

UNIVERSIDAD EAFIT

**EL SPREAD DE LA
ESTRUCTURA A PLAZO DE LAS
TASAS DE INTERÉS Y EL
CRECIMIENTO ECONÓMICO EN
COLOMBIA, 2003-2016**

*Daniel José López González
Estefanía Tirado Ramírez*

Asesorado por:
Lina Marcela Cardona Sosa

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ECONOMISTA

Medellín, Colombia
9 de junio de 2016

Índice

Introducción	1
Objetivos	2
Objetivo general	2
Objetivos específicos	2
Estado del arte	2
Marco conceptual	2
Marco teórico	3
Metodología	9
Datos	10
Resultados	12
Conclusiones	22
Anexos	24
Referencias	27

Introducción

Al culminarse la conferencia de Bretton Woods en 1944 con la creación del Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial, el crecimiento económico, definido como la variación porcentual de la producción de todos los bienes y servicios finales producidos en un país durante un periodo de tiempo específico, se consolidó como la medida internacional de referencia de la actividad económica y el bienestar de un país. Lograr anticiparse a las fluctuaciones de esta variable siempre ha sido una temática de interés, no solo para los economistas, sino para todos los agentes que buscan reducir la incertidumbre en la toma de decisiones que tendrán un impacto en el futuro.

Contar con instrumentos que permitan predecir la producción de un país le permite a los diferentes agentes económicos tomar decisiones de inversión, de endeudamiento e incluso realizar definiciones salariales, además de darle información relevante a las autoridades de cada país para el manejo de la política monetaria, fiscal y cambiaria. Lo anterior, con el fin diseñar políticas contra cíclicas que mantengan la economía saludable, atraigan el desarrollo y aseguren o incrementen el nivel de calidad de vida.

En el intento de anticipar el crecimiento económico de un país, diversas investigaciones han recurrido a analizar instrumentos financieros, pues en este mercado convergen las expectativas de un gran número de agentes informados, lo cual indica que podría contener información relevante para predecir el comportamiento de variables macroeconómicas en el futuro.

Una de las variables que contiene gran cantidad de información en el mercado financiero es el precio de los activos. Dicho precio se determina estimando el valor presente de los flujos de caja futuros generados por título valor, descontados a una tasa de rentabilidad adecuada para cada periodo de tiempo (Fisher, 1907). Lo anterior, implica que el precio que los inversionistas están dispuestos a pagar hoy por un activo financiero dependerá principalmente de dos factores. El primero de ellos es de la expectativa de los flujos de caja futuros que pueda generar este activo, ligado tanto a fundamentales propios, como a las expectativas de las principales variables macroeconómicas del mercado del emisor. El segundo, es la tasa de interés a la que se descontarán estos flujos. Estas tasas de descuento son tasas nominales a diferentes plazos que incorporan tanto las tasas de interés reales como las expectativas de inflación para cada periodo, variables relacionadas tanto con la política monetaria que esperan los agentes como con el desempeño futuro de la economía, por lo cual, pone en evidencia que es posible extraer de estas información relevante para predecir las fluctuaciones en la actividad económica (Arango, Flóres y Arosemena, 2003).

Teniendo en cuenta lo anterior y la evidencia empírica presentada por autores como Bernanke (1990), Estrella y Hardouvelis (1991), Estrella y Mishkin (1995a), Estrella y Mishkin (1995b), Bernard y Gerlach (1996), entre otros, para la economía de Estados Unidos y algunos países desarrollados, el objetivo de esta investigación consiste en evaluar la capacidad predictiva que tiene el spread de la estructura a plazo de las tasas de interés de los TES sobre la actividad económica en Colombia para el periodo 2003-2016, siendo esta la estructura de referencia para construir las demás curvas de rendimientos del mercado financiero.

Objetivos

Objetivo general

Determinar si el spread entre las diferentes tasas cupón cero de la estructura a plazo de los TES es un buen indicador para predecir el crecimiento económico en Colombia.

Objetivos específicos

- Establecer cuál es el spread de la estructura a plazo de los TES que mejor predice el crecimiento económico en Colombia.
- Evaluar la capacidad de anticipación del spread de las tasas cupón cero de la estructura a plazo de los TES con respecto a las fluctuaciones del producto en Colombia.
- Identificar qué variables macroeconómicas logran complementar el modelo propuesto con el objetivo de robustecer las estimaciones de la actividad económica en Colombia.

Estado del arte

Marco conceptual

Buscando una mejor comprensión de este trabajo se definieron tres conceptos importantes:

- Estructura a plazo de las tasas de interés: definida por Arango, Melo y Vásquez (2002) como *«la relación entre los rendimientos de títulos con similar calidad crediticia, regularmente libres de riesgo, pero con diferente periodo de maduración (vencimiento)»*.

- Curva de rendimientos: es la representación gráfica de la estructura a plazo de las tasas de interés de un activo. Arango et al. (2002)
- TES: estos están definidos como «*los títulos de deuda pública doméstica, emitidos por el gobierno y administrados por el Banco de la República*» (BanRep, s.f.).

Marco teórico

Con el propósito de encontrar nuevas variables que tuvieran información relevante para predecir las principales variables de impacto macroeconómico, Fama (1984) planteó la estructura a plazo de las tasas de interés de los activos de deuda pública de Estados Unidos, también vista como la curva de rendimientos, como un instrumento que podría contener información significativa sobre las tasas de interés spot futuras. En este sentido y teniendo en cuenta el postulado por Fisher (1907), quien indicó que el precio de cualquier activo era equivalente a los servicios descontados que ese activo pudiera brindar en el futuro, otros autores intuyeron que la estructura a plazo de las tasas de interés no solo contenía información de las mismas tasas de interés futuras sino que podría advertir sobre otras variables económicas como la inflación, el consumo o la producción agregada. Esta información, según Harvey (1989), se podría explicar debido a la convergencia de expectativas de los inversionistas acerca de la actividad económica futura en el mercado de bonos.

Considerando el argumento anterior el precio de un bono viene dado por el valor presente de los flujos de caja, es decir, es el resultado de descontar cada pago a una tasa de interés adecuada para cada periodo. De esta forma, es evidente que existe una relación inversa entre el precio de este activo y las tasas a las cuales se descuentan sus pagos, haciendo así que una desvalorización de un título soberano de corto plazo esté asociada a una coyuntura macroeconómica desfavorable, genere un aumento en los rendimientos de corto plazo, modificando así la curva de rendimientos de estos títulos.

La curva de rendimientos es la representación gráfica de la relación entre los rendimientos de activos con las mismas características crediticias y su plazo al vencimiento, es decir, es la representación gráfica de la estructura a plazo de las tasas de interés de estos activos (Bosner-Neal y Morley, 1997). Según la evidencia empírica esta curva puede tomar las formas presentadas en la figura 1.

La curva creciente, la cual es la más común en la mayoría de las economías, indica que los inversionistas demandan un rendimiento mayor al incrementarse el plazo al

Formas de la curva de rendimientos

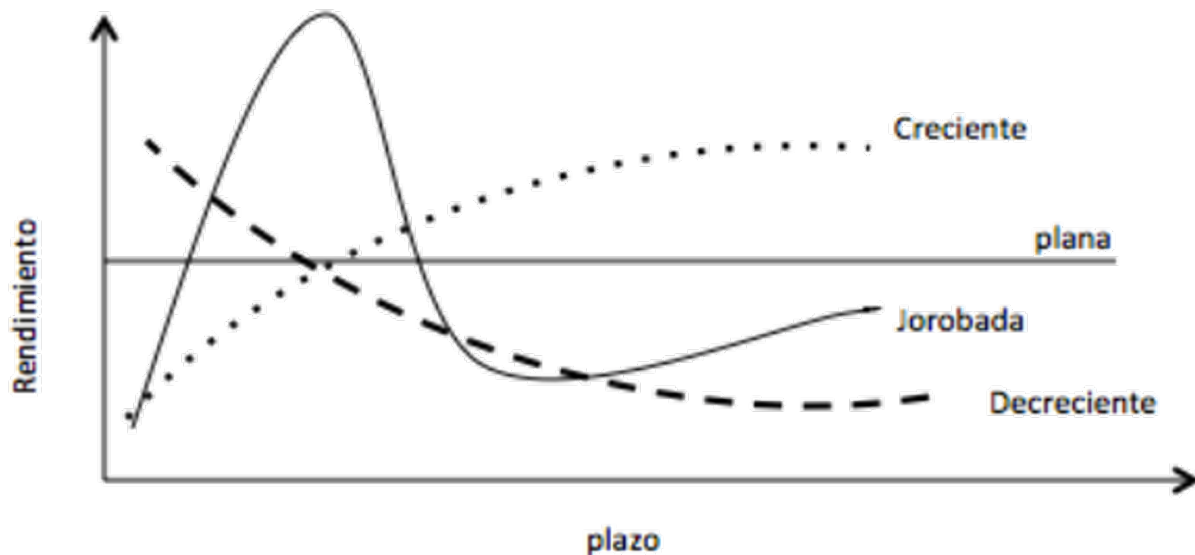


Figura 1. Elaboración propia, 2016

vencimiento del título. La curva decreciente, común en coyunturas de recesión, pone en evidencia que los inversionistas demandan un rendimiento mucho mayor en el corto plazo que el largo plazo, lo cual puede estar relacionado a una compensación extra debido al riesgo que asumirían al invertir en una coyuntura económica desfavorable. La curva plana revela que los inversionistas requieren el mismo rendimiento para todos los plazos, y para finalizar, la curva “jorobada” es la evidencia de que los rendimientos requeridos en el mediano plazo tienen un aumento sustancial respecto a los de corto y largo plazo, lo cual podría estar relacionado con un aumento del riesgo para ese periodo. Hasta el momento se han establecido tres teorías que buscan explicar y fundamentar las formas que puede tomar la curva, las cuales se explican a continuación:

1. Teoría de las expectativas:

Esta teoría puede dividirse en la teoría de las expectativas puras y la teoría de la preferencia por liquidez. La primera indica que la forma de la curva se determina a partir de las expectativas que tienen los agentes acerca de las tasas de interés futuras (Fisher, 1907). Asimismo, Arango et al. (2003) postulan que «la teoría pura de las expectativas sugiere que las tasas de interés de largo plazo es el promedio matemático de las tasas de corto plazo vigentes y esperadas».

Lo anterior implica que para un inversionista será indiferente invertir en un título a diez años, que invertir en un título a cinco años y en el vencimiento de este invertir nuevamente a cinco años. Este argumento pone en manifiesto que las tasas forward implícitas en la curva spot son un estimador insesgado de la tasa spot futura, dándole así a la curva de rendimientos información relevante para predecir posibles movimientos de política monetaria y con ellos cambios en la actividad económica real (De Gregorio, 2012).

Una de las grandes limitaciones de esta teoría es que no tiene en cuenta dos de los principales riesgos asociados a la tenencia de activos financieros. El primero de ellos consiste en el riesgo de reinversión, el cual está relacionado con la probabilidad de que los flujos de caja que se reciban por la tenencia del título no puedan ser invertidos a la misma tasa de rendimiento a la cual se compró el activo, lo cual, en un escenario negativo, llevaría a un rendimiento total menor del esperado. Adicionalmente, esta teoría no tiene en cuenta el riesgo de precio, el cual está asociado a la posibilidad de que el precio del título al finalizar el periodo de inversión sea diferente al estimado al realizar la inversión inicial, lo cual, al igual que en el escenario anterior, llevaría a obtener un rendimiento total de la inversión menor al esperado (Arango et al., 2003).

El segundo componente de la teoría de las expectativas es la preferencia por liquidez, la cual establece que si bien la forma de la curva está ligada a las expectativas de los agentes sobre las futuras tasas de interés, esta plantea que los agentes tienen una preferencia natural por los activos de corto plazo, por lo cual para lograr que se realicen inversiones a un plazo mayor se deberá compensar a los inversionistas por renunciar a su liquidez inmediata, lo cual explica los rendimientos crecientes a través del tiempo. (Arango et al., 2003).

2. Teoría del hábitat preferido:

Sin ignorar las expectativas de los agentes sobre las tasas de interés futuras, esta teoría establece que los agentes, con el propósito de disminuir sus riesgos financieros, eligen un hábitat preferido, el cual será el periodo de tiempo en el cual coincida la vida de sus activos con los vencimientos de sus pasivos. De esta forma, las tasas de rendimiento para cada uno de los periodos está determinada por la interacción entre la oferta y la demanda de títulos en cada hábitat, por lo cual, para aquellos

periodos donde hay un déficit (superávit) de demanda de títulos, el mercado deberá compensar (castigar) a los inversionistas por salir de su hábitat preferido.

3. Teoría de mercados segmentados:

Para finalizar, esta teoría, similar a la teoría anterior, plantea que los agentes, al ser aversos al riesgo, eligen un hábitat preferido, sin embargo, la diferencia radica que bajo esta teoría los agentes no se desplazan entre hábitats a causa de los grandes costos de transacción que esto implica o a las regulaciones impuestas por las autoridades (Arango et al., 2003). Por lo tanto, los rendimientos para cada periodo se determinan por la libre interacción entre la oferta y demanda de títulos para cada vencimiento.

Teniendo claras las teorías que explican la forma de la curva, es fundamental resaltar que en investigaciones anteriores se ha encontrado que el spread de la curva, definido como la diferencia en un punto del tiempo entre el rendimiento de dos activos con la misma calidad crediticia pero diferente periodo de maduración contiene información relevante sobre la actividad económica futura (Bosner-Neal y Morley, 1997). Esto se debe principalmente a dos razones. La primera de ellas está asociada a la capacidad que tendría la autoridad monetaria de cada país para influir sobre la curva de rendimientos y el crecimiento económico de manera conjunta. Esta teoría expone que una política contractiva de la autoridad monetaria aumentaría las tasas de interés de referencia lo que llevaría a que los rendimientos de corto y largo plazo crecieran, sin embargo las tasas de interés de corto plazo aumentarían en mayor medida que las de largo plazo por lo que la curva debería aplanarse y por tanto, dada la naturaleza de la medida, el crecimiento económico se desaceleraría. Lo contrario sucedería si la autoridad monetaria optara por aplicar políticas expansivas. No obstante, Estrella y Mishkin (1995b) demostraron que las autoridades monetarias de diferentes países desarrollados, a través de sus instrumentos, tendrían poca o nula influencia sobre el spread de la curva de rendimientos de modo que esta teoría perdió credibilidad.

La segunda razón está asociada a las expectativas que tendrían los agentes sobre el desempeño futuro de la actividad económica. Si los agentes esperan un incremento en su ingreso futuro esto llevará a que las empresas realicen más inversiones a largo plazo y por ende emitan más bonos a largo plazo.

Lo anterior generará un exceso de oferta de bonos de un horizonte de inversión largo, lo cual generará una caída en su precio pero un incremento en su rendimiento, por lo

tanto se generará un empinamiento de la curva, es decir, el spread aumentará reflejando las expectativas positivas que tienen los agentes sobre el futuro de la economía. De forma contraria, cuando los agentes perciben un riesgo en el corto plazo sobre el desempeño económico de un país, estos migrarán a títulos de largo plazo, haciendo que los rendimientos en el corto plazo deban aumentar para compensarlos por el riesgo incurrido y de esta forma se generará un aplanamiento de la curva, es decir, una disminución en el spread entre las tasas de corto y largo plazo. En la figura 1 puede apreciarse como la curva decreciente refleja una expectativa de mayor riesgo en el corto plazo, contrario a lo que ocurre en la curva creciente.

Estrella y Hardouvelis (1991) fueron quienes hicieron el primer acercamiento a la relación formal entre la estructura a plazo de las tasas de interés y la actividad económica. Su trabajo se concentró en analizar la relación que existe entre la curva de rendimientos de los bonos de Estados Unidos y las fluctuaciones del producto nacional bruto (PNB) en ese mismo país. Para determinar esta relación utilizaron un modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios corregido por el método de Newey y West (1987) a partir de lo cual pudieron determinar que la curva de rendimientos rezagada hasta 16 trimestres tendría relación con el PNB por lo que se derivó que la curva tendría capacidad predictiva sobre las fluctuaciones del producto de Estados Unidos con hasta cuatro años de anticipación. Además, los autores indicaron que la curva tendría inclusive un mejor poder de anticipación a la actividad económica real que indicadores definidos en la época como predictores líderes.

Teniendo en cuenta esta evidencia Hu (1993) buscó establecer una relación formal entre la curva de rendimientos y la actividad económica real. Para esto, el autor propuso un modelo de equilibrio intertemporal que permitiera obtener resultados robustos para esta relación. Adicionalmente, a partir del modelo planteado, realizó un análisis empírico de la capacidad de predicción de la estructura a plazo sobre el crecimiento económico de siete países: Alemania, Canadá, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón y Reino Unido. Sus resultados le permitieron establecer que efectivamente la pendiente de la curva de rendimientos guardaba una relación positiva con el crecimiento en los países evaluados, sin embargo, esta relación no era la misma para los siete países.

Luego Estrella y Mishkin (1995a) evaluaron el desempeño del spread de la curva de rendimientos comparada con otras variables (financieras, monetarias y reales rezagadas) prediciendo recesiones en Estados Unidos con datos desde 1971 hasta 1995 y lograron

determinar, nuevamente, que el spread de la curva era un excelente indicador de posibles crisis en Estados Unidos destacándose como el mejor predictor en horizontes lejanos.

En un estudio similar Estrella y Mishkin (1995b) realizaron un análisis de la capacidad predictiva de la estructura a plazo para cuatro países europeos (Francia, Alemania, Italia y el Reino Unido) en el que nuevamente encontraron evidencia para indicar que el spread contendría información sobre el futuro de la actividad económica tanto a nivel de producción como de inflación en estos países.

Un año más tarde Bernard y Gerlach (1996) buscaron ampliar los resultados propuestos por Estrella y Hardouvelis (1991), Estrella y Mishkin (1995a) y Estrella y Mishkin (1995b) para ocho países industrializados (Alemania, Bélgica, Canadá, Estados Unidos, Francia, Holanda, Japón y Reino Unido). Adicionalmente, propusieron la hipótesis de que las curvas de rendimientos extranjeras podrían contener información sobre el futuro de la actividad económica doméstica en un determinado país. Al usar un modelo probit para detectar periodos de recesiones en función del spread lograron determinar, en sintonía con los resultados de otros autores, que el spread de la curva de rendimientos de los bonos domésticos se muestra como un excelente predictor de la producción para la mayoría de los países en horizontes lejanos. En cuanto a la relación entre la estructura a plazo de un país extranjero y la producción agregada interna pudieron establecer que, a pesar de que el spread extranjero añade algo de información, solo para Japón y Reino Unido la información es altamente significativa.

Otros autores como Bosner-Neal y Morley (1997), realizaron estudios similares al analizar la capacidad predictiva del spread de la curva en 11 países industrializados. Sus resultados les permitieron concluir que si bien es cierto que en algunos países el poder predictivo de la curva existe, en otros países como Japón o Suiza la capacidad de la curva para explicar las fluctuaciones de la economía es considerablemente baja en los resultados obtenidos (menos del 10 %). Por tal razón reafirman que la curva contiene información que podría predecir las fluctuaciones pero, nuevamente, esta podría variar considerablemente entre países.

Para el caso colombiano Arango et al. (2003) mediante la aplicación de un modelo logit realizaron un estudio para el periodo 1995-2003 de la información que podría tener el tramo corto (hasta 24 meses) de la curva de rendimientos de los TES sobre la probabilidad de desaceleración de la economía, enfocados principalmente en los cambios en el consumo agregado. En este análisis encontraron que los tramos más significativos eran aquellos con un plazo mayor al vencimiento, es decir, de un año en adelante.

Teniendo en cuenta la evidencia encontrada por estos autores y los estudios planteados anteriormente, el propósito de este trabajo es revalidar la hipótesis de que el spread de la estructura a plazo de las tasas de interés de los TES tiene capacidad para predecir las fluctuaciones de la producción agregada en Colombia, no solo desde el tramo corto, sino la totalidad de la curva, incluyendo vencimientos tanto de largo como de mediano plazo. Adicionalmente, dado al cambio de metodología de estimación de la curva cupón cero en el año 2003, se utilizaron datos calculados mediante la metodología Nelson y Siegel (1987) y, a diferencia de los trabajos anteriores, no se buscó estimar la probabilidad de una desaceleración económica sino la variación porcentual de la producción agregada en Colombia para el periodo 2003-2016.

Metodología

La metodología empleada sigue la propuesta de Estrella y Hardouvelis (1991) y buscará determinar la sensibilidad de la actividad económica en Colombia ante cambios en la estructura a plazos de las tasas de interés. La ecuación inicial tendrá la forma de la ecuación 1.

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 SPREAD_{t-k} + \alpha_i X_i + \epsilon_t \quad (1)$$

Donde Y_t representa la variación porcentual anualizada de la actividad económica en el periodo t con respecto al mismo periodo del año anterior. La periodicidad de t estará dada de manera mensual y su intervalo de tiempo estará comprendido entre el mes de enero de 2003 hasta febrero del año 2016. Por su parte el término $SPREAD_{t-k}$ representa el diferencial entre las tasas de interés de los títulos de deuda pública con diferentes periodos de maduración en el periodo $t - k$, donde $k = 3, 6, 9, \dots, 36$. De este modo se evaluará la capacidad de predicción del spread desde un mes hasta tres años de anticipación. Estos periodos fueron definidos teniendo en cuenta la evidencia presentada por autores como Estrella y Hardouvelis (1991), Estrella y Mishkin (1995a) y Bosner-Neal y Morley (1997) quienes indicaron que el spread podría predecir el producto con hasta tres años de anticipación.

Luego, X_{it} es un conjunto de variables explicativas que podrían afectar el comportamiento de la actividad económica entre las cuales se incluyen índices bursátiles como el COLCAP y el IGBC, así como la variación del IPC. En este sentido α_i representaría el efecto explicativo de cada una de estas series sobre la actividad económica en el periodo t .

Por último ϵ_t representa el término de error u otras variables no observables que afectan la actividad económica en Colombia. Debido a que el modelo inicialmente será estimado por el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) se asume que $\epsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$. No obstante se realizarán las pruebas necesarias de normalidad y homocedasticidad teniendo en cuenta que el modelo planteado tiene la forma estructural de una serie de tiempo.

En general el interés de este estudio estará enfocado en el coeficiente β_1 pues este permite observar cuanto de la variación de la actividad económica en el periodo t puede ser explicado por la variación del spread de la estructura a plazo en el periodo $t - k$ en los diferentes modelos que fueron planteados. Su efecto se puede explicar del siguiente modo:

- $H_0: \beta_1 = 0$, (i.e., estadísticamente no significativo) el spread no tiene ningún efecto predictivo sobre la variación de la actividad económica.
- $H_1: \beta_1 \neq 0$, (i.e., estadísticamente significativo) el spread tiene algún efecto predictivo sobre la variación en la actividad económica, y siguiendo el marco teórico planteado anteriormente, se esperaría que $\beta_1 > 0$ lo que implica una relación positiva y de causalidad entre $SPREAD_{t-k}$ y Y_t .

Datos

Con el objetivo de analizar el efecto que tienen los cambios en el spread de la curva sobre la actividad económica, se tendrán en cuenta como variables explicativas los diferenciales entre las tasas de interés de los TES para los distintos periodos de maduración: un año, cinco años y diez años. De este modo los spreads de largo, mediano y corto plazo podrían combinarse en tres formas distintas: 10-1, 10-5 y 5-1, donde diez años representa el largo plazo, cinco el mediano y un año el corto plazo.

Estas tasas son extraídas de la curva cero cupón de los títulos de deuda pública, denominados en moneda en pesos y en UVRs, que calcula el Banco de la República mediante la metodología de Nelson y Siegel (1987) las cuales están disponibles a partir del 2003, año a partir del cual esta metodología fue empleada. Para este cálculo se utiliza la información de las operaciones negociadas y registradas en los sistemas de negociación que administra el Banco de la República (SEN: Sistema Electrónico de Negociación del Banco de la República) y la Bolsa de Valores de Colombia (MEC: Mercado Electrónico

de Colombia). Las tasas están disponibles con una periodicidad diaria, sin embargo, para trabajar con periodos mes a mes se consideró el promedio mensual simple para cada una de las series.

Luego, debido a que el crecimiento del PIB no se encuentra expresado en términos mensuales para Colombia, lo cual pone una limitante al número de datos disponibles para realizar la estimación del modelo, se utilizará como variable dependiente la variación del Indicador de Seguimiento a la Economía (ISE)¹ el cual se genera mensualmente y es definido por Mendoza Tolosa (2014) como “un índice sintético cuyo fin es proporcionar una medida de la evolución de la actividad real de la economía en el corto plazo” y como puede observarse en la figura 2 guarda una estrecha relación con el PIB.

Este índice fue desarrollado por el DANE debido a la necesidad de contar con una variable que permitiera hacer un seguimiento mensual a la actividad económica en Colombia. Su construcción se realiza a partir de un conjunto de indicadores y de productos (88 % de los usados en el reporte de las cuentas trimestrales) que representan la oferta en las diferentes ramas de la actividad económica. En su construcción además se busca que la sumatoria de cada uno de los componentes del ISE en tres meses sea lo más parecido posible a los reportados por las cuentas trimestrales. Mendoza Tolosa (2014).

De la construcción del ISE surgen tres series:

- Serie original: *«serie generada a partir de la información básica y el proceso de síntesis, a la cual no se le ha eliminado el efecto estacional.»*
- Serie desestacionalizada: *«aquella a la que se le han eliminado los componentes estacionales y efecto día calendario. Permitiendo comparar evoluciones entre períodos sucesivos, libre de los efectos que se repiten con alguna periodicidad en el año.»*
- Tendencia-Ciclo: *«esta serie permite comparar evoluciones entre períodos de mediano plazo o superiores a un año.»* (Mendoza Tolosa, 2014)

Teniendo en cuenta la disponibilidad mensual del ISE y las oportunidades que esto genera, y considerando que el objeto de este estudio es analizar la sensibilidad de la actividad económica a lo largo de los años ante cambios en el spread, se utilizará la variación serie Tendencia-Ciclo del ISE de modo que se puedan comparar los resultados a lo largo de los diferentes periodos de estudio, lo cual viene dado como un crecimiento desestacionalizado del índice.

¹«El ISE mide las mismas actividades de las cuentas trimestrales pero con una cobertura menor, considerando factores como la disponibilidad y la calidad de la información». (Mendoza Tolosa, 2014)

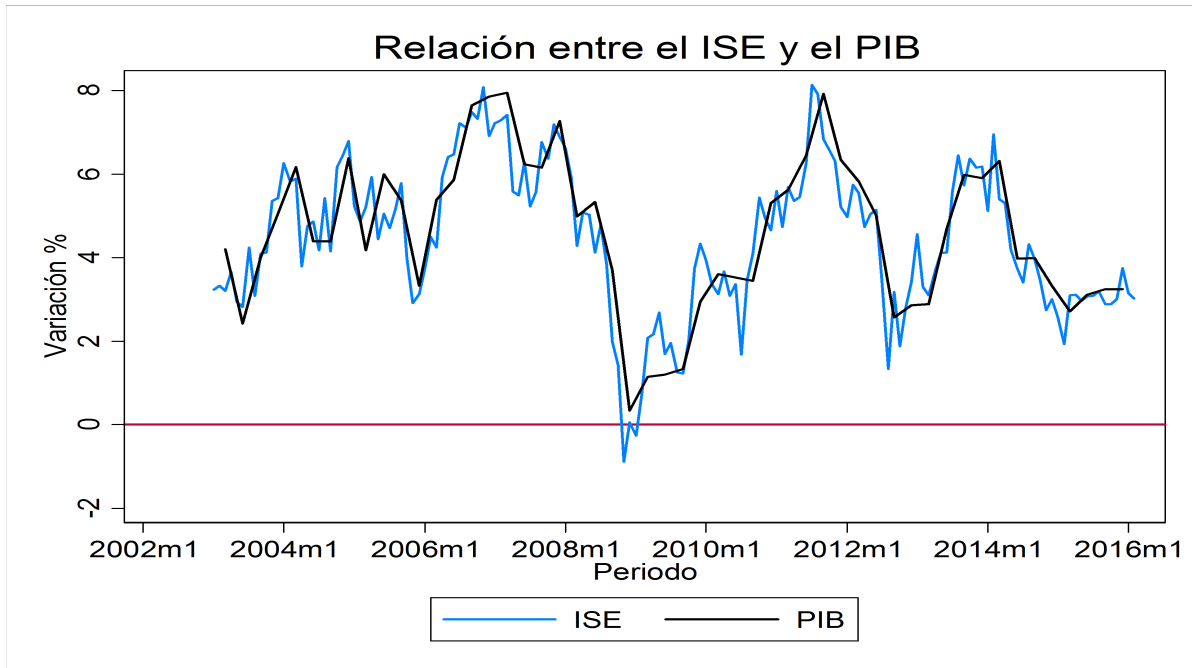


Figura 2. Fuente: DANE. Elaboración propia, 2016

En cuanto a la disponibilidad de las tasas interés de los títulos cupón cero así como del ISE se puede decir que la información histórica de estas dos series es de acceso público, por una lado las tasas de interés de los TES en sus distintos periodos de maduración está disponible desde el año 2003 en la página del Banco de la República de Colombia, mientras que las series históricas del ISE se encuentran en la página web del DANE a partir del año 2000 reportadas siempre de forma mensual. De este modo, considerando la disponibilidad de los datos, el periodo a analizar estará comprendido entre el mes de enero del año 2003 y el mes de febrero del año 2016 por lo que se contaría con una base muestral de 146 datos para realizar la estimación.

Resultados

Inicialmente se realizaron tres estimaciones por el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios en las que se buscó evaluar la significancia de cada una de las tres combinaciones de spread para anticiparse a la variación del ISE. Esta capacidad de anticipación se evaluó rezagando el spread desde uno hasta 36 periodos. Estas tres regresiones se realizaron a partir de los modelos 1, 2 y 3 los cuales se presentan a continuación:

Modelo 1: Tasas de interés de largo plazo menos tasas de interés de corto plazo.

$$\Delta \%ISE_t = \beta_0 + \beta_1 SPREAD_{(10-1)(t-k)} + \epsilon_t \quad (2)$$

Modelo 2: Tasas de interés de mediano plazo menos tasas de interés de corto plazo.

$$\Delta \%ISE_t = \beta_0 + \beta_1 SPREAD_{(5-1)(t-k)} + \epsilon_t \quad (3)$$

Modelo 3: Tasas de interés de largo plazo menos tasas de interés de mediano plazo.

$$\Delta \%ISE_t = \beta_0 + \beta_1 SPREAD_{(10-5)(t-k)} + \epsilon_t \quad (4)$$

Dónde, para cada modelo, $k = 1, 2, 3, \dots, 36$, es el subíndice que representa los periodos de rezago del spread y t indica una serie de tiempo la cual está comprendida entre el mes de enero del año 2003 y el mes de febrero del año 2016.

Para cada modelo se realizó la estimación por mínimos cuadrados ordinarios y se analizó la significancia estadística de β_1 , el cual representa el efecto que tendrían los cambios en cada uno de los spreads sobre la variación del ISE a lo largo del tiempo.

La figura 3 muestra el comportamiento del coeficiente β_1 para cada uno de los modelos planteados. Adicionalmente, en estas figuras el área sombreada muestra el intervalo de confianza del coeficiente a un nivel del 95% de significancia. De este modo si el área sombreada pasa en algún punto por el valor de cero quiere decir que para ese rezago específico el coeficiente no es estadísticamente significativo.

Se puede observar que en general para los tres modelos planteados el coeficiente β_1 no se muestra estadísticamente significativo en los primeros 8 meses aproximadamente, sin embargo, a partir del primer año de rezago el coeficiente y su intervalo de confianza comienzan tanto a tomar un valor positivo cómo a alejarse progresivamente cero, hasta alcanzar valores máximos entre los meses 23 y 27, a partir de los cuales tienden a descender.

De este comportamiento es posible inferir cuatro aspectos importantes, el primero es que el spread de las tasas de interés cupón cero de los TES tiene un efecto predictivo sobre la variación del ISE, lo cual comprueba la hipótesis inicial de este análisis. El segundo, tiene que ver con el signo del coeficiente, el hecho de que sea positivo indica que el spread y el crecimiento del ISE guardan una relación positiva, mayor spread indica una mayor

variación del ISE futuro. El tercero, es que el mayor poder explicativo del spread se alcanza con un rezago cercano a los dos años para los tres modelos y el cuarto es que el spread rezagado 36 meses, en los modelos 1 y 2, sigue teniendo algún poder explicativo sobre la variación ISE, caso contrario para el modelo 3².

Ahora bien, se hace necesario determinar cuál de estos modelos es el que mejor se anticipa al comportamiento del ISE. Por tal motivo se analizó el comportamiento del estadístico erre cuadrado ajustado (R^2_{adj}) el cual nos permite tener un criterio acerca de la bondad de predicción del modelo teniendo en cuenta el tamaño de la muestra y el número de variables independientes, de modo que se ajusta mejor a la predicción del modelo que el R^2 (Miller, 1998). Los R^2_{adj} obtenidos en los tres modelos son presentados en la figura 4. En esta gráfico se puede apreciar que para los tres modelos, el R^2_{adj} comienza muy bajo en los primeros rezagos pero a medida que aumentan los rezagos el R^2_{adj} también lo hace progresivamente, llegando a un máximo para cada modelo. En el caso del Modelo 1 el pico es alcanzado en el rezago 24, para el Modelo 2 se alcanza en el rezago 23 y para el modelo 3 se alcanza en el rezago número 27.

²Los coeficientes y el estadístico t obtenido para cada rezago en cada modelo se pueden apreciar con mayor detalle en la tabla 2 en la sección de anexos.

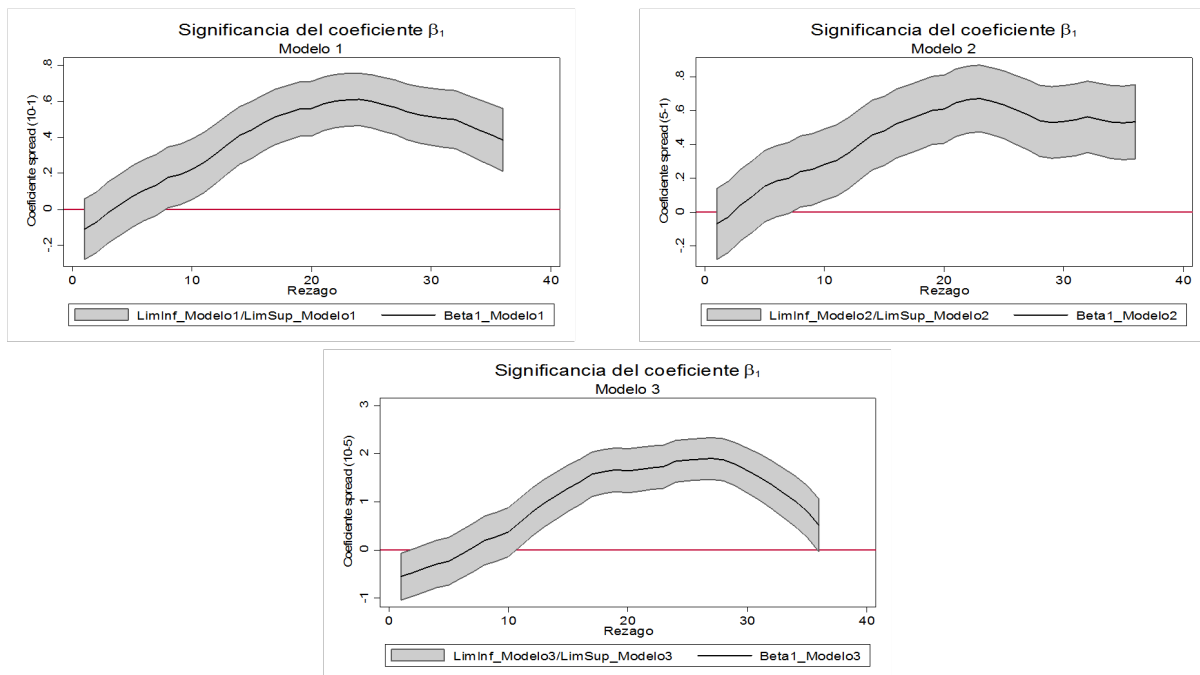


Figura 3. Coeficientes β_1 de los modelos 1, 2 y 3.

Adicionalmente, comparando entre modelos, es posible apreciar que los modelos 1 y 3 alcanzan para la mayoría de rezagos un R^2_{adj} más alto que el obtenido en el modelo 2 por lo que se podría afirmar que los modelos que relacionan las tasas de largo y corto plazo y largo y mediano plazo tendrían una mejor capacidad de explicación sobre el comportamiento del ISE que el modelo 2, el cual relaciona las tasas entre mediano y corto plazo.

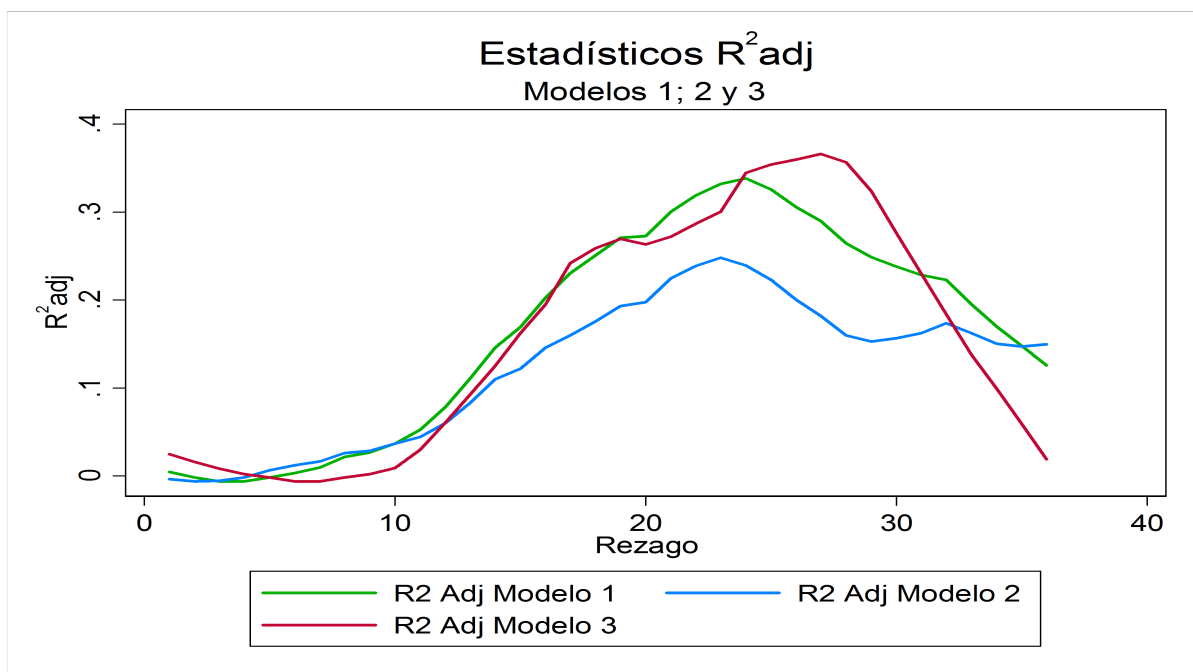


Figura 4

Teniendo en cuenta la información presentada en la figura 4 acerca del R^2_{adj} y la información presentada en la figura 3 sobre la significancia de los betas, se procederá a interpretar los coeficientes encontrados para los mejores estimadores de cada modelo.

Como puede observarse en la tabla 1 para el modelo 1, es decir, aquel que relaciona las tasas de largo plazo, 10 años, con las tasas a 1 año, el spread que mejor logra predecir la actividad económica es el spread rezagado 24 meses, es decir, el spread entre el largo y corto plazo, logra anticiparse exactamente dos años al Indicador de Seguimiento de la Economía. Con un beta de 0.6088 un incremento en el spread de un punto porcentual en $t - 24$ generará un aumento de 0.6088 puntos porcentuales de la variación del ISE en t . Es decir, si el crecimiento del ISE estaba en 1% se esperaría que en el próximo mes este fuera de 1.6088%.

	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3	
Rezago del spread	Beta	Estadístico t	Beta	Estadístico t	Beta	Estadístico t
23	0.6088	8.8401	0.6721	7.3152	1.7416	7.1448
24	0.6109	9.1811	0.6560	7.2435	1.8522	8.4182
27	0.5658	8.2737	0.5745	6.1074	1.9084	8.7829

Tabla 1

Mejores estimadores de la variación del ISE para cada modelo.

Continuando con la interpretación para el modelo 2, en el cual se relacionan las tasas de mediano plazo con las de corto plazo, el spread que mejor logra predecir el crecimiento del ISE es el diferencial entre las tasas a 5 años y a 1 año rezagado 23 meses, de esta forma un aumento de un punto porcentual en $t - 23$ en este spread generará un aumento de 0.6721 puntos porcentuales en la variación del ISE en t .

Para el último modelo, en el cual se relacionan las tasas de largo plazo con las tasas de mediano plazo, es decir, el spread entre las tasas de 10 y 5 años, el mejor estimador es el spread rezagado 27 meses, esto indica que este spread logra anticiparse dos años y tres meses al comportamiento del ISE. De este modo, un aumento de un punto porcentual en $t - 27$ en este spread generará un aumento de 1.9084 puntos porcentuales en la variación del ISE.

Por otra parte, buscando robustecer los modelos planteados y considerando el trabajo realizado por Estrella y Mishkin (1995a) en el cual propusieron los índices bursátiles y la inflación como instrumentos que podrían contener información útil para predecir el crecimiento económico en el corto plazo, se buscó evaluar cómo sería el comportamiento de estas variables al combinarlas con el spread. Para esto se utilizó el Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia (IGBC) (disponible desde julio de 2006 hasta noviembre de 2013) y el COLCAP (disponible desde febrero de 2008 hasta la fecha) como índices bursátiles, mientras que para la inflación se consideró la variación anual del Índice de Precios al Consumidor (IPC) disponible de forma mensual para todo el periodo examinado.

Para analizar la incidencia de estas variables sobre el crecimiento económico se realizó una regresión para cada una, rezagada hasta un año (considerando que su efecto se vería en el corto plazo) con respecto al ISE. En el caso de los índices bursátiles los resultados muestran que estas son estadísticamente significativas a un nivel del 95% de confianza desde el rezago 10 hasta el rezago 12, sin embargo, cuando estas variables son combinadas en un modelo con el spread, dejan de ser en muchos casos, estadísticamente significativas y el modelo pierde poder explicativo con respecto a los modelos iniciales, por lo que se entiende que sus resultados no son del todo robustos.

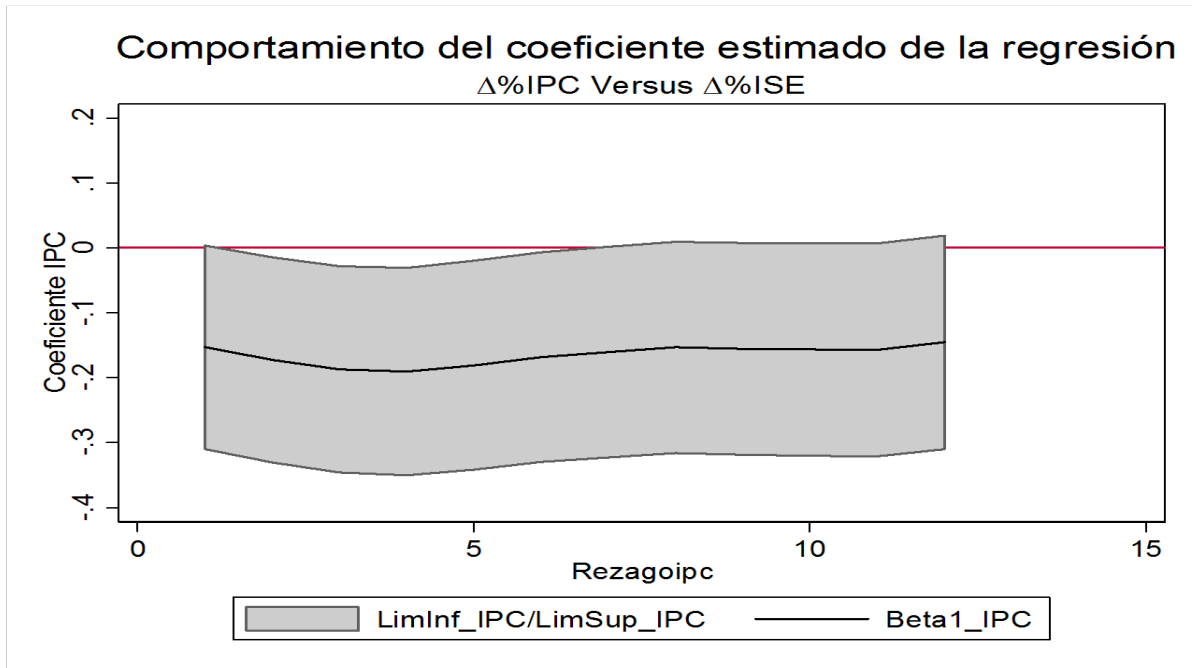


Figura 5

Por otra parte, al analizar el grado de significancia de la variación del IPC es posible observar en la figura 5 que esta variable es estadísticamente significativa a un nivel del 95 % entre los dos y seis meses de rezago. Adicionalmente, y a diferencia de los índices bursátiles, cuando esta variable es analizada en un modelo conjunto con los diferentes spreads sigue siendo significativa y además agrega valor a los modelos 1, 2 y 3 mediante un incremento del R^2_{adj} . Adicionalmente, dado que el coeficiente tiende a ser negativo para todos los rezagos evaluados, se entiende que una un aumento en la variación del IPC tiende a disminuir la variación del ISE en el periodo evaluado.

Asimismo, se observa que en el rezago tres se alcanza la significancia más alta para la variación del IPC. Para este rezago específico el coeficiente indica que si la variación del IPC crece en un punto porcentual de un mes a otro el ISE tenderá a decrecer en 0.18 puntos porcentuales dentro de tres meses con respecto al mes anterior.

Ahora bien, dados estos resultados y buscando una combinación que genere un mayor grado de predicción, es posible considerar tres nuevos modelos. Estos estarán compuestos por cada uno de los spreads iniciales rezagados más la variable asociada a la variación del IPC rezagada un trimestre. Es importante resaltar que estos modelos, a diferencia de los planteados anteriormente, solo permitirán una predicción del ISE en el corto plazo debido

a la limitación de obtener la variación del IPC tres meses antes para poder incorporarla en el modelo. Los nuevos modelos se presentan a continuación:

Modelo 4: Tasas de interés de largo plazo menos tasas de interés de corto plazo más variación la del IPC rezagado tres meses.

$$\Delta \%ISE_t = \beta_0 + \beta_1 SPREAD_{(10-1)(t-k)} + \alpha_1 \Delta \%IPC(t-3) + \epsilon_t \quad (5)$$

Modelo 5: Tasas de interés de mediano plazo menos tasas de interés de corto plazo más la variación del IPC rezagado tres meses.

$$\Delta \%ISE_t = \beta_0 + \beta_1 SPREAD_{(5-1)(t-k)} + \alpha_1 \Delta \%IPC(t-3) + \epsilon_t \quad (6)$$

Modelo 6: Tasas de interés de largo plazo menos tasas de interés de mediano plazo más la variación del IPC rezagado tres meses.

$$\Delta \%ISE_t = \beta_0 + \beta_1 SPREAD_{(10-5)(t-k)} + \alpha_1 \Delta \%IPC(t-3) + \epsilon_t \quad (7)$$

Se podría pensar que estos modelos presentan problemas de multicolinealidad, no obstante, se analizaron los factores de inflación de la varianza (VIF³, por sus siglas en inglés) y para cada rezago en los tres modelos el VIF es menor a diez, inclusive, este valor es muy cercano a uno por lo que se entiende que las variables independientes no tienen correlación o interdependencia entre ellas. Los resultados de esta prueba se presentan en la tabla 3 en la sección de anexos.

Para esos modelos los errores estándar fueron calculados de manera robusta con el fin de corregir heterocedasticidad, dado que los resultados de la prueba de White para la estimación indicaron que se rechazaba homocedasticidad. Los resultados de las pruebas realizadas se presentan en la tabla 4 en la sección de anexos.

Por otra parte, la figura 6 presenta la comparación entre la capacidad predictiva de los tres modelos iniciales, los cuales no incluían la variable ΔIPC , y los nuevos modelos propuestos. En estas gráficas se aprecia que el comportamiento de los nuevos modelos es similar al de los iniciales, sin embargo, se puede afirmar que agregar la variación del IPC

³VIF = $\frac{1}{1-R_j^2}$, donde R_j^2 refleja el estadístico R^2 obtenido a partir de una regresión entre las variables dependientes. De este modo, entre mayor sea R_j^2 mayor será el VIF y por tanto mayor grado de multicolinealidad.

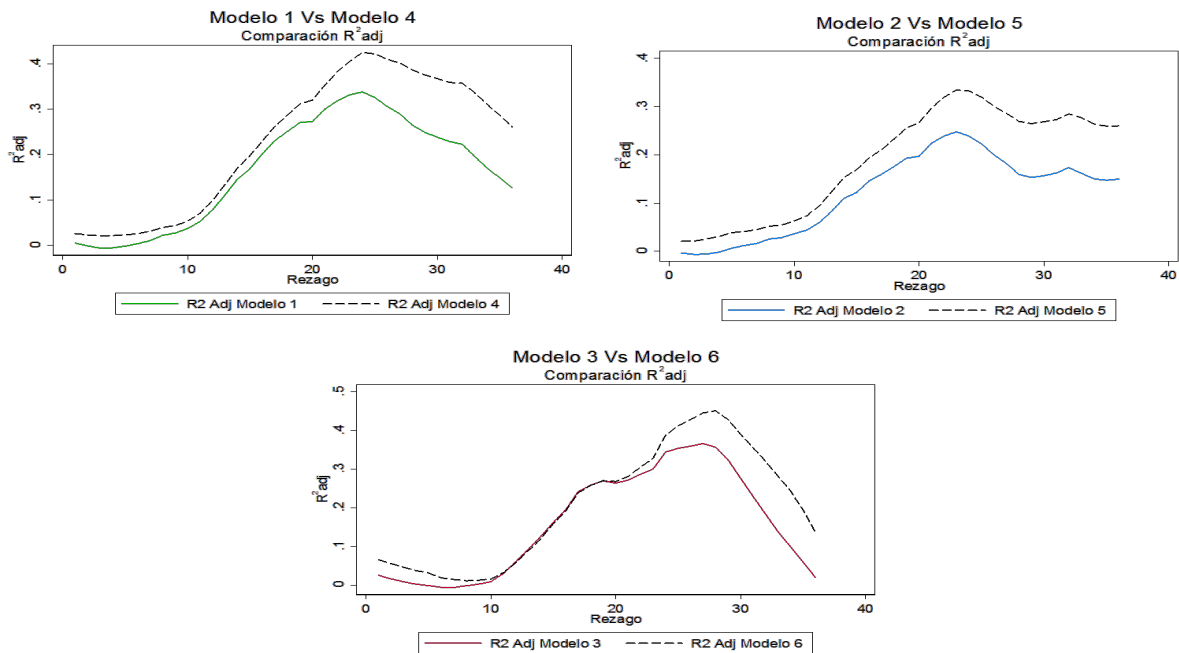


Figura 6. Comparación estadístico R^2adj entre los modelos 1, 2 y 3 versus los obtenidos de los modelos 4, 5 y 6.

a los modelos iniciales permite alcanzar un mayor grado de predicción dado los nuevos estadísticos R^2adj obtenidos.

En este sentido, teniendo en cuenta estos resultados es posible comparar el comportamiento de los nuevos modelos estimados con la variación del ISE dentro del periodo evaluado. Para esto se analizarán los resultados de los tres modelos, pero únicamente tomando como referencia el spread rezagado en 24 periodos con el fin de tener un periodo de anticipación estándar para los tres modelos.

En la figura 7 se puede apreciar que los modelos planteados son capaces de seguir la tendencia del ISE, pero difícilmente pueden anticipar variaciones fuertes que se dan sobre este indicador. Un aspecto interesante que se puede identificar en esta figura es el hecho de que los tres modelos advirtieron que durante el 2008 iba a ver desaceleración de la economía, sin embargo, no pudieron anticipar que la variación en el ISE llegaría a niveles cercanos al 0%. Lo mismo sucede con el periodo subsiguiente de recuperación, en el cual los modelos lograron prever con muy buena sincronización que la economía nuevamente aceleraría, pero nuevamente no lograron anticipar el pico al que llegó la variación del ISE durante el año 2011.

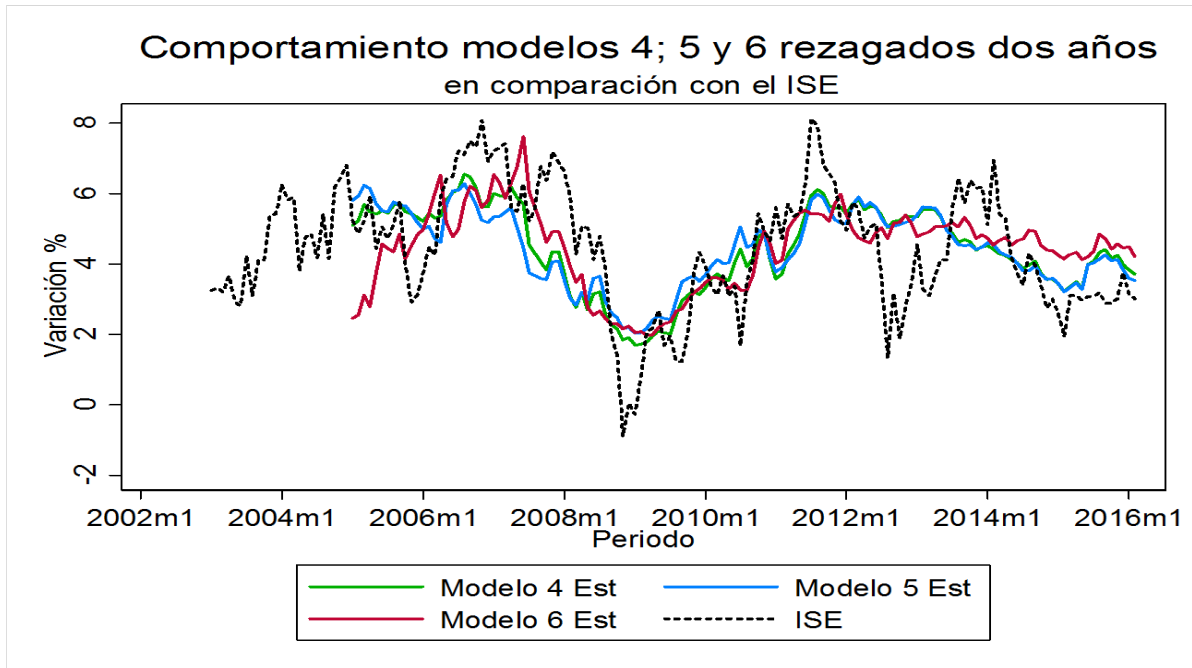


Figura 7

Asimismo, puede observarse que entre los años 2012 y 2013 se dio una desaceleración que el modelo no pudo predecir en la cual el ISE bajo a niveles de crecimiento del orden del 2% mientras el modelo predecía niveles cercanos al 4%. Sin embargo, en los últimos dos años el modelo logró nuevamente acercarse al comportamiento observado del ISE.

Ahora bien, es importante resaltar que a pesar de que el ISE es construido con el objetivo de brindar una medida de las cuentas trimestrales en el corto plazo y que a pesar de tener un comportamiento muy similar al del PIB como se mostró anteriormente, la medida formal del crecimiento económico en Colombia sigue siendo la variación porcentual de Producto Interno Bruto, por lo tanto, se hace necesario contrastar los resultados obtenidos directamente con la variación trimestral anualizada del PIB de modo que se pueda hablar directamente sobre el efecto predictivo que tendría el spread de la estructura a plazo sobre el crecimiento económico en Colombia. Por tal motivo la figura 8 se encarga de exponer esta relación.

Esta figura presenta la relación entre los modelos 4, 5 y 6 comparados con la variación observada del PIB trimestral anualizado. En esta relación puede observarse que, como era de esperarse, los modelos, pueden explicar hasta cierto punto la tendencia del PIB, sin embargo, no logran explicar las grandes variaciones que se dieron en el corto plazo. Al igual que con el ISE los modelos pudieron anticipar de algún modo la desaceleración que se

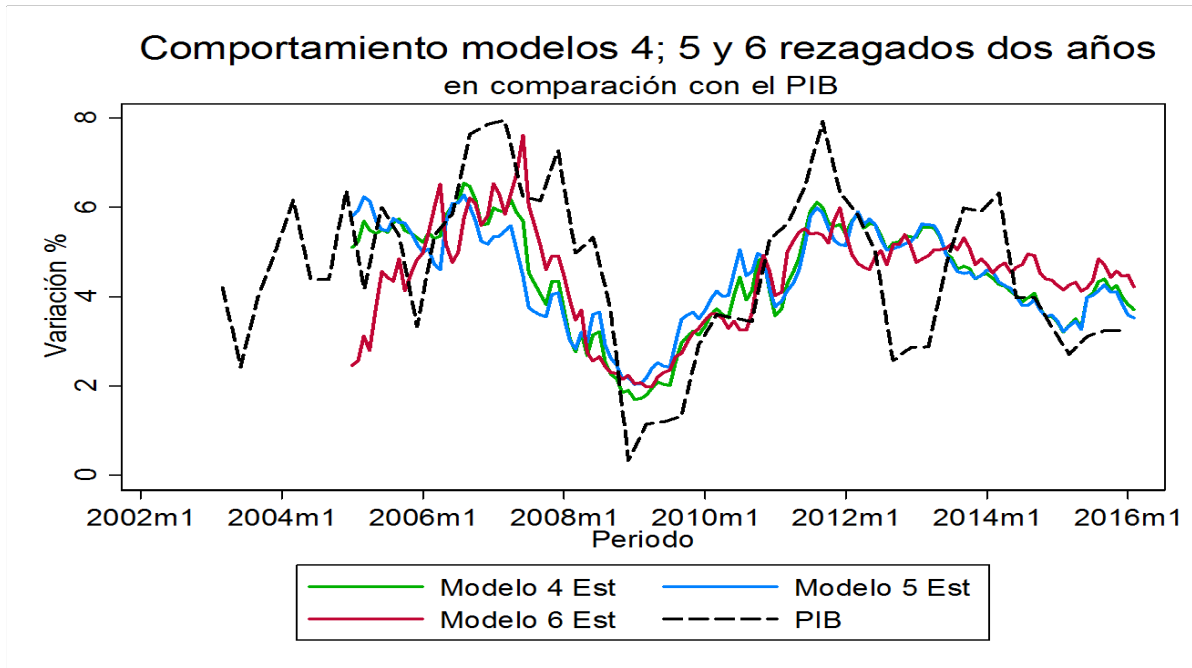


Figura 8

presentó durante los años 2008 y 2009, pero no pudo prever hasta qué punto se daría esta desaceleración. De igual forma, logró anticipar, nuevamente con buena sincronización, la recuperación que se dio entre finales del 2009 y finales del 2012 pero no hubiera logrado pronosticar que la recuperación llegaría a variaciones del orden del 8%. De esta forma, puede considerarse que los diferentes spreads de la curva cupón cero de los TES, son un buen instrumento para que los creadores de política económica puedan anticipar la tendencia del crecimiento económico en Colombia.

Conclusiones

1. El propósito de este trabajo consistió en estimar la relación entre el spread de la curva cupón cero de los TES y la actividad económica en Colombia utilizando datos mensuales tanto del spread como para el ISE, este último utilizado como proxy de la actividad mensual, entre 2003 y 2016. Consistente con lo encontrado por Estrella y Hardouvelis (1991) y Estrella y Mishkin (1995a) para Estados Unidos y por Estrella y Mishkin (1995b) y Hu (1993) para los países desarrollados, este trabajo pone en evidencia que para el caso colombiano existe una relación positiva entre el crecimiento económico y el spread de la estructura a plazo de los TES.
2. Los spreads de largo versus corto, mediano versus corto y largo versus mediano plazo de la curva cupón cero de los TES logran anticiparse con mayor precisión al Indicador de Seguimiento a la Economía aproximadamente dos años antes, lo cual obtiene información relevante para predecir la tendencia del ciclo económico en Colombia.
3. Incluir variables financieras como índices bursátiles, para el caso colombiano el IGBC y el COLCAP, no genera ningún valor de predicción complementario al spread de la curva cupón cero de los TES para estimar el comportamiento del Indicador de Seguimiento a la Economía (ISE).
4. La variación mensual del IPC rezagado tres meses, es la variable que más agrega valor de predicción a los modelos planteados. Sin embargo, introducir esta variable lleva a que la capacidad predictiva de los modelos pasen de un mediano a un corto plazo, pues solo se podrán realizar estimaciones para los próximos tres meses.
5. Es de utilidad para la autoridad monetaria del país tener en cuenta los modelos que analizan el impacto individual de spread para lograr una predicción de mediano plazo sobre la tendencia del crecimiento económico y considerar los modelos que incluyen la variación del IPC para tener una aproximación de corto plazo tanto para el ISE como para la variación del PIB.
6. Todos los modelos planteados, es decir, tanto aquellos que analizan el impacto individual de los diferentes spreads, como aquellos que incluyen la variación mensual del IPC, son un buen instrumento para que los creadores de política económica puedan anticipar la tendencia del ciclo económico en Colombia.

7. Este análisis, a diferencia de los trabajos realizados anteriormente para Colombia, incorpora las expectativas de los agentes sobre el desempeño económico de largo plazo mediante el uso de tasas a diez y cinco años para los cálculos de los spread. Adicionalmente, logra predecir la tendencia del ciclo económico en Colombia más no la probabilidad de entrar en un periodo de desaceleración como es el caso de Arango et al. (2003).

Anexos

Rezago	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3	
	Beta	Estadístico t	Beta	Estadístico t	Beta	Estadístico t
1	-0.1123	-1.4494	-0.0738	-0.8062	-0.5490	-2.3401
2	-0.0749	-0.9707	-0.0312	-0.3469	-0.4651	-1.8342
3	-0.0192	-0.2476	0.0389	0.4340	-0.3766	-1.4071
4	0.0252	0.3233	0.0915	1.0022	-0.2866	-1.0596
5	0.0722	0.8923	0.1519	1.6312	-0.2193	-0.8030
6	0.1068	1.2863	0.1807	1.9502	-0.0812	-0.2916
7	0.1358	1.6099	0.1999	2.1327	0.0636	0.2298
8	0.1771	2.1137	0.2376	2.5775	0.2168	0.8020
9	0.1921	2.3150	0.2483	2.6811	0.2945	1.1285
10	0.2199	2.6733	0.2756	2.9965	0.3950	1.5410
11	0.2572	3.1536	0.2991	3.2139	0.6033	2.3432
12	0.3076	3.7447	0.3425	3.5967	0.8243	3.1719
13	0.3595	4.3709	0.3970	4.1209	0.9942	3.7413
14	0.4097	5.0100	0.4523	4.6264	1.1508	4.3407
15	0.4397	5.2721	0.4763	4.6177	1.3002	5.0887
16	0.4795	5.7489	0.5199	4.9015	1.4215	5.7764
17	0.5112	6.2449	0.5442	5.0902	1.5765	6.8868
18	0.5332	6.7089	0.5703	5.4644	1.6305	6.8439
19	0.5539	7.3712	0.5978	6.1976	1.6625	6.8403
20	0.5564	7.6109	0.6047	6.5717	1.6439	6.7593
21	0.5840	8.1327	0.6442	7.1036	1.6702	7.0561
22	0.5992	8.5883	0.6621	7.2618	1.7082	6.9563
23	0.6088	8.8401	0.6721	7.3152	1.7416	7.1448
24	0.6109	9.1811	0.6560	7.2435	1.8522	8.4182
25	0.5995	8.9302	0.6339	6.9070	1.8775	8.0758
26	0.5808	8.4385	0.6014	6.3999	1.8922	8.0511
27	0.5658	8.2737	0.5745	6.1074	1.9084	8.7829
28	0.5399	7.8425	0.5381	5.7608	1.8788	8.7956
29	0.5240	7.0954	0.5278	5.3985	1.7939	8.5376
30	0.5124	6.6521	0.5335	5.2000	1.6604	7.8229
31	0.5029	6.5511	0.5431	5.1304	1.5205	7.0284
32	0.4963	6.4302	0.5605	5.1347	1.3635	6.1189
33	0.4666	6.0858	0.5438	4.9979	1.1871	5.1373
34	0.4375	5.6851	0.5275	4.9897	1.0176	4.3582
35	0.4111	5.2961	0.5242	5.1731	0.8026	3.2754
36	0.3827	4.8912	0.5315	5.4507	0.5154	2.0198

Tabla 2
Resultados estimaciones MCO Modelos 1, 2 y 3

Rezago del spread	Est. VIF Modelo 4	1/VIF Modelo 4	VIF Modelo 5	1/VIF Modelo 5	VIF Modelo 6	1/VIF Modelo 6
1	1,016	0,984	1,042	0,960	1,008	0,992
2	1,013	0,987	1,042	0,959	1,019	0,981
3	1,011	0,989	1,046	0,956	1,035	0,966
4	1,008	0,992	1,041	0,961	1,047	0,955
5	1,004	0,996	1,033	0,968	1,057	0,946
6	1,002	0,998	1,025	0,976	1,067	0,937
7	1,000	1,000	1,020	0,981	1,076	0,930
8	1,000	1,000	1,016	0,985	1,087	0,920
9	1,000	1,000	1,013	0,988	1,099	0,910
10	1,001	0,999	1,011	0,989	1,113	0,898
11	1,001	0,999	1,010	0,990	1,123	0,891
12	1,001	0,999	1,009	0,991	1,122	0,891
13	1,001	0,999	1,009	0,991	1,120	0,893
14	1,001	0,999	1,008	0,992	1,110	0,901
15	1,001	0,999	1,006	0,994	1,096	0,913
16	1,001	0,999	1,007	0,993	1,084	0,923
17	1,000	1,000	1,008	0,992	1,071	0,933
18	1,000	1,000	1,011	0,989	1,061	0,943
19	1,001	0,999	1,016	0,984	1,054	0,948
20	1,002	0,998	1,020	0,981	1,042	0,959
21	1,004	0,996	1,022	0,979	1,025	0,975
22	1,007	0,993	1,024	0,977	1,011	0,989
23	1,011	0,989	1,024	0,976	1,003	0,997
24	1,013	0,987	1,023	0,977	1,000	1,000
25	1,017	0,983	1,024	0,977	1,001	0,999
26	1,021	0,979	1,027	0,974	1,003	0,997
27	1,027	0,974	1,031	0,970	1,006	0,994
28	1,034	0,968	1,036	0,966	1,011	0,989
29	1,040	0,962	1,039	0,963	1,018	0,982
30	1,042	0,960	1,036	0,965	1,027	0,974
31	1,043	0,959	1,032	0,969	1,039	0,962
32	1,046	0,956	1,029	0,972	1,057	0,946
33	1,051	0,951	1,029	0,972	1,079	0,927
34	1,059	0,944	1,030	0,971	1,105	0,905
35	1,066	0,938	1,030	0,971	1,133	0,883
36	1,072	0,933	1,030	0,971	1,164	0,859

Tabla 3
Pruebas de multicolinealidad a los Modelos 4, 5 y 6

Rezago	Modelo 4		Modelo 5		Modelo 6	
	Chi2	Prob > Chi2	Chi2	Prob > Chi2	Chi2	Prob > Chi2
1	19.340	0.002	18.720	0.002	13.700	0.018
2	19.130	0.002	18.470	0.002	14.090	0.015
3	21.870	0.001	20.180	0.001	15.130	0.010
4	25.060	0.000	20.300	0.001	20.870	0.001
5	28.780	0.000	22.690	0.000	25.260	0.000
6	31.430	0.000	26.050	0.000	24.100	0.000
7	31.040	0.000	27.420	0.000	20.080	0.001
8	30.780	0.000	28.450	0.000	18.420	0.003
9	28.030	0.000	25.920	0.000	19.450	0.002
10	26.170	0.000	23.940	0.000	22.830	0.000
11	24.310	0.000	21.390	0.001	22.800	0.000
12	21.450	0.001	18.820	0.002	21.710	0.001
13	18.040	0.003	17.020	0.005	19.840	0.001
14	13.840	0.017	16.210	0.006	17.630	0.003
15	10.200	0.070	11.510	0.042	14.840	0.011
16	9.000	0.109	8.450	0.133	17.300	0.004
17	8.220	0.145	7.740	0.171	17.550	0.004
18	8.310	0.140	7.230	0.204	17.080	0.004
19	10.810	0.055	10.140	0.071	14.200	0.014
20	12.730	0.026	12.650	0.027	12.160	0.033
21	10.970	0.052	11.760	0.038	11.870	0.037
22	13.370	0.020	11.580	0.041	12.360	0.030
23	13.570	0.019	11.190	0.048	11.860	0.037
24	17.800	0.003	15.800	0.007	9.900	0.078
25	16.860	0.005	14.810	0.011	5.040	0.411
26	12.570	0.028	10.880	0.054	5.940	0.312
27	13.260	0.021	9.950	0.077	7.560	0.182
28	11.290	0.046	9.470	0.092	9.610	0.087
29	6.020	0.305	5.060	0.409	10.410	0.064
30	3.650	0.601	2.480	0.779	7.560	0.182
31	3.580	0.612	2.620	0.759	4.970	0.419
32	8.020	0.155	5.660	0.341	6.300	0.278
33	8.100	0.151	7.870	0.163	3.510	0.621
34	5.550	0.353	7.420	0.191	2.030	0.845
35	3.300	0.654	7.220	0.205	2.550	0.769
36	2.660	0.752	7.960	0.159	5.730	0.334

Tabla 4

Resultado pruebas de White para H_0 : Homocedasticidad. contra H_1 : Heterocedasticidad

Referencias

- Álvarez, M. R., Ramírez, A., y Rendón, A. (2010, Octubre). La curva de rendimientos como un indicador adelantado de la actividad económica, el caso colombiano: Período 2001-2009. *Ecos de Economía*(31), 36-63. Descargado de <http://search.proquest.com/openview/fe9563eecc9e1fe766850e8a30cb8313/1?pq-discretionary{-}{-}origsite=gscholar&cbl=1606335>
- Arango, L. E., Flórez, L. A., y Arosemena, A. M. (2003). *El tramo corto de la estructura a plazo como predictor de expectativas de la actividad económica en Colombia* (Borradores de Economía). Banco de la República. Subgerencia de estudios económicos. Descargado de <http://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra279.pdf>
- Arango, L. E., Melo, F. L., y Vasquez, M. D. (2002). *Estimación de la estructura a plazo de las tasas de interés* (Borradores de Economía). Banco de la República, Subgerencia de estudios económicos. Descargado de <http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/pdfs/borra196.pdf>
- BanRep. (s.f.). Página web del Banco de la República. Descargado de <http://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra279.pdf>
- Bernanke, B. S. (1990, Diciembre). On the predictive power of interest rates and interest rate spreads. *New England Economic Review*. Descargado de <http://www.bostonfed.org/economic/neer/neer1990/neer690d.pdf>
- Bernard, H., y Gerlach, S. (1996). *Does the term structure predict recessions? the international evidence* (Inf. Téc.). Basilea: Bank for International Settlements, Departamento economico y monetario. Descargado de <http://www.bis.org/publ/work37.pdf>
- Bosner-Neal, C., y Morley, T. R. (1997). *Does the yield curve spread predict real economic activity? A multicountry analysis* (Inf. Téc.). Federal Reserve Bank of Kansas City. Descargado de <https://www.kansascityfed.org/publicat/econrev/pdf/3q97bons.pdf>
- Clark, K. (1996, Julio). A near-perfect tool for economic forecasting the glamorous world of economic indicators. *Fortune*. Descargado de http://archive.fortune.com/magazines/fortune/fortune_archive/1996/07/22/214707/index.htm
- De Gregorio, J. (2012, Octubre). Macroeconomía teoría y políticas. En (p. 449-473). Pearson Education. Descargado de <http://www.degregorio.cl/pdf/Macroeconomia.pdf>

- Dueker, M. J. (1997). *Strengthening the case for the yield curve as a predictor of U.S. recessions*. (Inf. Téc.). Reserva Federal de St. Louis. Descargado de <https://research.stlouisfed.org/publications/review/97/03/9703md.pdf>
- Estrella, A. (1997). *Why do the interest rates predict macro outcomes? A unified theory of inflation, output, interest and policy* (Inf. Téc. n.º 9717). Reserva Federal de Nueva York. Descargado de https://www.newyorkfed.org/medialibrary/media/research/staff_reports/research_papers/9717.pdf
- Estrella, A. (2003, Aug). How stable is the predictive power of the yield curve? evidence from germany and the united states. *The Review of Economics and Statistics*, 85(3), 629-644. Descargado de <http://www.jstor.org.ezproxy.eafit.edu.co/stable/3211702>
- Estrella, A. (2005, Julio). Why does the yield curve predict output and inflation? *The Economic Journal*, 115(505), 722-744. Descargado de Retrievedfrom<http://www.jstor.org.ezproxy.eafit.edu.co/stable/3590455>
- Estrella, A., y Hardouvelis, G. A. (1991, Junio). The term structure as a predictor of real economic activity. *The journal of finance*, (XLVI)(2). Descargado de <http://www.jstor.org/stable/2328836>
- Estrella, A., y Mishkin, F. S. (1995a, Diciembre). Predicting U.S. recessions: Financial variables as leading indicators. *National Bureau of Economic Research*. Descargado de <http://www.nber.org/papers/w5379.pdf>
- Estrella, A., y Mishkin, F. S. (1995b). *The term structure rates and its role in the monetary policy of the European Central Bank* (Research Paper). Federal Reserve Bank of New York. Descargado de https://www.newyorkfed.org/medialibrary/media/research/staff_reports/research_papers/9526.pdf
- Fama, E. (1984). The information in the term structure. *Journal of Financial Economics*(13), 509-528.
- Fama, E. (1989, Junio). Term-structure forecasts of interest rates, inflation and real returns. *Journal of Monetary Economics*, 5976. Descargado de http://pages.stern.nyu.edu/~dbackus/GE_asset_pricing/Fama%20JME%2090.PDF
- Fisher, I. (1907). *The rate of interest*. The Macmillan Company.
- Friedman, B. M., y Kuttner, K. N. (1993, Enero). Why does the paper-bill spread predict real economic activity? *National Bureau of Economic Research*, 213-254. Descargado de <http://www.nber.org/chapters/c7193.pdf>

- Friedman, B. M., y Kuttner, K. N. (1994, Diciembre). Indicator properties of the paper-bill spread: lessons from recent experience. *National Bureau of Economic Research*(4969). Descargado de <http://www.nber.org/papers/w4969.pdf>
- Harvey, C. R. (1989, Octubre). Forecasts of economic growth from the bond and stock markets. *Financial Analysts Journal*, 38-45. Descargado de https://faculty.fuqua.duke.edu/~charvey/Research/Published_Papers/P2_Forecasts_of_economic.pdf
- Haubrich, J. G., y Dombrosky, A. M. (1996). *Predicting real growth using the yield curve* (Inf. Téc.). Federal Reserve Bank of Cleveland. Descargado de https://www.researchgate.net/publication/5028908_Predicting_Real_Growth_Using_the_Yield_Curve
- Hu, Z. (1993, Diciembre). The yield curve and real economic activity. *IMF Staff Papers*, (XL). Descargado de <http://www.jstor.org/stable/3867610>
- Laurent, R. D. (1989). *Testing the spread* (Inf. Téc.). Federal Reserve Bank of Chicago. Descargado de <https://chicagofed.org/~media/publications/economic-perspectives/1989/ep-jul-aug1989-part3-laurent-pdf.pdf>
- Mendoza Tolosa, H. A. (2014). *Indicador de seguimiento a la economía*. (Inf. Téc.). DANE, Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales. Descargado de <http://www.cepal.org/deype/noticias/noticias/7/53377/2014-SemCN-S4-CO-DANE.pdf>
- Miller, G. J. (1998). Handbook of research methods in public administration. En M. L. Whicker (Ed.), (Second ed., Vol. 134, p. 280). Marcel Dekker.
- Mishkin, F. S. (1988, Diciembre). The information in the term structure: Some further results. *Journal of Applied Econometrics*, III(4), 307-314. Descargado de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jae.3950030406/pdf>
- Mishkin, F. S. (1989, Septiembre). A multi-country study of the information in the term structure about future inflation. *National Bureau of Economic Research*(3125). Descargado de <http://www.nber.org/papers/w3125.pdf>
- Nelson, C. R., y Siegel, A. F. (1987, Octubre). Parsimonious modelling of yield curves. *The Journal of Business*, LX(4), 473-489. Descargado de <http://www.math.ku.dk/~rolf/teaching/NelsonSiegel.pdf>
- Newey, W. K., y West, K. D. (1987, Mayo). A simple, positive semi-definite, heteroskedasticity and autocorrelation consistent covariance matrix. *Econometrica*, (LV)(3), 703-708. Descargado de <http://www.ssc.wisc.edu/~kwest/publications/1980/A%20Simple%20PSD%20HAC%20Covariance%20Matrix.pdf>