarán liquidar sus inversiones en el menor plazo posible mientras que los prestamistas querrán tomar un plazo más largo; por lo tanto, dado que no se encuentran oferta y demanda de fondos para un mismo plazo, algunos inversionistas o prestatarios se verán motivados a cambiar el plazo de la inversión o el financiamiento pero, para lograrlo, deben ser compensados con un premio por el riesgo cuyo tamaño reflejará la extensión de la aversión al riesgo.

- **La Hipótesis de las Expectativas -HE-** plantea que las tasas de interés de largo plazo deben reflejar por completo la información revelada por las futuras tasas de interés de corto plazo esperadas (Yung-Shi Liau, Jack J. W. Yang, 2009, p. 180), o sea que los tipos de largo plazo no son más que una suma ponderada de los tipos de corto plazo esperados (Fernández J.L., Robles M.D., 2005, p. 244). Así, se puede afirmar entonces que la HE es una teoría que plantea que las tasas de interés exclusivamente representan las tasas previstas en el futuro.

Maximización de la utilidad (Lomelí, H. y Rumbos, B. 2003)

Como se mencionó anteriormente, existen dos fuerzas principales que determinan la forma de la curva de rendimientos, tal es el caso de las expectativas y la prima de riesgo. Para evaluar esto se considera el siguiente modelo de optimización de un agente representativo que desea maximizar el Valor Presente Esperado (VPE) de su corriente futura de utilidad sujeto a su restricción de presupuesto inter temporal. Formalmente el problema de optimización dinámico estocástico es el siguiente:

$$\text{Máx}_{\{c_t\}_{t=0}^{\infty}} E_0 \left(\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(c_t) \right) \quad (1)$$

Sujeto a:

$$a_{t+1} = R_t (a_t + y_t - c_t) \quad (2)$$

$\{R_t\}, \{y_t\}, a_0$ dados.

Aquí, u representa una función de utilidad con las propiedades usuales y $\beta \in (0,1)$ es el parámetro de preferencia inter temporal.

Además:

a_{t+1} : Activo con factor de rendimiento $R_t = (1+r_t)$

y_t : Fuente de ingreso exógena, que se materializa al inicio de cada periodo.

Entonces, $(a_t + y_t - c_t)$ es el ahorro en el período t .

La ecuación de Bellman es una relación recursiva fundamental que traduce matemáticamente el principio Básico de la Programación Dinámica llamado el principio de Optimidad de Bellman (1957) y que expresada en tiempo corriente, está dada por:

$$V(a_t) = \text{Max}_{c_t} \{ u(c_t) + \beta E_t (V(a_{t+1})) \} \quad (3)$$

$$a_{t+1} = R_t (a_t + y_t + c_t) \quad (4)$$

$\{R_t\}, \{y_t\}, a_t$, dados

Condiciones de Primer Orden:

$$u'(c_t) - \beta E_t (V'(a_{t+1}) R_t) = 0 \quad (5)$$

$$V'(a_t) = \beta E_t (V'(a_{t+1}) R_t) \quad (6)$$

Combinando estas dos últimas ecuaciones, se obtiene la ecuación de Euler:

$$u'(c_t) = \beta R_t E_t (u'(c_{t+1})) \quad (7)$$

$$1 = \beta R_t E_t \left(\frac{u'(c_{t+1})}{u'(c_t)} \right) \quad (8)$$

Donde:

E_t : Operador de expectativas condicionado al conjunto de información disponible en el periodo t .

$U'(c_t)$: Utilidad marginal del consumo del período t .

De acuerdo con la ecuación (8), se observa que las decisiones de los agentes varían hasta que los costos marginales de sacrificios en el consumo en el período t igualan al VPE de las ganancias marginales en el período $t+1$.

Si se supone que el agente tiene acceso a bonos con vencimiento en uno y dos períodos, las ecuaciones de Euler asociadas serán:

$$1 = \beta R_{1t} E_t \left(\frac{u'(c_{t+1})}{u'(c_t)} \right) \Rightarrow R_{1t}^{-1} = \beta E_t \left(\frac{u'(c_{t+1})}{u'(c_t)} \right) \quad (9)$$

$$1 = \beta^2 R_{2t} E_t \left(\frac{u'(c_{t+2})}{u'(c_t)} \right) \Rightarrow R_{2t}^{-1} = \beta^2 E_t \left(\frac{u'(c_{t+2})}{u'(c_t)} \right) \quad (10)$$

$$\text{Siendo } p = \frac{tp}{(1+r)^t} \quad (11)$$

Donde:

p : Precio de mercado de un bono cero cupón

tp : Pago total al vencimiento

r : Tasa Spot; es decir, tasas que están vigentes hoy para operaciones que se inician ahora mismo.

Según esta definición de la tasa spot (11), suponiendo que $tp=1$ y utilizando la notación

$R_{1t}^{-1} = \frac{1}{(1+r_{1t})}$ y $R_{2t}^{-1} = \frac{1}{(1+r_{2t})^2}$, se obtiene que:

$$p_{1t} = \beta E_t \left(\frac{u'(c_{t+1})}{u'(c_t)} \right) \quad (12)$$

$$p_{2t} = \beta^2 E_t \left(\frac{u'(c_{t+2})}{u'(c_t)} \right) \quad (13)$$

Iterando,

$$p_{2t} = E_t \left[\beta \frac{u'(c_{t+2})}{u'(c_{t+1})} \beta \frac{u'(c_{t+1})}{u'(c_t)} \right]$$

$$p_{2t} = E_t \left[E_{t+1} \left(\beta \frac{u'(c_{t+2})}{u'(c_{t+1})} \beta \frac{u'(c_{t+1})}{u'(c_t)} \right) \right]$$

$$p_{2t} = E_t \left[\beta \frac{u'(c_{t+1})}{u'(c_t)} \beta E_{t+1} \frac{u'(c_{t+2})}{u'(c_{t+1})} \right]$$

$$p_{2t} = E_t \left[\beta \frac{u'(c_{t+1})}{u'(c_t)} p_{1t+1} \right] \quad (14)$$

Si se utiliza la definición de covarianza, se obtiene una versión generalizada de la teoría de expectativas de la ETTI:

$$p_{2t} = E_t \left[\beta \frac{u'(c_{t+1})}{u'(c_t)} \right] E_t [p_{1t+1}] + \text{cov}_t \left[\beta \left(\frac{u'(c_{t+1})}{u'(c_t)} \right), p_{1t+1} \right]$$

$$p_{2t} = p_{1t} E_t [p_{1t+1}] + \text{cov}_t \left[\beta \left(\frac{u'(c_{t+1})}{u'(c_t)} \right), p_{1t+1} \right] \quad (15)$$

El primer término del resultado de la ecuación (15) es el término de expectativas y el segundo corresponde a la preferencia por liquidez, o prima de riesgo, la cual puede ser entendida como el exceso de retorno que corresponde a un período de un bono de largo plazo con respecto al retorno que corresponde al período de un bono de corto plazo. Dicha expresión significa que cuando hay una covarianza positiva entre el aumento del consumo y los precios de los bonos de corto plazo,

los bonos de largo plazo generarán una prima de riesgo positiva (Arango, Melo y Vasquez, 2002). Una $\text{Cov}\left(\beta\left(\frac{u'(c_{t+1})}{u'(c_t)}\right), p_{1t+1}\right) > 0$ se justifica por el hecho de que si el consumo está en aumento, entonces $u'(c_{t+1}) < u'(c_t)$ (concavidad función de utilidad o ley de utilidad marginal decreciente), lo cual implica que $\left(\frac{u'(c_{t+1})}{u'(c_t)}\right)$ está disminuyendo pero un ambiente macroeconómico al alza genera presiones que se traducen en aumentos de la tasa de interés, lo cual entraña reducciones en el precio de los bonos. Este modelo se justifica porque la ETTI esconde expectativas, por lo cual es pertinente hacer mayor énfasis en la hipótesis de las expectativas.

2. Metodología

Para realizar lo planteado en este artículo, se construyeron varios modelos binomiales bajo enfoques frecuentistas y bayesianos. La especificación de estos modelos toma como regresando una variable dependiente dicotómica, la cual asume el valor de uno si en el periodo en consideración la economía colombiana se encontraba en recesión¹ y cero en caso contrario. Como regresor se toma el diferencial (contemporáneo o rezagado) entre bonos del gobierno colombiano (TES) con vencimiento a 10 años y 3 meses.

Dado que las series del PIB tienen frecuencia trimestral, como punto de referencia para el cálculo del spread se tomará el último jueves de cada trimestre, ya que es en este día donde se registran los mayores volúmenes de negociación de los títulos y como lo afirma Ramírez (2007), no es conveniente escoger días de subasta, es decir, el inicio o el fin de semana, por consideraciones teóricas y funcionales del mercado; pues de ser así, se presentaría información que distorsiona los resultados, y puesto que para todos los días no se presentan necesariamente bonos con los plazos de maduración estipulados, será necesario estimar la ETTI y a partir de ésta calcular el spread pertinente. Los datos para realizar estas estimaciones se obtuvieron por medio del sistema SEN del Banco de la República, en el cual se registran las operaciones realizadas en el mercado por montos superiores a 500 millones de pesos, sin incluir las operaciones REPO.

Pereda (2009) explica que existen diferentes modelos para estimar la curva de rendimientos, estos se clasifican en modelos paramétricos y modelos no paramétricos. Los modelos paramétricos permiten construir la curva de tasas de interés spot a partir de la estimación de un conjunto de parámetros que permiten replicar la forma funcional

1 Recesión: la NBER la define como el momento en el que haya transcurrido dos trimestres anualizados consecutivos de crecimiento negativo.

de la curva de rendimientos a partir de una muestra de rendimientos; el más usado es el de Nelson & Siegel (1987) donde se propone, para la estimación de la ETTI para n bonos con distintos horizontes de maduración, rendimientos y tasas cupón, dar solución a una ecuación diferencial de segundo orden con raíces reales iguales, así:

$$r(m) = \beta_0 + \beta_1 * \exp\left(-\frac{m}{\tau}\right) + \beta_2 * \exp\left(-\frac{m}{\tau}\right) \quad (16)$$

Donde: $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \tau$ son parámetros, entre los cuales τ corresponde a una constante positiva de tiempo asociada con la ecuación. Cada uno de estos parámetros juega un determinado papel en el comportamiento de la curva: β_0 corresponde al componente de largo plazo sobre el rendimiento al momento del vencimiento y determina el nivel de la estructura. β_1 corresponde al diferencial entre el rendimiento de largo plazo y el rendimiento de corto plazo y se encuentra estrechamente relacionado con la pendiente de la curva. β_2 corresponde al componente de mediano plazo y se relaciona con la forma de la curva. τ indica la velocidad de decaimiento de los componentes de corto y mediano plazo.

La ecuación 16 genera entonces, una familia de curvas forward que pueden tomar forma monótona, jorobada o de S, dependiendo de los valores de β_1 y β_2 , y tienden a β_0 en forma asintótica. Bajo la forma funcional de Nelson y Siegel (1987), las tasas spot y a plazo se aproximan a una constante tanto en el corto como en el largo plazo:

$$\lim_{m \rightarrow 0} r(m) = \lim_{m \rightarrow 0} R(m) = \beta_0 + \beta_1 \quad (17)$$

$$\lim_{m \rightarrow \infty} r(m) = \lim_{m \rightarrow \infty} R(m) = \beta_0 \quad (18)$$

El rendimiento de madurez de un bono denotado por $R(m)$ es el promedio de las tasas forward:

$$R(m) = \frac{1}{m} \int_0^m r(x) dx \quad (19)$$

Desarrollando esta integral, se obtiene la tasa spot:

$$R(m) = \beta_0 + (\beta_1 + \beta_2) \left[\frac{1 - \exp\left(-\frac{m}{\tau}\right)}{\frac{m}{\tau}} \right] - \beta_2 * \exp\left(-\frac{m}{\tau}\right) \quad (20)$$

En este sentido, para este trabajo se estimó la curva de rendimientos en los 36 trimestres que corresponden al periodo evaluado. Para cada una de éstas, se determinaron como parámetros iniciales aquellos que cumplían con las condiciones anteriormente

planteadas con base en el comportamiento del mercado, para lo cual se calculó la Tasa Interna de Retorno (TIR) del bono que tuviera una fecha de vencimiento más cercana al corto plazo (3 meses) y del bono que tuviera una fecha de vencimiento más cercana al largo plazo (10 años). Además, se calculó el spread con esta información para cada trimestre y con los datos obtenidos de la metodología de Nelson & Siegel (1987) y así corroborar que ambos diferenciales seguían el mismo comportamiento.

Una vez calculada la tasa spot se grafica la curva de rendimientos y se estima la probabilidad de que la economía entre en recesión dados los spread estimados, tanto los spreads observados como los de la metodología anteriormente explicada. Esto se realizará a partir de modelos binomiales: frecuentistas y bayesianos. Los modelos binomiales son aquellos en los que la variable dependiente toma valores de cero o uno. Los modelos binomiales frecuentistas son el Probit, el Logit y el Cloglog (valor extremo); los cuales, según Cameron, C. y Trivedi, P. (2005), son aquellos que tienen dos posibles resultados y se estiman por máxima verosimilitud porque la distribución de los datos es necesariamente definida por un proceso Bernoulli. De estos tres modelos, se elige el modelo Probit por facilidades del ejercicio, el cual posteriormente es estimado a través de un enfoque bayesiano. Bajo la perspectiva bayesiana, el objetivo es caracterizar la función de densidad a posteriori, la cual representa el comportamiento de los parámetros del modelo que pueden ser deducidos de los datos disponibles a través de la función de verosimilitud y de la función de densidad a priori. Para esto es necesario tratar la distribución de probabilidad a posteriori, mediante el uso de técnicas de simulación MCMC (Markov Chain Monte Carlo), específicamente se utilizó el algoritmo de Gibbs, que consiste en generar observaciones aleatorias de cada una de las distribuciones condicionadas de modo iterativo, reemplazando sucesivamente cada elemento del conjunto condicionante por la última muestra aleatoria generada (Navarro, 2003). Para el presente ejercicio la distribución a priori es normal con media y matriz de covarianzas obtenidas en el modelo Probit Frecuentista.

3. Resultados

Dado el objetivo de determinar si existe una relación entre el spread de los rendimientos de largo y corto plazo del gobierno colombiano y la probabilidad de ocurrencia de crisis en el periodo de estudio, se realizó el ejercicio con varios rezagos para determinar con cuánta antelación los colombianos se anticipan a las crisis cambiando su comportamiento frente a las tasas de interés de largo y corto plazo. Además, se hizo una comparación de los resultados que arrojaron los modelos bajo la metodología de Nelson y Siegel con los resultados obtenidos de los datos observados (Anexos – Cuadro 1, 2, 3, 4 y 5).

La curva de rendimientos como un indicador adelantado de la actividad económica...

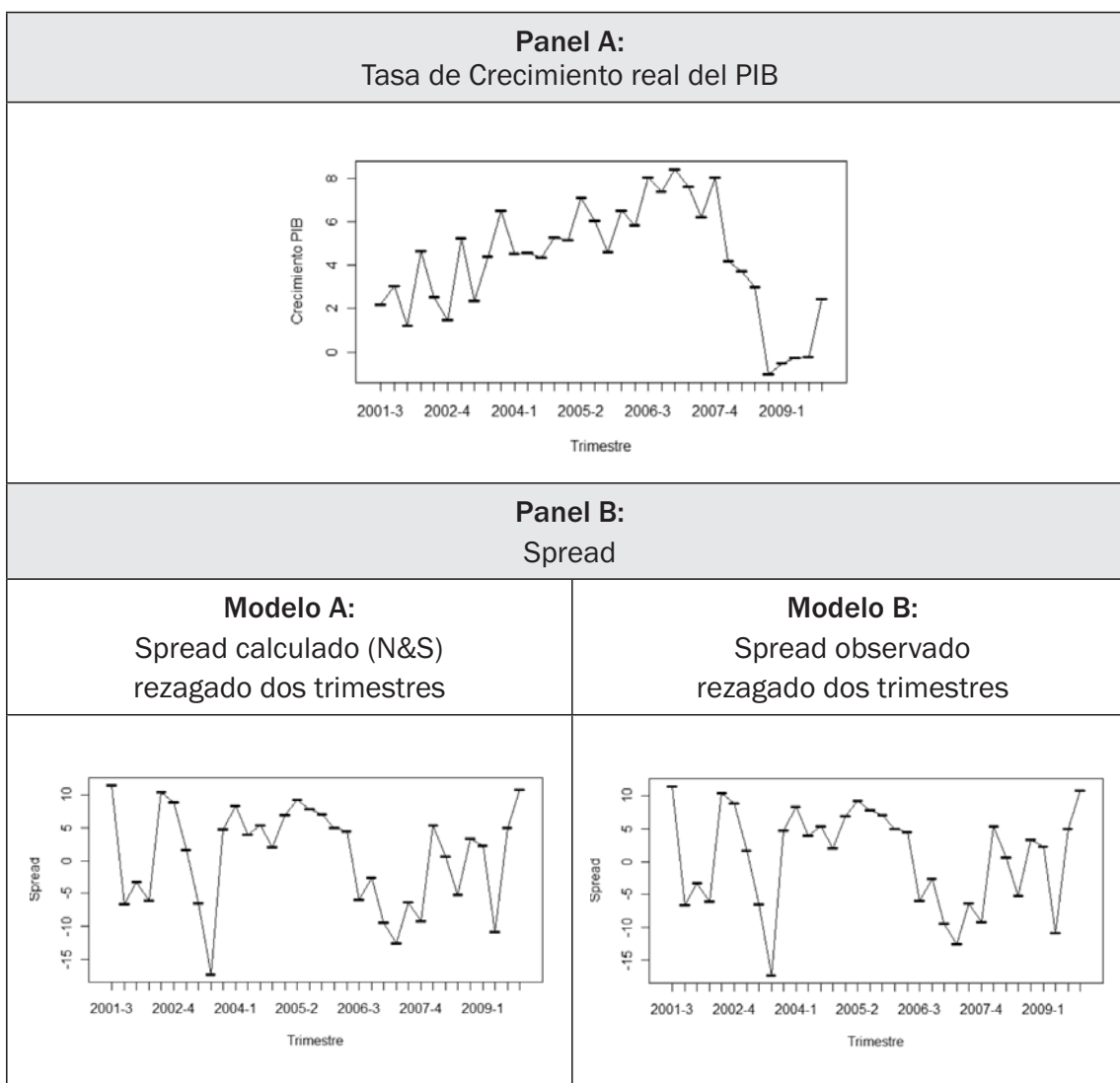
MARÍA ROSA ÁLVAREZ CASTRILLÓN

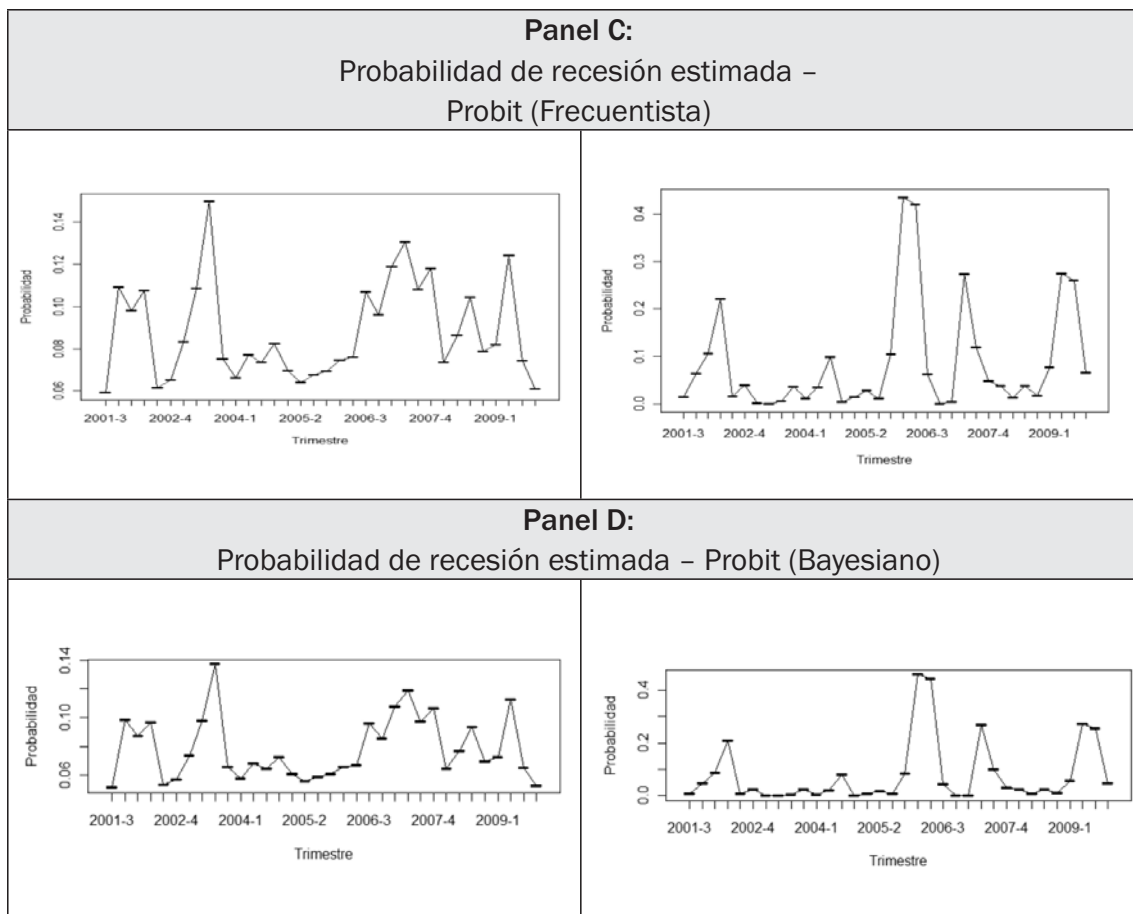
ANDRÉS RAMÍREZ HASSAN

ALEJANDRO RENDÓN BARRERA

De los modelos frecuentistas estimados, se eligió el modelo Probit para fines del ejercicio del presente artículo, aunque es conveniente aclarar que todos presentaron características similares. Además, se eligió el modelo donde la variable independiente es el rezago de orden dos del spread observado en el mercado, pues los resultados arrojados por la metodología de Nelson & Siegel (1987) presentaron dificultades tanto en el comportamiento de los spread como en las probabilidades, pues son más pequeñas como se puede observar en la Tabla 2. Una vez elegido el modelo Probit del análisis frecuentista, se utilizó éste para estimar la probabilidad por medio del enfoque bayesiano (Tabla 2 - Panel D).

Tabla 2
Resultados obtenidos





Fuente: Cálculos propios obtenidos del programa R Gui- Datos Banco de la República – SEN

El modelo Probit Bayesiano tiene un buen comportamiento, el cual se puede observar en la estacionariedad de sus parámetros ya que los β son constantes en media y varianza para las diferentes iteraciones, como se puede comprobar con el Test de Half-Width, bajo el cual se acepta la hipótesis nula de que los valores de las muestras provienen de una distribución estacionaria (Anexos – Cuadro 6 y 7). La función de densidad a posteriori describe la densidad de la probabilidad en cada punto del espacio, de tal manera que la probabilidad de que la variable tome un valor dentro de un determinado conjunto sea la integral de la función de densidad sobre dicho conjunto. Con la Tabla 3 se muestran las distribuciones a posteriori de la estimación bayesiana, allí se deduce que hay una mayor probabilidad de que la media del coeficiente del spread tienda a -0.3 (Tabla 3).

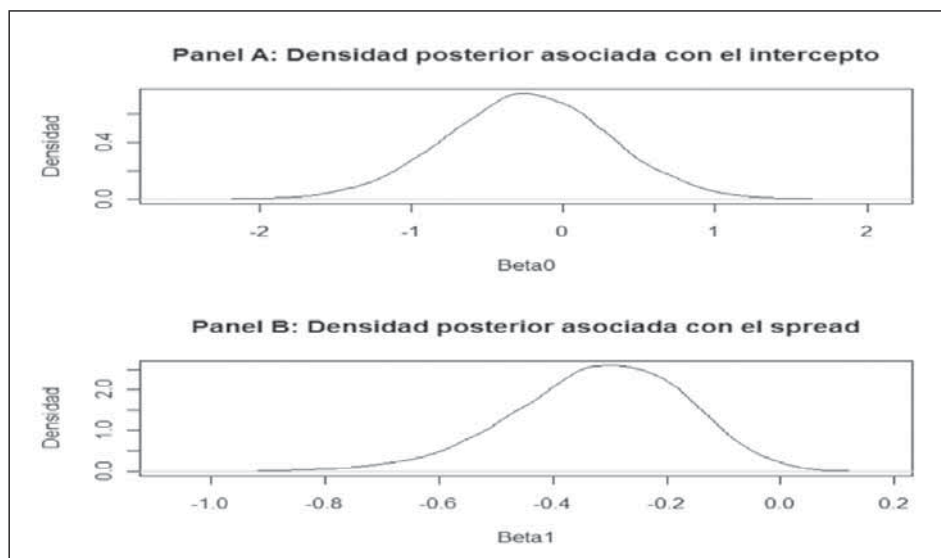
La curva de rendimientos como un indicador adelantado de la actividad económica...

MARÍA ROSA ÁLVAREZ CASTRILLÓN

ANDRÉS RAMÍREZ HASSAN

ALEJANDRO RENDÓN BARRERA

Tabla 3
Función de Densidad - Modelo Probit Bayesiano



Fuente: Cálculos propios obtenidos del programa R Gui- Datos Banco de la República - SEN

Como se observa en el Panel C y D de la Tabla 2, las probabilidades calculadas bajo los dos enfoques tienen un comportamiento similar, por lo cual se analizan los resultados arrojados por el modelo Probit Frecuentista que se encuentran en la Tabla 4. Bajo un nivel de significancia del 10%, el spread es estadísticamente significativo (6.38%), reflejando así que los cambios en éste tienen efectos sobre la probabilidad obtenida (Tabla 4 - Panel A). Además, frente a un aumento del 1% en el spread se reduce la probabilidad de recesión en 3.6% dentro de dos trimestres (Tabla 4 - Panel B). Estos dos resultados son coherentes con lo que se esperaba del modelo.

Tabla 4
Modelo dos rezagos Probit

Panel A: Coeficientes					Panel B: Efectos marginales promedio	
Coefficients	Estimate	Std. Error	Z value	Pr(> z)	(Intercept)	Spread
(Intercept)	-0.2831	0.5806	-0488	0.6258	-0.03730516	-0.03610975
Spread	-0.2740	0.1478	-1.854	0.0638		

Fuente: Cálculos propios obtenidos del programa R Gui- Datos Banco de la República - SEN

Como se puede observar en la Tabla 2 en el Panel B, en los períodos que corresponden al último trimestre de 2001 y principios de 2002 el spread tiene una caída vertiginosa, lo cual lo desvía de la media, lo mismo sucede a finales de 2005, en el primer semestre de 2006 y principios de 2009. Para entender este comportamiento, es necesario tener en cuenta lo sucedido en la economía colombiana en aquel período: en primera instancia, estas fuertes caídas del spread se pueden relacionar con los cambios de gobierno en el País (2002 y 2006), dada la incertidumbre que estas transiciones generan, los agentes económicos preferirán demandar bonos de corto plazo para así tener una mayor liquidez y minimizar la variabilidad de su valoración; lo cual va a generar un exceso de demanda de bonos de corto plazo y un exceso de oferta en los bonos de largo plazo, aplanando la pendiente de la curva de rendimientos e incluso invirtiéndola.

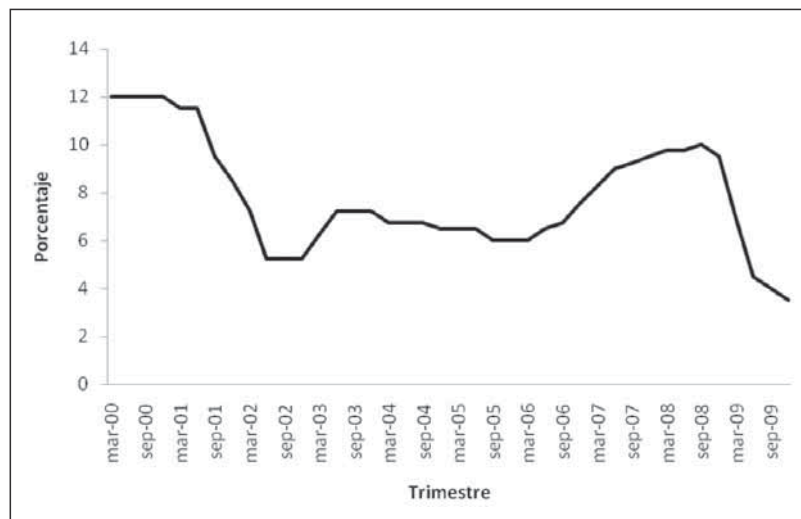
Clavijo (2001) afirma que además de esta incertidumbre política, hay que tener en cuenta factores como que en febrero del 2001, S&P decidió mantener en negativo las perspectivas de corto plazo para Colombia, lo que obedecía a la incertidumbre que rodeaba el proceso de paz iniciado en 1998 y a las bajas probabilidades de superar crecimientos sostenidos superiores al 4% real; esto también hace que los agentes prevean una reducción en las tasas de interés de corto plazo. Como lo plantean Arango y Arosemena (2002), esta reducción esperada en las tasas de interés podría ser consecuencia de expectativas de una política monetaria dirigida a incentivar la actividad económica o podría reflejar también la caída esperada en las tasas de retorno real de sus inversiones. Si además de esto, los agentes también esperan una menor inflación al esperar un menor crecimiento, las tasas de interés serán menores. En este caso, las tasas de interés de largo plazo caerán ante las menores tasas de interés de corto plazo, pues como se plantea en la teoría pura de las expectativas, la tasa de interés de largo plazo es el promedio aritmético de las tasas de corto plazo vigentes y esperadas. Por lo tanto, dada la situación que se vivía en el País en ese entonces, el Banco requirió suministrar liquidez con las Operaciones de Mercado Abierto (OMA); así, compró títulos de deuda pública en el mercado interbancario, comprando los TES a un precio mayor con una tasa de interés menor.

Como se mencionó, el periodo en el cual se observa la más fuerte caída del spread es a finales del 2005, durante el mes de noviembre de este año las tasas de negociación de los títulos de deuda pública interna presentaron un comportamiento a la baja frente al mes anterior. Factores como la amplia disponibilidad de liquidez brindada por el Banco de la República, tal como sucedió en el año 2001, al bajar las tasas de intervención (Gráfico 1). A finales de 2005, la confianza que se generó por el fallo favorable de la Corte Constitucional a la Ley de Garantías y ya que el déficit fiscal del sector público

consolidado en el 2005 fuera cero, contribuyeron a impulsar las tasas de negociación a la baja. Según la teoría de la curva de rendimientos, como plantea Mejía (2003), un menor déficit fiscal produce un exceso de fondos para la inversión privada, lo que se manifiesta en un desbalance entre la oferta y la demanda de recursos que, a su vez, induce a la baja a las tasas de interés de largo plazo; sin embargo, como los agentes anticipan una caída en los niveles de deuda pública, las tasas de interés futuras de corto plazo deberán ser menores, lo cual, por la hipótesis pura de expectativas, hace que la tasa de interés de largo plazo sea mucho menor.

Gráfico 1

Tasa de intervención del Banco de la República



Fuente: Banco de la República - Unidad de investigaciones económicas

Para el principio de 2006, la curva de rendimientos de los Títulos de Deuda Pública continuó un aplanamiento, debido a los incrementos en la tasa de referencia por parte del Emisor, durante lo corrido del 2006 se observó un aumento en las tasas de corto y mediano plazo de los TES, mientras que las tasas de largo plazo respondieron a la baja por expectativas de un decrecimiento de la economía colombiana, debido a que dichos incrementos en la tasa de referencia hacen pensar a los agentes en que los hacedores de política pretenden frenar los niveles de crecimiento y evitar un recalentamiento en la economía y así, por la teoría del ciclo económico, se llegaría a la fase de decrecimiento. No obstante, más adelante, se comenzó a recuperar la tendencia del comportamiento de los spreads que se venía registrando en años anteriores, hecho que reafirma el aumento de la confianza en cuanto a la evolución de los fundamentales de la economía colombiana.

Es importante mencionar que factores como la revaluación de la tasa de cambio y los mayores ingresos tributarios derivados del dinamismo económico mejoraron la situación fiscal del País frente al año pasado, lo que favoreció la percepción de los inversionistas extranjeros y por lo mismo la demanda por bonos de deuda nacional. Todos estos, son hechos que permitieron que el spread volviera a retomar el comportamiento de periodos anteriores, aunque no en el mismo nivel.

Como se planteó al inicio de este trabajo, al principio de 2008 la economía mundial se caracterizó por una recesión originada en el mercado bursátil de Estados Unidos, lo cual repercutió en Colombia como bien se observa en el Panel A de la Tabla 2. Era de esperar entonces que el modelo planteado percibiera dichos movimientos en los fundamentales de la economía colombiana, por la hipótesis de que la curva de rendimientos se constituye en un indicador central de los mecanismos de transmisión monetaria y, por lo tanto, tiene la capacidad de mostrar las expectativas de la inflación, las tasas de interés, el producto y el déficit fiscal de la economía. Pese a que el modelo exhibió una probabilidad del 30% de la presencia de recesión económica, dicha probabilidad es baja y peor aún, menor si se compara con la que se estimó en periodos pasados, como consecuencia de un menor spread evidenciado históricamente.

Una posible explicación a este hecho, es decir a que los agentes no previeran una crisis, se encuentran que durante ese periodo se esperaba que, como lo afirmó José Darío Uribe, Gerente del Banco de la República (2008), la reducción en el crecimiento colombiano no fuera tan grande como en otros países más abiertos al comercio internacional, lo cual generaba un ambiente de confianza en los agentes. Además de lo anterior, los precios de los productos primarios subieron en los mercados mundiales durante los últimos seis meses anteriores a la crisis, lo cual es importante dado que las exportaciones colombianas siguen concentrándose mucho en materias primas tales como las exportaciones de petróleo y sus derivados, el carbón, café y ferroníquel y ellas representan alrededor de 10% del PIB. Como es natural, si los precios internacionales suben, los ingresos en dólares de estos exportadores aumentarán.

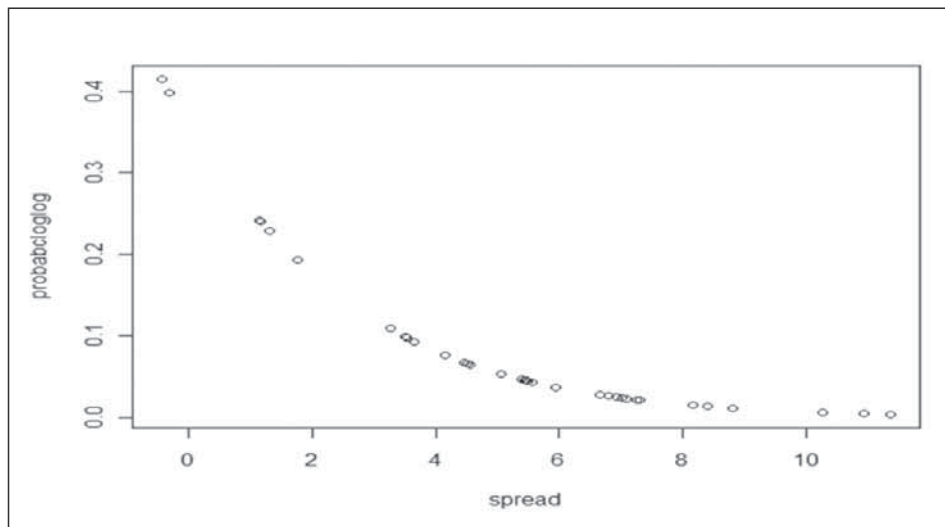
Además de estas situaciones, en el momento hubo otras razones para ser relativamente optimistas en tanto era importante considerar que los flujos de ingreso de capital a Colombia adoptaron la forma de inversión extranjera directa (IED), la cual, por su naturaleza, se hace con plazos mayores; de manera que se esperaba que para el 2009 todavía se recibirían fondos para proyectos importantes. En segundo lugar, y en este

mismo sentido, la posición externa de Colombia valorada con criterios como el déficit de la cuenta corriente o el nivel de reservas internacionales, estaba más sólida para entrar en una crisis que en episodios anteriores, lo cual no generaba gran vulnerabilidad en el mercado.

4. Conclusiones

Según los resultados obtenidos mediante el uso del software libre R Gui, se puede concluir que la probabilidad de ocurrencia de una recesión tiene un poco nivel de asociación frente al comportamiento del spread de los rendimientos de los bonos del gobierno de largo y corto plazo, como se observa en el Gráfico 2. Cuando el rendimiento de los bonos de corto plazo es mayor que el rendimiento de los bonos de largo plazo, los agentes están reflejando una aversión al riesgo dadas las expectativas de recesión en los periodos venideros, lo cual generará una caída en el spread y sería de esperar que la probabilidad de crisis sea mayor. Para el caso planteado, dicha probabilidad no fue elevada, lo cual se puede asociar con el optimismo que se vivía en la economía colombiana en ese entonces.

Gráfico 2
Relación Probabilidad - Spread



Fuente: Cálculos propios obtenidos del programa R Gui- Datos Banco de la República - SEN

Se puede determinar entonces que aunque la estructura a plazos de interés, es un indicador adelantado de la economía colombiana para el periodo de estudio, no puede

ser utilizado con una confiabilidad absoluta ya que no tiene la capacidad de reflejar en su totalidad lo que va a suceder en periodos futuros, pues en el periodo de estudio se observa una fuerte caída del PIB desde el último trimestre de 2007, lo que haría esperar una alta probabilidad de recesión que no se obtuvo, aunque dicha probabilidad sí aumentó; por lo tanto, se puede afirmar que este es un instrumento útil y sencillo de política monetaria para determinar la probabilidad de que ocurra una recesión, pero no es eficiente al no tener dicha capacidad de predicción con alta confiabilidad.

Todos estos resultados obtenidos, coinciden con los encontrados por Arango, González, León y Melo (2006), quienes plantean un ejercicio diferente, pero concluyen, como se muestra en el presente trabajo, que los hacedores de política no se pueden basar únicamente en los pronósticos encontrados para determinar el nivel de tasas de interés que más convenga a la economía para enfrentar las crisis venideras, porque existen razones que desvían dicha hipótesis, como el hecho de que es posible que el Banco de la República no haya sido lo suficientemente transparente y coherente para generar una credibilidad que le permita lograr reacciones en el mercado; estos autores plantean que también es posible que no se esté cumpliendo la hipótesis de las expectativas. Sin embargo, si este fuera el caso, se puede deber a las mismas acciones poco creíbles promovidas por la autoridad monetaria y por esto plantean que puede existir un canal distinto al de las expectativas. Así entonces, se considera que la curva de rendimientos puede ser considerado como un indicador de adelanto en la economía colombiana, pero que por sí solo no brinda la información suficiente a los hacedores de política para tomar las decisiones que afectarán el comportamiento de la economía.

Los resultados de esta investigación pueden obedecer a varios factores; el primero de ellos es que los agentes no preveían una recesión económica del año 2009, el segundo un fallo de la Hipótesis de Expectativa de la ETTI y finalmente, el tercero es que el spread esconde expectativas de diferentes tipos, como expectativas asociadas a recesiones económicas, inflación, política fiscal y/o gasto público; por lo cual es difícil argumentar qué comportamientos del spread obedecen a cada una de estas expectativas, pues aunque éstas se encuentran relacionadas, dicha relación no es perfecta. Estos puntos se convierten entonces, en objeto de estudio de próximas investigaciones.

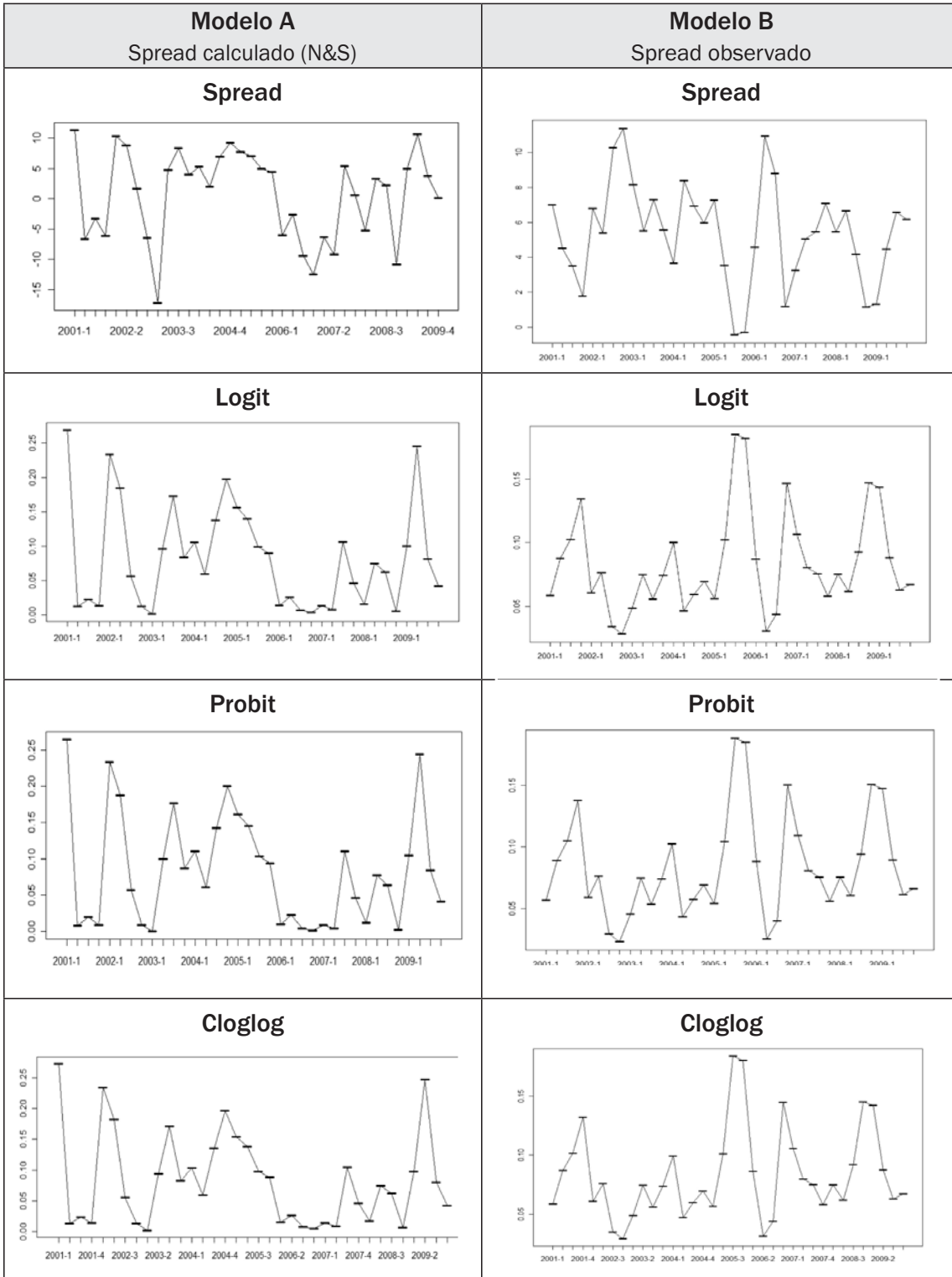
Bibliografía

- ARANGO, L.E., y AROSEMENA, A.M. 2002. Lecturas alternativas de la estructura a plazo: una breve revisión de literatura. Banco de la República de Colombia.
- ARANGO, L.E., FLÓREZ, L.A. y AROSEMENA, A.M. 2004. El tramo corto de la estructura a plazo como predictor de expectativas de la actividad económica en Colombia. Banco de la República de Colombia. Subgerencia de Estudios Económicos.
- ARANGO, L.E., GONZÁLEZ, A., LEÓN, J.J. Y MELO, L.F. 2006. Cambios en la tasa de intervención y su efecto en la estructura a plazo de Colombia. Banco de la República. Unidad de Investigaciones Económicas.
- ARANGO, L.M., MELO, L.F., y VÁSQUEZ, D.M. 2002. Estimación de la estructura a plazo de las tasas de interés en Colombia. Banco de la República de Colombia. Subgerencia de Estudios Económicos.
- Banco de la República de Colombia. 2010.
- CAMERON, C., TRIVEDI, P. 2005. Microeconometrics: Methods and applications. Cambridge University Press, New York.
- CATALÁN, H., GALINDO, L.M. 2005. La hipótesis de expectativas en el mercado de Cetes en México: 1990-1995.
- CLAVIJO, S. 2001. Viabilidad de la Deuda Externa Colombiana. Borradores de Economía. Banco de la República, No. 179.
- DORNBUSCH, R. FISCHER, S. Y STARTZ, R. 2001. Macroeconomía. Octava edición.
- DOUGLAS, L. G. 1988. Yield Curve Analysis. New York Institute of Finance.
- DURÁN, R. KIKUT, A. Y MUÑOZ, E. 1996. Análisis de la Curva de Rendimientos y su efecto sobre la actividad económica en Costa Rica. Banco Central de Costa Rica. Departamento de Investigaciones Económicas.
- FERNÁNDEZ J.L., ROBLES, M.D. 2005. Teoría de las Expectativas y Cambio Estructural: nueva evidencia en los tipos a corto plazo españoles. Tribuna de Economía No. 827. ICE.

- GOODRICH, B. y LU, Y. 2007. Bayesian Ordered Probit Regression in Kosuke Imai, Gary King, and Olivia Lau, Zelig: Everyone's Statistical Software. <http://gking.harvard.edu/zelig>
- LOMELÍ, H. y RUMBOS, B. 2003. Métodos Dinámicos en Economía. Otra búsqueda de tiempo perdido.
- MEJÍA, D.M. 2003. La Estructura a plazo de la tasa de interés y su capacidad de predicción de distintas variables económicas. Reportes del Emisor. Banco de la República, No. 44.
- NAVARRO, J.M. 2003. Una función de reacción para los cambios del tipo de intervención del BCE. Universidad Politécnica de Cartagena.
- National Bureau of Economic Research (NBER). 2010.
- NELSON, C.R. y SIEGEL, A.F. 1987. Parsimonious Modeling of Yield Curves. Journal of Business. Vol. 60.
- PEREDA, J. 2009. Estimación de la Curva de Rendimiento Cupón Cero para el Perú. BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ. Revista Estudios Económicos N° 17.
- RAMIREZ, F.H. 2007. Conceptos y Construcción de la Curva de Rendimiento de TES en Colombia con las Metodologías de Nelson-Siegel y Svensson. Grupo de Investigación en Ingeniería Financiera. Universidad de Medellín.
- URIBE, J.D. 2008. La travesía de Colombia por la actual crisis mundial.
- YUNG-SHI LIAU, JACK J. W. YANG. 2009. The Expectations Hypothesis of Term Structure of Interest Rates in Taiwan's Money Market. International Research Journal of Finance and Economics.

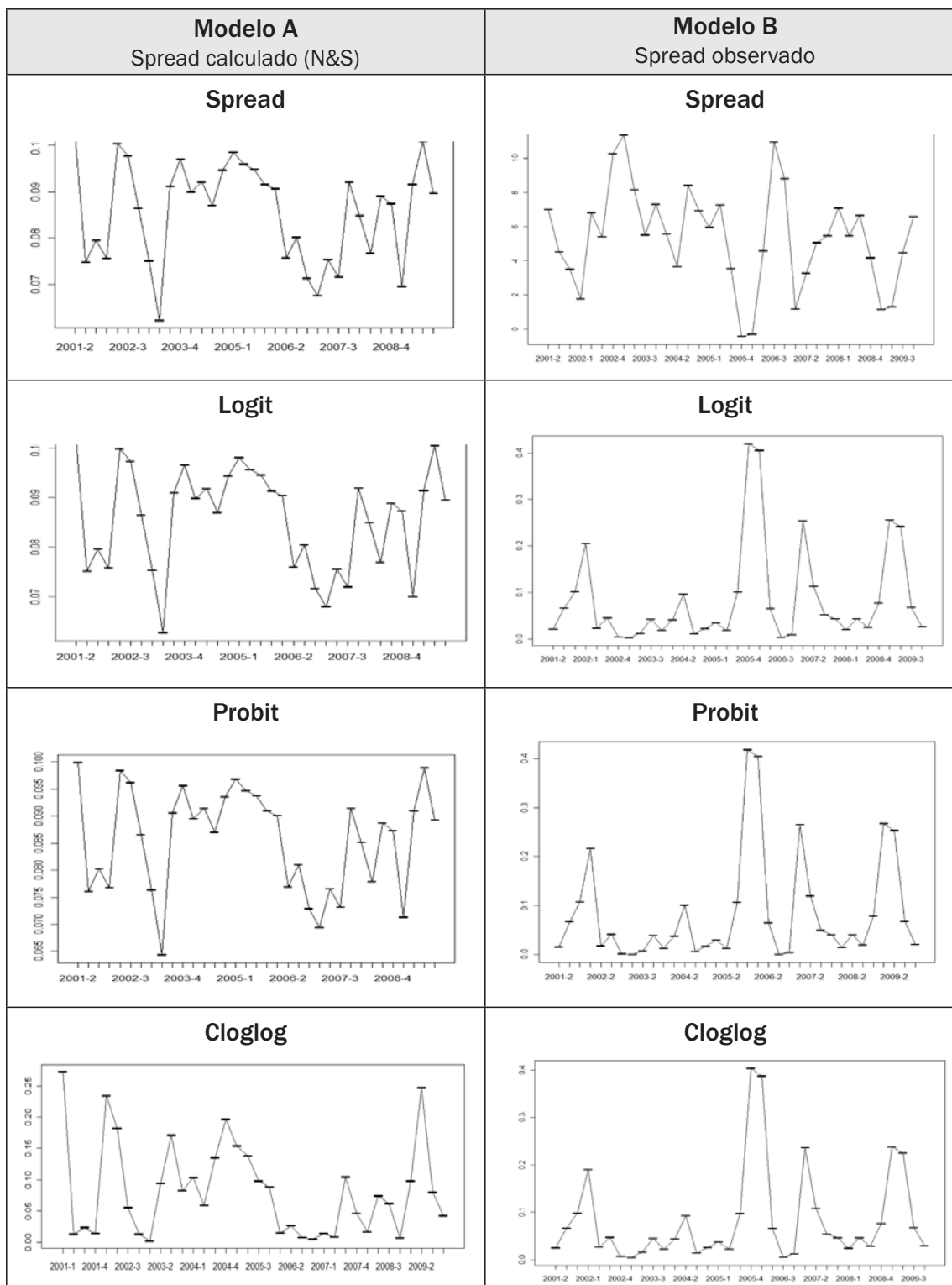
Anexos

Cuadro 1. Sin rezago



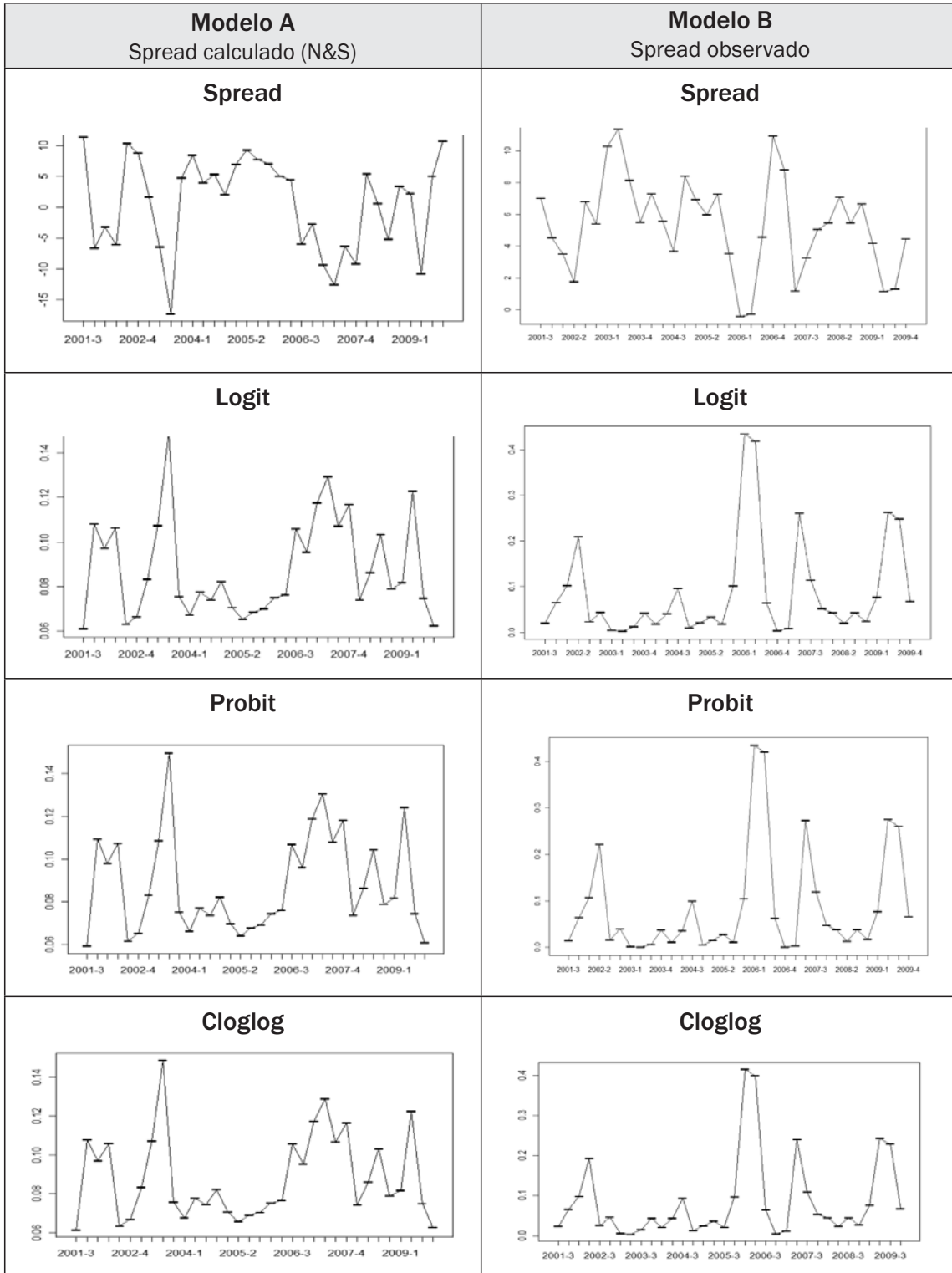
Fuente: Cálculos propios obtenidos del programa R Gui- Datos Banco de la República - SEN

Cuadro 2. Con un rezago



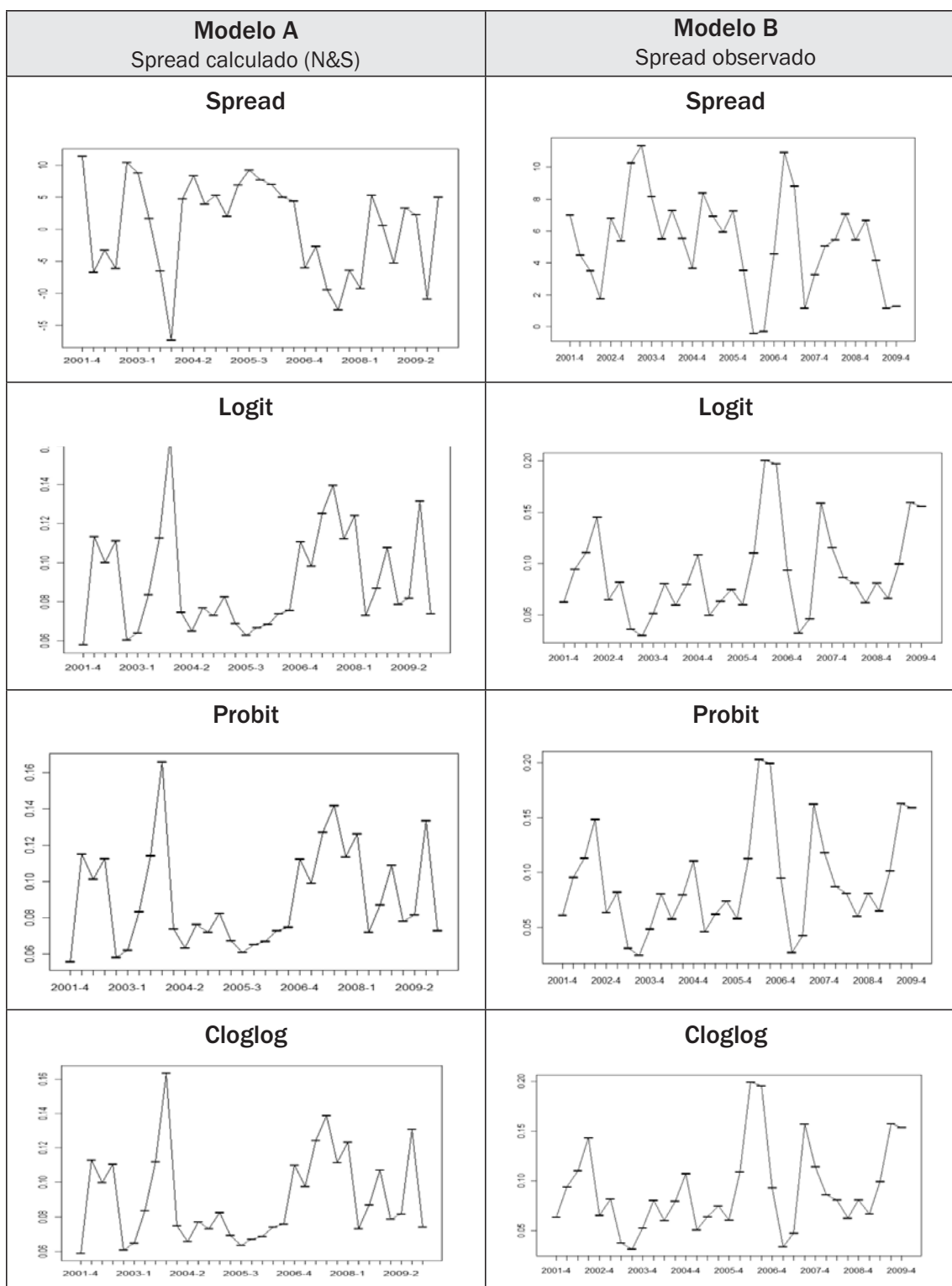
Fuente: Cálculos propios obtenidos del programa R Gui- Datos Banco de la República - SEN

Cuadro 3. Con dos rezagos



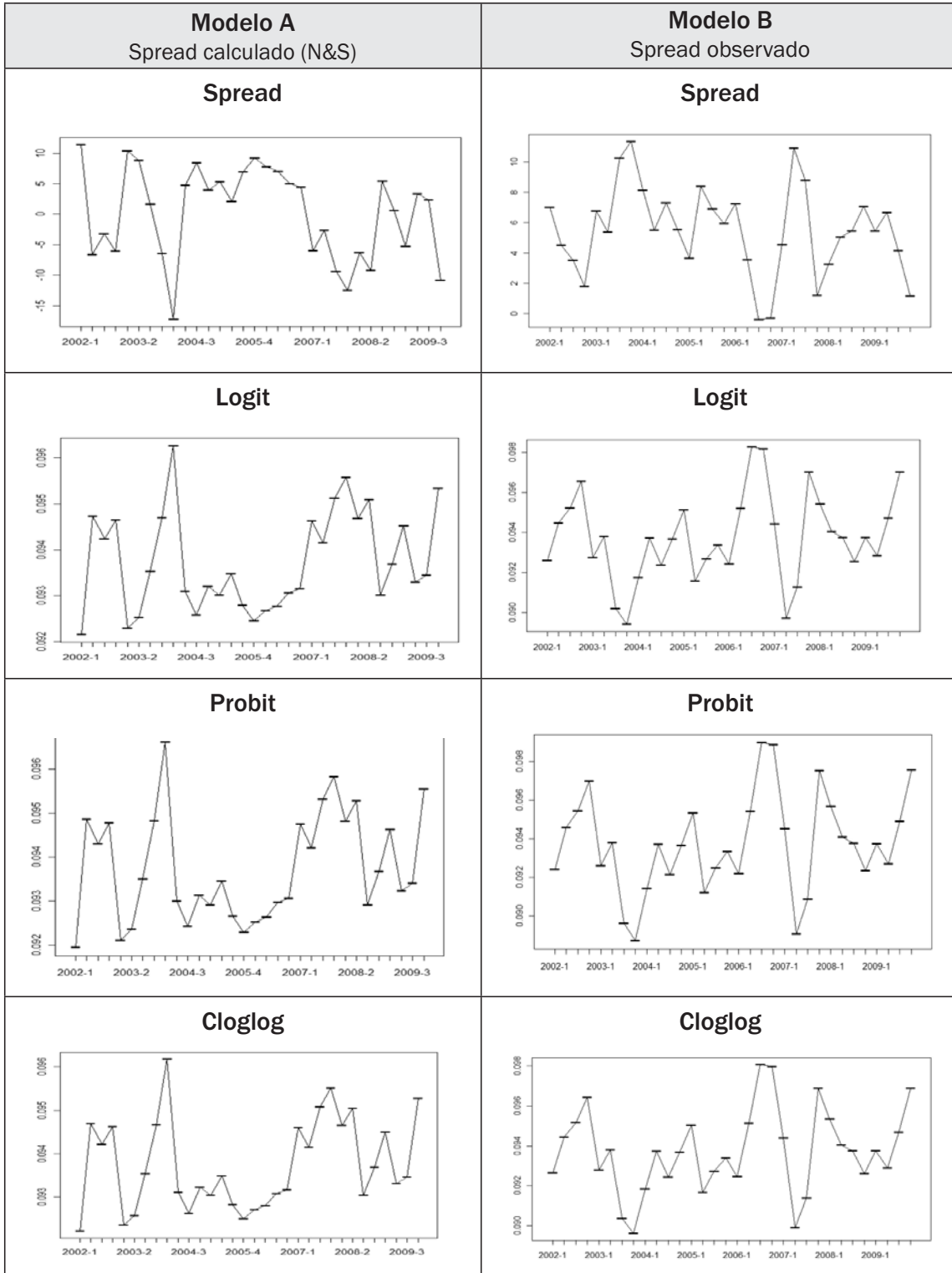
Fuente: Cálculos propios obtenidos del programa R Gui- Datos Banco de la República - SEN

Cuadro 4. Con tres rezagos



Fuente: Cálculos propios obtenidos del programa R Gui- Datos Banco de la República - SEN

Cuadro 5. Con cuatro rezagos



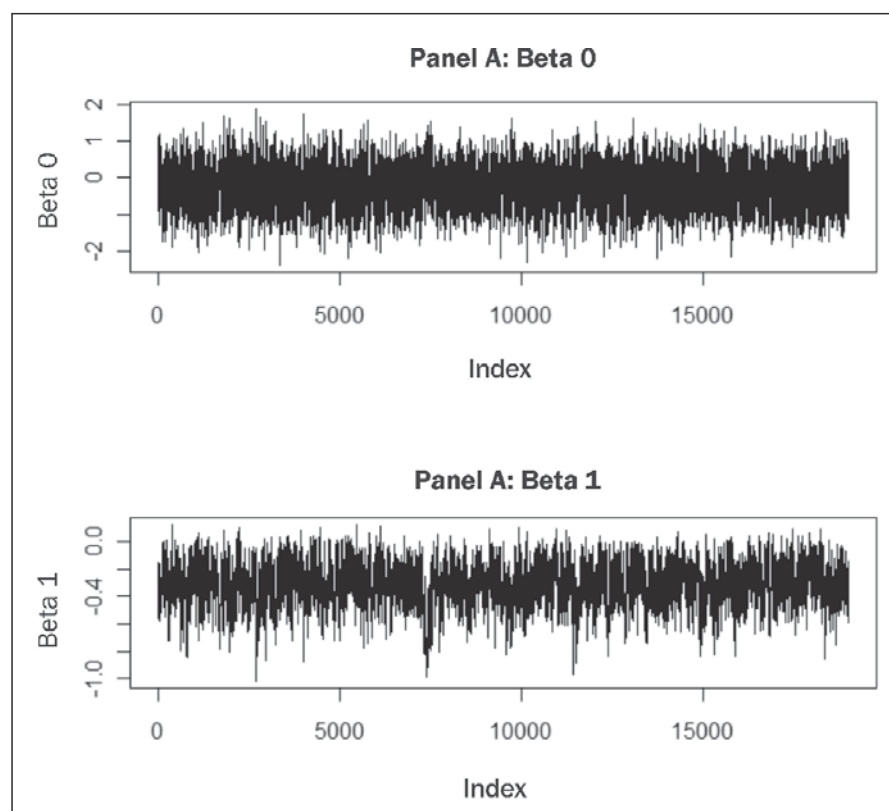
Fuente: Cálculos propios obtenidos del programa R Gui- Datos Banco de la República - SEN

Cuadro 6
 Test de Half-Width – Modelo Bayesiano

	Stationarity Test	Start Iteration	p-value
(Intercept)	passed	1	0.204
Spread_p	passed	1	0.240
	Halfwidth Test	Mean	Halfwidth
(Intercept)	passed	-0.243	0.0216
Spread_p	passed	-0.320	0.0130

Fuente: Cálculos propios obtenidos del programa R Gui- Datos Banco de la República – SEN

Cuadro 7
 Estacionariedad de los Betas – Modelo Bayesiano



Fuente: Cálculos propios obtenidos del programa R Gui- Datos Banco de la República – SEN