

Lecturas alternativas de la estructura a plazo: una breve revisión de literatura

Angélica María Arosemena y Luis Eduardo Arango*

Banco de la República

Resumen

Consideraciones de equilibrio general o, por lo menos, más que parcial han permitido distintas lecturas a la curva de rendimientos. En este trabajo se presentan algunas de dichas las cuales básicamente la asocian con su capacidad de predicción de expectativas de inflación, tasas de interés, actividad económica y déficit fiscal. Excepto para las tasas de interés, la curva de rendimientos parece ser un instrumento exitoso en materia de predicción.

Clasificación JEL: E43, E31, E32, H60.

Palabras clave: curva de rendimientos, ecuación de Fisher, hipótesis de expectativas, tasas de interés, expectativas de inflación.

* Subgerencia de estudios económicos del Banco de la República. Las opiniones contenidas en este documento son responsabilidad exclusiva de los autores y no comprometen al Banco de la República ni a sus directivas. Se agradecen los comentarios de Carlos Esteban Posada. Los errores son únicamente de los autores.

1. Introducción

La política monetaria tiene sus objetivos básicos en la inflación, el tipo de cambio y las tasas de interés de manera que se pueda contar con un ambiente favorable al crecimiento económico. Sin embargo, los efectos de dicha política no son instantáneos. Esto es, la consecución de los objetivos no es inmediata sino que las medidas adoptadas surten efecto pasado un tiempo, una vez los agentes han actuado con la información disponible ex ante o han asimilado el efecto de algún choque.

La dinámica que induce la política económica en las variables económicas objetivo genera, en ocasiones, incertidumbre sobre su efectividad. Por ello, es común que el banco central observe la evolución de un amplio número de variables posiblemente relacionadas con los objetivos de mediano y largo plazo. La tarea de monitorear no es sencilla debido a que frecuentemente la información no está disponible de manera oportuna o precisa o porque su interpretación es difícil y requiere, por tanto, la elección de un modelo económico y unas herramientas estadísticas sofisticadas. Sin embargo, algunas variables escapan a estos problemas. En este sentido, la curva de rendimientos se constituye en un indicador central de los mecanismos de transmisión monetaria.

La estimación e interpretación de la curva de rendimientos y sus movimientos permiten llegar a conclusiones prácticas. Por ejemplo, la Reserva Federal la ha considerado como una de sus medidas “favoritas” para deducir si la política monetaria está siendo efectiva o no (Frankel y Lown, 1994). Adicionalmente, existe abundante evidencia sobre la información de carácter económico que se puede obtener a partir de la correcta interpretación de la curva de rendimientos.

En ese sentido, el objetivo de este trabajo es realizar una breve revisión de la literatura que relaciona la curva de rendimientos con las expectativas de inflación, las tasas de interés, el producto y el déficit fiscal en otras economías. Esto en razón a que en Colombia, debido al precario desarrollo de nuestro mercado de capitales, la investigación en esta área es prácticamente inexistente. Nuestra revisión bibliográfica toma en cuenta los países de cada estudio, su período muestral, la frecuencia de los datos, la forma de construcción de las variables (o sus *proxies*), los métodos de estimación y los resultados. Creemos que de esta manera se brinda un panorama más o menos completo de algunas de las investigaciones realizadas hasta el presente.

El trabajo está organizado como sigue. La sección 1 es la presente introducción. En la sección 2 se resumen brevemente los determinantes teóricos de la curva de rendimientos. Los aportes de Fisher, Hicks, Modigliani, Sucht y Cultberson constituyen la base de esta breve sección en la que se desarrollan las hipótesis de expectativas, de preferencia por la liquidez, del hábitat preferido y de segmentación del mercado. En la sección 3 se presentan los modelos teóricos o empíricos que apoyan las distintas interpretaciones de la curva de rendimientos en cuanto a la información que proporciona relacionada con las expectativas de inflación, las tasas de interés, la actividad económica y el déficit fiscal. La sección 4 presenta algunos comentarios finales.

2. Determinantes teóricos de la curva de rendimientos

La curva de rendimientos es una representación gráfica entre el rendimiento al vencimiento de activos financieros de la misma calidad crediticia¹ y sus respectivos períodos de vencimiento. Por su parte, la forma (pendiente) de la curva de rendimientos está determinada por diferentes características y fuerzas económicas. Los trabajos de Arango y otros (2002), Vásquez y Melo (2002) y Julio y otros (2002) constituyen las primeras estimaciones de la curva de rendimientos en Colombia.

La teoría de las expectativas y la teoría de la segmentación del mercado constituyen las principales explicaciones a la forma de la curva de rendimientos. A su vez, dependiendo de los supuestos subyacentes, la teoría de las expectativas puede dividirse en teoría pura de las expectativas, teoría de la liquidez y teoría del hábitat preferido.

Según la *teoría pura de las expectativas*, la forma de la curva de rendimientos se determina por las expectativas de los agentes acerca de la trayectoria futura de las tasas de interés, las cuales debido al proceso de arbitraje entre las diferentes opciones de inversión constituyen el mejor estimador disponible en el mercado. Los orígenes de esta explicación encuentran en Fisher (1896) y Hicks (1939) [ver posteriores desarrollos en Malkiel (1966) y Roll (1970, 1971)].

Suponiendo que los agentes son neutrales al riesgo e indiferentes a la liquidez de los títulos, que no existe segmentación de mercado, que no hay costos de transacción y que las expectativas sobre las tasas de interés futuras son óptimas e insesgadas, la teoría pura de las

¹ Preferiblemente, los activos deben ser libres de riesgo crediticio y sometidos a la misma legislación tributaria.

expectativas sugiere que la tasa de interés de largo plazo es el promedio matemático de las tasas de corto plazo vigente y esperadas². Así, por ejemplo, la tasa de interés de un título a 6 meses debe ser igual al promedio de la tasa de interés actual de un título a 3 meses y el pronóstico óptimo de la tasa de interés dentro de 3 meses. Por lo tanto, un inversionista debe ganar lo mismo invirtiendo en un título con vencimiento en 6 meses o invirtiendo en uno que vence en 3 meses y reinvertiendo el producto de la primera inversión en otro título con vencimiento en 3 meses³. En consecuencia, según la teoría pura de las expectativas, en el futuro próximo todos los activos financieros de la misma calidad crediticia, sin importar sus fechas de vencimiento, deberían ofrecer la misma rentabilidad debido a que los inversionistas, buscando oportunidades para hacer ganancias, eliminan todos los diferenciales de rentabilidad entre títulos lo cual hace que la curva de rendimientos sea más plana.

Si los agentes esperan una mayor inflación y con ello unas mayores tasas de interés futuras, los inversionistas se concentrarán en instrumentos de corto plazo, los cuales les permitirán reinvertir posteriormente sus recursos a tasas de interés mayores, mientras que los prestamistas contratarán préstamos a largo plazo para asegurar la menor tasa de interés vigente. Esta interacción de los agentes generará un exceso de demanda de fondos de largo plazo y un exceso de oferta de fondos de corto plazo, desequilibrio éste que será corregido por cambios en la tasa de interés: la tasa de corto plazo caerá mientras que la de largo plazo aumentará, generando un empinamiento en la curva de rendimientos.

De acuerdo con lo anterior, la teoría pura de las expectativas sugiere que cuando el mercado espera que la tasa de interés de corto plazo futura aumente (disminuya), la tasa de interés corriente de largo plazo deberá incrementarse (reducirse) ya que ésta es un promedio de la tasa de corto plazo vigente y de las tasas esperadas. Por lo tanto, si la curva de rendimientos no es plana, es decir dos o más bonos ofrecen rentabilidades diferentes, se puede deducir que el mercado espera un cambio en las tasas de interés futuras.

² Cox, Ingersoll y Ross (1981) presentan tres interpretaciones alternativas de la teoría pura de las expectativas. La primera sugiere que los inversionistas esperan un retorno similar para cualquier horizonte de inversión sin tener en cuenta la estrategia de vencimiento seleccionada. De acuerdo con esto, el inversionista espera el mismo retorno de una inversión de tres años, por ejemplo, sin tener en cuenta si el título vence en tres años, cinco años o diez años. La segunda interpretación, llamada de *expectativas locales*, sugiere que el retorno de la inversión será el mismo si el horizonte de inversión es corto. Es decir, si el inversionista tiene un horizonte de inversión a seis meses, la adquisición de cualquiera de los tres títulos mencionados antes producirá el mismo retorno a seis meses. La tercera interpretación, conocida como *expectativas de retorno al vencimiento*, sugiere que la renovación de títulos a corto plazo proporciona al inversionista un retorno igual al de un bono cero cupón de igual horizonte de inversión.

³ La teoría ignora todos los riesgos inherentes al proceso de reinversión.

Sin embargo, la teoría de expectativas puras ignora dos riesgos inherentes a las inversiones en títulos de igual riesgo crediticio con diferentes plazos de maduración. El riesgo de precio, según el cual el precio del activo financiero podría ser menor al esperado al finalizar el horizonte de inversión y el riesgo de reinversión, según el cual la tasa de interés a la que se reinvertirían los recursos recibidos periódicamente por concepto de cupón podría ser diferente. Esta debilidad observada en la teoría pura de las expectativas llevó a un nuevo planteamiento teórico que incorpora la incertidumbre presente en el mercado y la preferencia por liquidez de los agentes.

La *teoría de preferencia por la liquidez*, impulsada por Hicks (1939), acepta la capacidad de las expectativas para influenciar la forma de la curva de rendimientos. Sin embargo, plantea que, en un ambiente de incertidumbre y aversión al riesgo, los agentes prefieren los bonos de menor madurez por tener una mayor liquidez. Por lo tanto, los inversionistas aceptarían tener en sus portafolios títulos de largo plazo únicamente si dichos activos ofrecen una compensación (prima de liquidez) representada en una tasa de interés mayor, la cual debe hacer que el rendimiento de estos sea mayor al promedio de las tasas de corto plazo esperadas. Por tanto, la prima de liquidez ofrecida siempre será una función creciente del plazo al vencimiento.

Si los títulos de largo plazo no reconocen una prima de liquidez, los inversionistas preferirán mantener un portafolio de instrumentos de corto plazo para minimizar la variabilidad en su valoración mientras que, por su parte, los prestamistas preferirán contratar préstamos a largo plazo para garantizar su flujo de recursos. Desequilibrios eventuales entre oferta y demanda de fondos se corrigen mediante la incorporación de una prima de liquidez a la tasa de interés de cada título. Por lo tanto, la teoría de liquidez plantea que la curva de rendimientos normalmente exhibirá una pendiente positiva incluso si el mercado no espera cambios en las tasas de interés, invalidando parcialmente la teoría pura de las expectativas en el sentido que la tasa de interés implícita en la curva deje de ser un predictor óptimo e insesgado de las expectativas de la tasa de interés futura.

La *teoría del hábitat preferido* (Modigliani y Sutch, 1966) establece que los agentes con aversión al riesgo eliminan todo riesgo sistemático al situarse en su hábitat preferido: el tramo de la curva de rendimientos en el que la vida de sus activos coincide con la de sus pasivos. Es decir, el rendimiento para cada plazo de inversión es función de la oferta y la demanda de recursos para dicho horizonte temporal. Sin embargo, debido a la segmentación del mercado, en aquellos vencimientos donde la demanda de fondos es insuficiente los emisores de bonos deberán ofrecer

tasas de interés mayores que incorporen una prima de riesgo para lograr así que los agentes abandonen sus hábitat preferidos y viceversa. Dicha prima puede ser positiva o negativa y representa la remuneración al riesgo de desequilibrio de la curva de rendimientos, la cual depende tanto del horizonte de inversión como de la importancia relativa de los inversionistas⁴.

Esta teoría estipula, por tanto, que la forma de la curva de rendimientos está determinada por las expectativas de las tasas de interés futuras y las primas de riesgo que inducen a los agentes a abandonar sus hábitat preferidos. Dichas primas no son necesariamente función positiva y creciente del plazo al vencimiento de cada inversión.

Finalmente, la *teoría de la segmentación del mercado* (Cultberson, 1957) al igual que la teoría del hábitat preferido, establece que los inversionistas tienen hábitat preferidos en los cuales ajustan perfectamente los vencimientos de sus pasivos con los de sus activos. Sin embargo, ésta teoría sostiene que prestamistas y prestatarios se limitan a ciertos segmentos de la curva de rendimientos de acuerdo con la regulación, el costo de la información, etc., siendo indiferentes a las primas de riesgo ofrecidas por los diferentes activos financieros. De esta manera, las tasas de interés de los títulos con diferentes plazos de maduración se determinarán independientemente por las condiciones de la oferta y la demanda en cada segmento del mercado.

Los determinantes de la estructura a plazo de la tasa de interés son fundamentales en el diseño y ejecución de la política monetaria. Así por ejemplo, el aumento de las tasas de interés de corto plazo podría reducir las expectativas de inflación y las tasas de interés de largo plazo, lo cual abriría un mayor espacio para la inversión. Sin embargo, en el contexto de segmentación del mercado, mayores tasas de interés de corto plazo tienen muy poco efecto sobre las tasas de interés de largo plazo.

De los determinantes teóricos de la estructura a plazo, la literatura ha dedicado un mayor espacio a la hipótesis de expectativas, ya que la capacidad de predicción de la curva de rendimientos pasa por la tasa de interés, la cual, una vez insertada en distintos modelos, postulados y mecanismos de transmisión permiten distintas lecturas a la curva. Entre estas se destacan su capacidad de liderar el comportamiento futuro de otras variables como las expectativas de inflación, las tasas de interés y la actividad económica y su asociación con el déficit fiscal. En la siguiente sección se presentan dichas interpretaciones. Como se señaló en el párrafo anterior, la capacidad que tienen las tasas de interés de corto plazo de afectar las tasas de

⁴ La teoría del hábitat preferido rechaza la hipótesis de que la prima de riesgo debe aumentar monótonicamente con el vencimiento.

interés de largo plazo dan una idea de la importancia de las hipótesis de prima de liquidez, del hábitat preferido y, principalmente, de la segmentación del mercado en la explicación de la forma de la curva de rendimientos.

3. Interpretaciones de la curva de rendimientos

En esta sección se discute, en primer lugar, la capacidad de la curva de rendimientos para predecir el comportamiento de las expectativas de inflación. Posteriormente, se analiza su capacidad de predecir las expectativas sobre tasas de interés y actividad económica. Finalmente, se analiza el vínculo entre el déficit fiscal y la estructura a plazo de las tasas de interés.

3.1. Expectativas de inflación

Las expectativas de inflación son una variable no observable, por lo cual se busca estimarlas a partir de otras variables observables como la estructura a plazo de las tasas de interés, debido a que las tasas de interés nominales incorporan, entre otros posibles elementos, una prima que representa el “pronóstico” del mercado sobre la inflación futura. En consecuencia, los cambios en la pendiente de la estructura a plazo pueden contener información acerca de la trayectoria futura de la inflación esperada por los agentes. Así, una pendiente más inclinada de la curva, podría estar reflejando mayores expectativas de inflación y, al mismo tiempo, un menor compromiso del banco central por mantener la estabilidad de precios.

El estudio de la relación entre la estructura a plazo de la tasa de interés nominal y la trayectoria futura de la inflación ha seguido al menos dos aproximaciones diferentes. La primera, desarrollada por Mishkin (1990a), está fundamentada en la ecuación de Fisher y supone que las expectativas son racionales y que la pendiente de la estructura a plazo de la tasa de interés real es constante en el tiempo. La segunda aproximación, propuesta por Frankel y Lown (1994), es más flexible en el sentido que no requiere del supuesto de una tasa de interés real constante⁵. Otros autores [e.g., Fernández (2000) y Kozicki (1997)], sin contar con un modelo específico, también han estudiado la relación empírica entre la estructura a plazo y las expectativas de inflación.

⁵ Este no parece ser, a nuestro juicio, lo que propone Mishkin. Lo que él supone es que la pendiente de la estructura real permanece constante.

3.1.1. Ecuación de Fisher, tasa de interés real y expectativas racionales

La hipótesis que se plantea bajo este enfoque (Mishkin 1990a) es que, si la tasa de interés real es constante, los cambios en las tasas de interés de corto y largo plazo reflejarán el cambio en las expectativas de inflación futura. Así, partiendo de la ecuación de Fisher⁶, y suponiendo que las expectativas de los agentes son racionales y que la pendiente de la estructura a plazo real es constante a través del tiempo, se concluye la existencia de una relación positiva entre la estructura a plazo de la tasa de interés nominal y la inflación futura. Considere la ecuación de Fisher:

$$i_t^m = rr_t^m + E_t \pi_t^m \quad (1)$$

donde π_t^m representa la inflación entre el periodo t y el periodo m ($\geq t$), i_t^m y rr_t^m representan las tasas de interés nominal y real, respectivamente, entre t y m ; finalmente, E_t es el operador de expectativas. Reordenando (1), la tasa de inflación esperada en t al final del periodo m es igual a la diferencia entre las tasas de interés nominal y real en t para un bono que redime en el periodo m :

$$E_t \pi_t^m = i_t^m - rr_t^m \quad (2)$$

El supuesto de expectativas racionales implica que:

$$\pi_t^m = E_t \pi_t^m + \varepsilon_t^m \quad (3)$$

Sustituyendo (2) en (3) se obtiene que:

$$\pi_t^m = i_t^m - rr_t^m + \varepsilon_t^m \quad (4)$$

Finalmente, al sustraer de (4) la inflación del periodo n , se obtiene la *ecuación básica del cambio en la inflación*:

$$\pi_t^m - \pi_t^n = \alpha_t^{m,n} + \beta_{m,n} [i_t^m - i_t^n] + \eta_t^{m,n} \quad (5)$$

donde:

$$\alpha_t^{m,n} = \overline{rr}_t^n - \overline{rr}_t^m, \quad \beta_{m,n} = 1, \quad \eta_t^{m,n} = \varepsilon_t^m - \varepsilon_t^n - (u_t^m - u_t^n),$$

$$u_t^m = rr_t^m - \overline{rr}_t^m, \quad u_t^n = rr_t^n - \overline{rr}_t^n.$$

Suponiendo que las expectativas son racionales y que la pendiente de la estructura a plazo real, $rr_t^m - rr_t^n$, es constante a través del tiempo, las pruebas de la significancia estadística del

⁶ Según la cual, la tasa de interés nominal se ajusta en una relación 1 a 1 con la tasa de inflación esperada.

coeficiente $\beta_{m,n}$ muestran el contenido de información sobre las expectativas de inflación y/o los movimientos de la tasa de interés real de la pendiente de la estructura a plazo de la tasa de interés. El rechazo de la primera hipótesis nula ($\beta_{m,n} = 0$) evidencia que la estructura a plazo contiene información significativa acerca de la trayectoria futura de la inflación, mientras que el rechazo de la segunda hipótesis nula ($\beta_{m,n} = 1$) evidencia que la pendiente de la estructura a plazo de la tasa de interés real no es constante en el tiempo.

Mishkin (1990a, b), aplica el enfoque anterior al caso de Estados Unidos. El primero, emplea, para el período muestral 1964:2 - 1986:12, las tasas de interés mensuales de las letras del tesoro con vencimiento a 1, 3, 6, 9 y 12 meses y la inflación calculada a partir del IPC, mientras que Mishkin (1990b) cubre el periodo muestral 1953 – 1987, tomando la misma fuente para la inflación y las tasas de interés mensuales de los bonos cero cupón con vencimiento a 1, 2, 3, 4 y 5 años, siendo siempre la tasa a 1 año la tasa de referencia de corto plazo. Para identificar si los cambios en los regímenes monetarios experimentados en 1979 y 1982 alteraron la relación entre las tasas de interés y la inflación, Mishkin (1990a) divide el espacio muestral en 3 subperiodos: 1964:2 - 1979:10, 1979:11 - 1982:10 y 1982:11 - 1986:12, mientras que Mishkin (1990b) lo divide en los años previos y posteriores al cambio en el régimen monetario de 1979.

La estimación de la ecuación (5), realizada por MCO (corrigiendo problemas de correlación serial y haciendo ajustes por muestra pequeña), sugiere que el *spread* de tasas de interés de los títulos con vencimiento igual o inferior a 6 meses no provee información sobre la inflación futura, mientras que el *spread* de los títulos con vencimiento igual o superior a 9 meses sí contiene información relevante acerca de las expectativas de inflación. Las estimaciones de los subperiodos muestrales exhiben resultados similares, lo cual permite concluir que la información contenida en la estructura a plazo acerca de la inflación futura no depende del régimen monetario vigente. La evidencia empírica, entonces, señala que para el caso de Estados Unidos la pendiente de la curva de rendimiento de largo plazo (1 a 5 años) constituye un indicador importante de las expectativas sobre presiones inflacionarias futuras que enfrenta la economía: cuando la pendiente de la curva se empina, es posible esperar presiones inflacionarias y viceversa.

Con una muestra más amplia de países (Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Bélgica, Francia, Alemania, Italia, Países Bajos, Suiza y Japón), Mishkin (1991) calcula la pendiente de la

curva de rendimientos a partir de las tasas de interés a 1, 3, 6 y 12 meses del *Euro Deposit Market*⁷ utilizando datos mensuales para el periodo 1973:4 – 1986:12.

En contraste con los resultados obtenidos para Estados Unidos, este trabajo revela que la estructura a plazo contiene poca información acerca de las expectativas de inflación. En efecto, de todos los coeficientes $\beta_{m,n}$ estimados, menos de 25% resultaron ser significativos en términos estadísticos y no siempre exhibieron el signo positivo esperado. Por países, la hipótesis sólo es favorecida en el caso de Estados Unidos, Francia y el Reino Unido. En Francia, todos los coeficientes $\beta_{m,n}$ estimados fueron positivos y significativos en términos estadísticos en 4 de las 6 combinaciones calculadas⁸ y para el Reino Unido, los parámetros estimados para todas las pendientes de la curva de rendimientos calculadas exhibieron el signo positivo esperado aunque únicamente dos de ellos⁹ resultaron ser estadísticamente significativos. Adicionalmente, el autor estimó la ecuación (5) por el método SUR y encontró que las conclusiones anteriores se mantienen para Francia y el Reino Unido, al tiempo que los parámetros estimados para Alemania e Italia exhibieron los signos esperados y fueron estadísticamente significativos¹⁰. Para Canadá, Bélgica, los Países Bajos, Suiza y Japón la estructura a plazo de la tasa de interés de títulos con fecha de maduración en un lapso de tiempo menor o igual a los 12 meses no proporcionaron, entonces, información sobre las expectativas de la inflación futura.

Jorion y Mishkin (1991) complementan el trabajo anterior al investigar con una periodicidad mensual el tramo largo de la curva de rendimientos de Estados Unidos, el Reino Unido, Alemania y Suiza. En este caso, el periodo muestral, 1973:8 y 1989:6, se extiende en 3 años en comparación con Mishkin (1991) y se diferencia de este último al utilizar las tasas de interés a 1, 2, 3, 4 y 5 años de los títulos del gobierno. Los resultados de este estudio corroboran la hipótesis de que el tramo largo de la estructura a plazo de la tasa de interés pronostica los cambios futuros en la inflación en los cuatro países estudiados. Sin embargo, hay que destacar que la evidencia encontrada para el Reino Unido es menos contundente que la obtenida con el tramo corto de la curva de rendimientos.

⁷ El autor analizó las siguientes combinaciones de tasas de interés como medida de la pendiente de la curva de rendimientos: (m=3, n=1), (m=6, n=1), (m=6, n=3), (m=12, n=1), (m=12, n=3) y (m=12, n=6).

⁸ (m=3, n=1), (m=6, n=1), (m=6, n=3), (m=12, n=1).

⁹ Los de los tramos (m=12, n=3) y (m=12, n=6).

¹⁰ Para Alemania (m=3, n=1), (m=6, n=1), (m=12, n=1), (m=12, n=3) y (m=12, n=6) y para Italia (m=6, n=3), (m=12, n=1), (m=12, n=3) y (m=12, n=6).

Day y Lange (1997) se concentran exclusivamente en el caso canadiense para el periodo muestral 1967:1 - 1995:2¹¹. La contribución principal de este estudio es la inclusión de variables de información adicionales, tales como la inflación corriente, en la ecuación (5). Los autores argumentan que la relación entre la pendiente de la curva de rendimientos de la tasa de interés nominal y las expectativas de inflación debe ser interpretada con cautela por dos razones fundamentales. En primer lugar, porque es posible que en el corto plazo, si la tasa de interés real no es constante, la relación positiva entre la estructura a plazo de la tasa de interés nominal y la inflación no se mantenga y en segundo lugar, porque, posiblemente, los pronósticos de tasas de interés de los agentes no incorporan otras variables que influyen en la inflación y por lo tanto, la relación entre la estructura a plazo de la tasa de interés nominal y la inflación, en el corto plazo, no se mantenga.

Al incluir la inflación corriente, la ecuación (5) se convierte en:

$$\pi_t^m - \pi_t^n = \alpha_{m,n} + \beta_{m,n} [i_t^m - i_t^n] + \gamma_{m,n} \pi_t^n + \eta_t^{m,n} \quad (5')$$

donde π_t^n es la inflación anual en el periodo n . Este ejercicio mostró que la inflación actual captura una cantidad de información importante acerca del cambio futuro en la inflación ya que, con su inclusión, mejoran radicalmente todos los \bar{R}^2 al tiempo que los coeficientes $\beta_{m,n}$ estimados y su nivel de significancia prácticamente no variaron con relación a la estimación sin incluir esta variable¹². Utilizando la inflación sin alimentos, energía y excluyendo los efectos de los impuestos indirectos, para el periodo 1984 – 1993, se encontró un resultado similar. Estos ejercicios, entonces, permiten concluir que el tramo largo de la curva de rendimientos contiene información importante acerca de la trayectoria futura de la inflación.

Al incluir otras variables dependientes, la ecuación básica del cambio en la inflación se convierte en:

$$\pi_t^m - \pi_t^n = \alpha_{m,n} + \beta_{m,n} [i_t^m - i_t^n] + \sum_j \gamma_{m,j} (Z_{j,t} - Z_{j,t-p}) + \eta_t^{m,n} \quad (5'')$$

donde Z son las diferentes variables reales, monetarias y financieras incluidas: la brecha de M1, M2 aumentado, el índice accionario de la Bolsa de Toronto, el índice de precios de *commodities*

¹¹ Al igual que los trabajos anteriormente reseñados, la inflación corresponde a la variación del IPC mientras que la tasa de interés corresponde a la observación del último miércoles de cada mes de los bonos domésticos emitidos por el gobierno de Canadá con vencimiento a 1, 2, 3, 4 y 5 años, siendo siempre la tasa de interés a 1 año la tasa de referencia de corto plazo.

¹² La inclusión de los errores de pronóstico rezagados incrementó la capacidad predictiva del ejercicio en cerca de 50%.

del Banco de Canadá y la brecha del producto. De este ejercicio se concluyó que el poder predictivo de la curva de rendimientos se mantiene incluso ante la introducción de estas variables adicionales. En particular, la cantidad de información obtenida aumentó con la inclusión de M2 aumentado para todos los horizontes y el índice de precios de *commodities* para el diferencial de tasas de interés de 2 y 4 años. La brecha del producto parece contener información adicional para el *spread* de 3 y 5 años, al tiempo que ni el índice accionario ni la brecha de M1 añaden información para ningún horizonte temporal. La capacidad de pronóstico del modelo con la inclusión de estas variables de información es similar a la resultante con la adición del nivel actual de inflación, por lo que se concluye que los agentes no toman en cuenta información contenida en otros indicadores.

Schich (1999) siguiendo el enfoque de Mishkin analiza el caso de Alemania, empleando las tasas de interés de los títulos del gobierno con vencimiento entre 1 y 10 años para el periodo 1972:9 - 1997:10. Utiliza dos diferentes metodologías para la estimación de la curva de rendimientos debido a que no todos los papeles emitidos por el gobierno alemán corresponden a bonos cero cupón. La primera es una regresión logarítmica lineal que sigue la tradición del Bundesbank, mientras que la segunda corresponde a los métodos de Nelson y Siegel (1987) y Svensson (1994), el cual supone que los rendimientos de los papeles con cupón cero se pueden describir en términos exponenciales¹³. Este trabajo concluye que la pendiente de la curva de rendimientos contiene información relevante sobre los cambios futuros de la inflación, especialmente en el tramo de más largo plazo (de 3 a 8 años), al tiempo que las conclusiones generales se mantienen al emplear cualquiera de las dos metodologías de estimación de las curvas de rendimientos.

Castellanos y Camero (2002) estudian la capacidad predictiva de la curva de rendimientos al tiempo que la comparan con otros modelos sencillos (ARIMA) para el caso de México en el periodo 1985–2000. Debido a que en este periodo la economía mexicana sufrió significativos cambios en materia de regulación y régimen de tipo de cambio, los autores consideraron conveniente dividir el periodo de acuerdo con las condiciones variantes de la economía en tres subperíodos: 1985–1987, 1988–1994 y 1996–1999. La variable de referencia para la tasa de

¹³ Sobre estos métodos aplicados al caso de Colombia ver Arango y otros., 2002.

interés es la resultante de la subasta primaria semanal de los Certificados de la Tesorería¹⁴ a 1, 3, 6 y 12 meses¹⁵ mientras que la inflación es calculada a partir del IPC.

Siguiendo la metodología de Mishkin (1990a), Castellanos y Camero concluyen para el caso mexicano que la pendiente de la curva de rendimientos tiene cierta capacidad para pronosticar la inflación futura a partir de 1996, año en el cual se reduce la regulación financiera al tiempo que se adopta un régimen de tipo de cambio flexible. Sin embargo, dicha capacidad de pronóstico resultó ser limitada y significativamente menor a la observada utilizando otros modelos sencillos.

En los trabajos empíricos se postula como conclusión general que es el tramo largo de la estructura a plazo el que mayor cantidad de información contiene acerca de los cambios futuros de la inflación. Surge por tanto, la pregunta ¿por qué hay más información acerca de los cambios futuros de la inflación en el tramo más largo de la estructura a plazo?. Mishkin (1990a) basado en Fama (1984) y Hardouvelis (1988) establece que, bajo el supuesto de expectativas racionales, el parámetro $\beta_{m,n}$ será igual a $\beta_{m,n} = (\sigma^2 + \rho\sigma) / (1 + \sigma^2 + 2\rho\sigma)$, donde, σ es la sensibilidad de los cambios en la inflación esperada ante los cambios en la pendiente de la estructura a plazo de la tasa de interés real, $\sigma = E_t(\pi_t^m - \pi_t^n) / E_t(rr_t^m - rr_t^n)$ y, ρ mide la correlación entre los cambios en la inflación esperada con la pendiente de la estructura a plazo real. Entonces, a medida que la variabilidad de la inflación se incrementa, en relación con la pendiente de la estructura real, el coeficiente $\beta_{m,n}$ aumenta. En consecuencia, como en el corto plazo la inflación es menos variable que la tasa de interés real, se espera que los coeficientes $\beta_{m,n}$ sean más pequeños en los papeles de corta madurez con respecto a los de mayor madurez. Adicionalmente, los coeficientes serán mayores entre mayor sea la correlación entre la inflación esperada y la pendiente de la curva de rendimientos.

En resumen, para los títulos de largo plazo la variación en los cambios de la inflación esperada es sustancialmente mayor a los cambios en la pendiente de la estructura correspondiente a la tasa de interés real. Por su parte, en los papeles de corto plazo, la variabilidad de la pendiente de la estructura de la tasa de interés real supera a los cambios esperados en la inflación, generando menores σ y consecuentemente, menores $\beta_{m,n}$.

¹⁴ Estos bonos tienen cupón cero y son emitidos a plazos de 27, 91, 182, 364 y 728 días.

¹⁵ Con $m = \{3, 6, 12\}$ y $n = \{1, 3, 6\}$.

3.1.2. Metodología de Frankel y Lown

Según Frankel y Lown (1994) la aproximación metodológica de Mishkin pierde atractivo al estar fundamentada en el supuesto de que la tasa de interés real es constante, cuando la evidencia empírica no soporta dicha hipótesis¹⁶. Con precios rígidos en el corto plazo, la política monetaria es efectiva únicamente si está en capacidad de alterar la tasa de interés real y por esta vía, la demanda de bienes. Frankel y Lown sugieren una técnica alternativa para estimar la curva de rendimientos, la cual no se restringe únicamente al *spread* entre las tasas de interés de referencia de largo y de corto plazos sino que involucra todos puntos disponibles para construir la curva.

Este enfoque supone, por un lado, que la tasa de interés de largo plazo es un reflejo de las expectativas futuras de las tasas de interés de corto plazo y, por otro, que los agentes esperan que la tasa de inflación de largo plazo sea incorporada dentro de la tasa de interés nominal a medida que transcurre el tiempo. La combinación de estos dos supuestos implica que la tasa de interés de largo plazo reflejará mejor, que la tasa de interés de corto plazo, la inflación esperada y en consecuencia, será posible extraer de la pendiente de la estructura a plazo indicadores acerca de la tasa de interés real, del estado actual de la política monetaria y de la trayectoria esperada en la inflación. Adicionalmente, los autores enfatizan que si bien la tasa de interés real de corto plazo no es constante, los agentes esperan que ésta, en ausencia de choques, converja a un determinado valor en el largo plazo. Es decir, tratan de caracterizar el hecho de que la tasa de interés real no es una constante en el corto plazo pero que en el largo plazo, sigue una trayectoria más regular. Más formalmente, lo anterior sugiere:

$$\frac{di_t}{dt} = -\delta(i_t - \pi_0^e - r) \quad (6)$$

donde i_t es la tasa de corto plazo, π_0^e es la inflación de largo plazo esperada en el momento 0, r es la tasa de interés real constante de largo plazo y δ es la velocidad de ajuste esperada.

Tomando expectativas de la ecuación (6), a partir del momento cero, se puede expresar la tasa de interés nominal en t como una suma ponderada de la tasa de interés nominal de largo plazo y la tasa de interés nominal actual:

¹⁶ Frankel y Lown estimaron también la ecuación (5) tomando 2 puntos extremos de la curva de rendimientos: la tasa de interés de 5 años y la tasa de intervención. Encontrando una relación más fuerte que la obtenida por Mishkin y así, corroboraron que el *spread* entre estas dos tasas “extremas” es una mejor medida de la pendiente de la curva de rendimientos, lo cual permite obtener mejores pronósticos de la inflación y además, confirmaron lo encontrado en otros trabajos: el tramo largo de la curva de rendimientos contiene mayor cantidad de información acerca de las expectativas de inflación.

$$E_0 i_t = [1 - \exp(-\delta t)](\pi_0^e + r)dt + [\exp(-\delta t)]i_0 \quad (7)$$

la cual permite contrastar en forma correcta la hipótesis de que las tasas de interés predicen la inflación. Sin embargo, debido a que la inflación esperada no es observable, esta ecuación no se puede estimar directamente, por lo que se requiere un supuesto adicional. Para ello se define la tasa de interés del bono emitido en el momento 0 con madurez en τ , i_0^τ , como el promedio de las tasas de interés de corto plazo esperadas entre 0 y τ , más una prima por liquidez k_τ :

$$i_0^\tau = \frac{1}{\tau} \int_0^\tau E_0 i_t dt + k_\tau \quad (8)$$

Combinando (7) y (8), la tasa de interés en τ se define como la siguiente suma ponderada:

$$i_0^\tau = (1 - \omega_t)(\pi_0^e + r) + (\omega_t)i_0 + k_\tau \quad (9)$$

donde $\omega_t = 1 - \exp(-\delta t)/\delta t$. Esta expresión se puede re-escribir como:

$$i_0^\tau = k_t + i_0 + (\pi_0^e + r - i_0)(1 - \omega_\tau) \quad (9')$$

Suponga que en cualquier momento es posible obtener las tasas de interés de papeles del gobierno a diferentes vencimientos, τ_1 y τ_2 . Entonces, dado un valor de δ , se puede despejar el valor desconocido $(\pi_0^e + r - i_0)$ obteniendo así, la medida apropiada de la pendiente de la curva de rendimientos. De esta manera, se puede contrastar la hipótesis de que la pendiente de la curva de rendimientos contiene información acerca de la inflación futura.

Frankel y Lown estimaron la pendiente de la curva de rendimientos para cada observación mensual de tasas de interés durante el periodo 1960:1–1991:12, mediante MCO utilizando la siguiente regresión:

$$i_t^\tau = B0_t + B1_t \left[1 - \frac{1 - \exp(-\delta\tau)}{\delta\tau} \right] \quad (10)$$

donde suponen que el parámetro de velocidad de ajuste, δ , es igual a 0,4. La pendiente de la curva de rendimientos ($B1_t$) es estimada a partir de los promedios mensuales de los datos diarios de varios títulos¹⁷. A continuación, Frankel y Lown estudiaron la capacidad de la serie estimada,

¹⁷ Los títulos son los siguientes: para 1960:01–1969:06 la tasa de intervención del FED, la tasa de interés de las letras del tesoro a 3 y 6 meses del mercado secundario, la tasa de las notas y bonos del tesoro a 1, 3, 5, 10 y 20 años; para 1969:07–1976:05, las anteriores más la tasa de las notas del tesoro a 7 años; para 1976:06–1977:02 las anteriores

$B1_t$, para ayudar a pronosticar la diferencia entre la inflación futura a 12 meses y la de 3 meses por medio de la siguiente ecuación:

$$(\pi_t^{12} - \pi_t^3) = a + b(B1_t) + u_t \quad (11)$$

encontrando que, para el periodo 1960–1991, la pendiente de la curva de rendimientos contiene información importante acerca de la trayectoria futura de la inflación. Finalmente, los autores también subdividieron el periodo de estudio en octubre de 1979 y, una vez más, los resultados son superiores a los de Mishkin, corroborando la hipótesis de que la metodología de estimación de la curva de rendimientos propuesta es superior al simple diferencial de tasas de interés.

3.1.3. Otros enfoques

Kozicki (1997) estudió la capacidad de predicción de la curva para Australia, Canadá, Francia, Alemania, Italia, Japón, Suiza, Suecia, el Reino Unido y los Estados Unidos durante el periodo 1970 - 1996 con datos trimestrales. La inflación fue construida con base en el IPC de cada país con excepción de Estados Unidos donde se estimó a partir del deflactor del gasto en consumo personal mientras que la pendiente de la curva de rendimientos fue construida como la diferencia entre el rendimiento promedio trimestral de un bono del gobierno a 10 años y a 3 meses¹⁸.

Para conocer el horizonte temporal al cual la pendiente de la curva de rendimientos es capaz de pronosticar la inflación, la autora estimó¹⁹ la siguiente ecuación:

$$\pi_{t+h-4,t+h} = \alpha + \beta(\text{spread}_t) + \delta\pi_{t-4,t} + \varepsilon_t \quad (12)$$

siendo $\pi_{t+h-4,t+h}$ la inflación anual entre el trimestre $t+h-4$ y el trimestre $t+h$, $\pi_{t-4,t}$ la inflación anual el trimestre $t+h-4$ y el trimestre $t+h$, spread , la pendiente de la curva de rendimientos, calculada como la diferencia entre las tasas de interés de largo y corto plazos en el momento t y ε_t el error de pronóstico. De esta primera estimación, la autora concluye que la pendiente de la curva de rendimientos ayuda a predecir la inflación de los próximos 2, 3 y 4 años. Los resultados obtenidos para cada país, se resumen en la Tabla 1.

más la tasa de las notas del tesoro a 2 años; para 1977:03–1986:12 las anteriores más la tasa de los bonos del tesoro a 30 años; y, para 1987:01–1988:12 las anteriores excepto la tasa de los bonos del Tesoro a 20 años.

¹⁸ Para los países donde no existían bonos a 10 años, se empleó el rendimiento del papel más cercano a los 10 años. De igual forma, cuando no se disponía del rendimiento de un papel a 3 meses, se eligió la tasa interbancaria de los depósitos a 3 meses.

¹⁹ Por MCO corrigiendo los errores estándar por problemas de correlación serial y haciendo ajustes por contar con muestras pequeñas.

Tabla 1

		<i>Spread</i> de tasas de interés como predictor de las inflación anual			
		Horizonte de pronóstico (trimestre)			
		4	8	12	16
Australia	β estimado	0.06	0.43	0.69*	0.68
	R^2	51	28	26	16
	R^2 sin spread	51	22	9	0
Canadá	β estimado	0.02	0.4	0.74*	0.96*
	R^2	63	36	28	36
	R^2 sin spread	64	31	9	4
Francia	β estimado	0.08	0.45	0.71	0.4
	R^2	75	56	39	20
	R^2 sin spread	75	53	32	19
Alemania	β estimado	-0.11	-0.08	-0.04	0.17
	R^2	53	19	0	1
	R^2 sin spread	52	19	1	-1
Italia	β estimado	0.73*	1.26*	1.22*	1.2*
	R^2	65	59	39	31
	R^2 sin spread	60	40	20	6
Japón	β estimado	0.62	1.19	0.88	0.65
	R^2	53	31	22	13
	R^2 sin spread	50	21	17	10
Suecia	β estimado	0.27*	0.72*	0.62*	0.77*
	R^2	36	45	30	34
	R^2 sin spread	32	16	9	1
Suiza	β estimado	-0.11	0.25	0.35	0.22
	R^2	41	8	8	24
	R^2 sin spread	41	6	2	21
Reino Unido	β estimado	0.12	0.59*	1.19*	1.26*
	R^2	44	23	29	35
	R^2 sin spread	44	27	7	4
Estados Unidos	β estimado	-0.28	0.05	0.47	0.42
	R^2	62	25	16	7
	R^2 sin spread	60	25	11	4

Nota: *estadísticas significativas al 5%.
Fuente: Kozicki (1997).

Para verificar si el nivel en que se encuentra el diferencial de tasas de interés, medido por la tasa de interés real de corto plazo r_t , influye en los pronósticos de inflación, se incluyeron en la ecuación (12) dos términos de rendimientos reales para tratar de mejorar la medición de la pendiente de la curva de rendimientos. La ecuación estimada fue entonces:

$$\pi_{t+h-4, t+h} = \alpha + \beta(\text{spread}_t) + \gamma(\text{spread}_t \times r_t) + \theta r_t + \delta \pi_{t-4, t} + \varepsilon_t \quad (13)$$

donde r_t es la tasa de interés real en t .

En la ecuación (13) β (>0) mide el efecto directo del diferencial de tasas de interés, θ (<0) el efecto directo de la tasa de interés real y γ (<0) las predicciones indirectas que toman en cuenta la interacción entre el diferencial de tasas de interés y la tasa de interés real. Con la inclusión de este nuevo término, el poder predictivo del *spread* de tasas de interés actual disminuye significativamente para todos los horizontes de pronóstico: los estimativos de β resultaron ser no significativos en 8 de los 10 países e, incluso, en algunos casos reportaron el signo contrario al esperado. Por su parte, en 9 de los 10 países estudiados, el estimativo del coeficiente θ es negativo y estadísticamente significativo al tiempo que Alemania, Italia y Japón, el estimativo γ también fue negativo y significativo. Lo anterior sugiere, entonces, que el poder predictivo del diferencial de tasas de interés se ve notablemente disminuido cuando se incluye información adicional.

Finalmente, Fernández (2000) analiza el caso chileno empleando la prueba de causalidad de Granger y funciones impulso-respuesta para el periodo 1992:12 - 1998:4, el cual se caracteriza por la ausencia de desaceleraciones económicas. La inflación fue calculada con base en el IPC y la pendiente de la curva de rendimientos fue calculada a partir del promedio mensual de las tasas de interés pagadas por los bancos para operaciones no reajustables de 1 a 3 años (largo plazo) y de 90 a 365 días (corto plazo). Con esta información, Fernández encontró que la relación entre la curva de rendimientos y la inflación es débil, especialmente en horizontes de tiempo relativamente largos. La prueba de causalidad de Granger muestra que la inflación tiene mayor poder predictivo en los cambios en la pendiente de la curva de rendimientos que al contrario. Lo anterior, según la autora, puede ser resultado del alto grado de indexación de la economía chilena y la consecuente inercia en precios.

3.2. Expectativas de tasa de interés

Según la hipótesis de expectativas de la curva de rendimientos (HECR), la pendiente de la curva de rendimientos es un reflejo “óptimo e insesgado” de las expectativas del mercado sobre la trayectoria futura de la tasa de interés de corto plazo. Como se vio en la sección 2, según la HECR, cuando la pendiente de la curva de rendimientos es empinada, se espera que las tasas de interés de corto, mediano y largo plazo se incrementen en un futuro y viceversa.

La HECR anida dos supuestos. El primero es el supuesto de que las expectativas de los agentes son racionales, y por tanto, sus pronósticos son óptimos e insesgados. El segundo hace referencia a los cambios en la forma de la curva de rendimientos. Por ejemplo, si se supone que las variaciones en las tasas de interés a diferentes plazos se deben al cambio en los pronósticos de los agentes sobre las tasas de interés futuras, el arbitraje debería encargarse de que los pronósticos de los agentes estén reflejados en la forma de la curva de rendimientos, independientemente de que los pronósticos de los inversionistas sean óptimos.

Siguiendo este razonamiento, definimos i_t y I_t como el rendimiento nominal de un bono con vencimiento dentro de 1 y 2 periodos, respectivamente, e incluimos una prima de riesgo, θ , constante. Según la hipótesis de expectativas se tiene que:

$$I_t = \theta + \frac{1}{2}(i_t + E_t i_{t+1}) \quad (14)$$

donde E_t es el operador de expectativas. Reordenando los términos de la ecuación (14), el diferencial de tasas de interés o, lo que es igual, la pendiente de la curva de rendimientos, queda reflejando el pronóstico del mercado sobre la trayectoria futura de las tasas de interés de corto plazo:

$$E_t i_{t+1} = -2\theta + 2(I_t - i_t) \quad (15)$$

El supuesto de racionalidad de los agentes, según el cual las expectativas del mercado son correctas en promedio, permite expresar la tasa de interés de corto plazo futura como:

$$i_{t+1} = E_t i_{t+1} + v_{t+1} \quad (16)$$

Finalmente, de las ecuaciones (15) y (16) se obtiene:

$$i_{t+1} - i_t = \alpha + \beta(I_t - i_t) + v_{t+1} \quad (17)$$

Si el término de error en la ecuación (17) es ortogonal a las variables del lado derecho de la ecuación, se puede contrastar la HECR utilizando MCO y bajo la hipótesis nula, α y β deben ser iguales a -2θ y 2 , respectivamente.

Sobre esta base, Mankiw y Miron (1986) analizaron el tramo corto de la curva de rendimientos de los Estados Unidos para el periodo 1890 – 1979. Su trabajo emplea dos fuentes de información diferentes: la primera, para el periodo más reciente, 1959 – 1979, corresponde a los datos de tasas de interés de la primera semana de cada trimestre de los títulos del gobierno a 3 y 6 meses, mientras que la segunda, cubre el periodo 1890 – 1958 y corresponde a las tasas de interés de la primera semana de cada trimestre de los préstamos bancarios a 3 y 6 meses en

Nueva York. Además, para identificar si las condiciones económicas vigentes influyen sobre los resultados empíricos, los autores subdividen el periodo de estudio de acuerdo a los diferentes regímenes monetarios experimentados: 1) 1959 – 1979, periodo para el cual se presentan los resultados obtenidos con los datos de los títulos del gobierno; 2) 1890–1914, periodo previo a la fundación de la Reserva Federal; 3) 1915– 1933, periodo previo a la introducción de la regulación bancaria, la finalización del patrón oro y el comienzo de la fijación (*pegging*) de la tasa de interés; 4) 1934–1951, periodo previo al acuerdo de suspensión de la política de “*pegging*” por parte de la Reserva Federal y, 5) 1951–1958, periodo en el que además de dicha suspensión se tuvo una mayor actividad en el mercado secundario de títulos del gobierno a 3 y 6 meses.

En la regresión de la ecuación (17) para los sub-periodos entre 1915 y 1979, los autores encontraron que el coeficiente estimado para la medida de la pendiente de la curva de rendimientos a pesar de ser positivo, no fue estadísticamente significativo rechazándose, por tanto, la hipótesis de que la pendiente del tramo corto de la curva de rendimientos contiene información acerca de la trayectoria futura de las tasas de interés de corto plazo. Sin embargo, para el periodo 1890–1914, la pendiente estimada de la curva de rendimientos continuó siendo estadísticamente diferente de 2, pero 3 veces mayor a la estimada para el periodo 1959 – 1979 y casi 2 veces superior al obtenido en el resto de periodos, resultado éste que sugiere que durante este periodo la pendiente de la curva de rendimientos sí contenía información importante sobre la trayectoria futura de la tasa de interés de corto plazo.

Mankiw y Miron sugieren, al observar en sus resultados, que la política de estabilización de tasas de interés conducida por la Reserva Federal fue un factor determinante del fracaso de la curva de rendimientos como instrumento para pronosticar los cambios futuros de la tasa de interés de corto plazo.

Mankiw (1986) complementa el trabajo anterior presentando resultados para el tramo largo de la curva de rendimientos de Estados Unidos durante el periodo 1961:1–1984:4, e incluyendo además los resultados obtenidos para Canadá, Reino Unido y Alemania. La tasa de interés de corto plazo utilizada corresponde a la tasa de interés de los títulos del gobierno a 3 meses, mientras que la de largo plazo corresponde al rendimiento de los títulos del gobierno a 10 años o un plazo aproximado. La estimación de una ecuación similar a la ecuación (17) para cada uno de los 4 países lleva a Mankiw a concluir que la hipótesis de las expectativas se cumple parcialmente: cuando la tasa de interés de largo plazo es sustancialmente mayor a la tasa de

interés de corto plazo, ésta última tiende a aumentar en el futuro, mientras que la tasa de largo plazo no se incrementa. Para los 4 países, el autor encontró que los pronósticos acerca de las variaciones futuras de las tasas de interés de largo plazo efectuados con la pendiente de la curva de presentan el signo contrario al predicho por la teoría.

Para verificar la evidencia anterior, el autor realiza un pronóstico condicional de la tasa de interés de largo plazo a partir de la trayectoria observada en las tasas de interés de corto plazo y la pendiente rezagada de la curva de rendimientos. Puntualmente, la ecuación estimada para cada uno de los 4 países estudiados fue:

$$I_t - i_t = \alpha_0 + \alpha_1(i_t - i_{t-1}) + \alpha_2(i_{t-1} - i_{t-2}) + \alpha_3(I_{t-1} - i_{t-1}) \quad (18)$$

La estimación de la ecuación (18) exhibe resultados similares para los 4 países. Para Estados Unidos y Canadá, si bien la pendiente rezagada de la curva de rendimientos y la trayectoria pasada de las tasas de interés de corto plazo pudo predecir con algún grado de precisión los movimientos bruscos de la pendiente de la curva de rendimientos, en algunos trimestres se observó que dicha predicción se desviaba significativamente del valor efectivamente observado. Por su parte, para Alemania y, en especial, el Reino Unido, la pendiente pronosticada a partir de la ecuación resultó ser sistemáticamente mayor a la observada. Esto sugiere que las fluctuaciones en la tasas de interés de largo plazo no pueden ser explicadas exclusivamente por la HECR, sino que éstas posiblemente responden a otros factores, tales como la financiación del gobierno, los cambios en las primas de riesgo o liquidez y la política económica vigente.

Kugler (1988) estudia los casos Estados Unidos, Suiza y Alemania utilizando datos para el periodo 1974 – 1986. La inclusión de estos dos últimos países resulta interesante puesto que, para el periodo estudiado, sus bancos centrales basaban las decisiones de política en metas de oferta monetaria mientras que, por su parte la Reserva Federal estaba altamente comprometida con las políticas de estabilización de la tasa de interés. La medida de la pendiente de la curva de rendimientos empleada por el autor corresponde a la diferencia entre la tasa de interés mensual de los papeles del gobierno a 3 y 1 meses. Los resultados de la estimación de la ecuación (17) para cada país, sugieren que la curva de rendimientos posee considerable poder predictivo para los cambios en la tasa de interés de corto plazo de Alemania y Suiza mientras que la evidencia empírica para Estados Unidos, una vez más, rechaza la HECR.

Campbell y Shiller (1991), por su parte, se concentran en todo el espectro de la curva de rendimientos de Estados Unidos analizando, con datos mensuales, el periodo 1952 – 1987. Dicho estudio presenta los resultados de todas las posibles medidas de pendiente de la curva de

rendimientos obtenidas a partir de los siguientes títulos: 1, 2, 3, 4, 6 y 9 meses y 1, 2, 3, 4, 5 y 10 años. Al estimar la ecuación (17) los autores encontraron que, para prácticamente cualquier par de títulos, los coeficientes estimados exhibieron el signo contrario al esperado y no fueron significativos en términos estadísticos, haciendo posible rechazar la HECR en Estados Unidos.

Campbell y Shiller (1991), proponen también una metodología VAR como alternativa para inferir el comportamiento de las tasas de interés de largo plazo a partir de la dinámica de las tasas de interés de corto plazo y, así, poder conocer la cantidad de información contenida en la curva de rendimientos. Campbell y Shiller, incluyen en el VAR el cambio de las tasas de interés y la pendiente de la curva de rendimientos corriente y después de estimar el modelo hacen un pronóstico de las tasas de interés de largo y corto plazo para calcular el “*spread* teórico de tasas de interés”. La comparación del “*spread* teórico de tasas de interés” con el *spread* efectivamente observado permite contrastar la HECR: si ésta se cumple, los dos *spreads* de tasas de interés deben ser estadísticamente iguales. Sin embargo, los autores no encontraron soporte a la HECR para Estados Unidos.

Con un mayor número de países y un periodo de estudio más amplio, Hardouvelis (1994) hace un análisis del tramo largo de la curva de rendimientos. El autor, calcula la pendiente de la curva de rendimientos a partir de las tasas de interés de los bonos gubernamentales con fecha de vencimiento a 3 meses y 10 años para los siguientes países en los siguientes casos: Estados Unidos (1953–1992), Canadá (1950–1992), Italia (1970–1992), Francia, Reino Unido, Alemania y Japón (1960–1992). Estimando una ecuación similar a (17), Hardouvelis corrobora los resultados de Mankiw (1986) y Kugler (1988) al presentar evidencia en contra de la HECR para las tasas de interés de largo plazo para Estados Unidos, Canadá, el Reino Unido, Alemania y Japón. Sin embargo, para Francia e Italia, el autor encuentra que las tasas de interés de largo plazo si pueden ser pronosticadas a partir de la pendiente de la curva de rendimientos. Dicho hallazgo, podría estar sugiriendo la existencia de un sesgo en el error de las regresiones de las tasas de interés de largo plazo por lo que el autor sugiere reestimar la ecuación (17) por medio de variables instrumentales²⁰. Tras esta nueva estimación, en todos los países, con excepción de Estados Unidos, se encontró el signo positivo esperado señalando así, que únicamente para este país, las tasas de interés de largo plazo no son pronosticables a partir de la curva de rendimientos. Finalmente, al emplear la metodología VAR propuesta por Campbell y Shiller (1991),

²⁰ Las variables instrumentales elegidas fueron la pendiente de la curva de rendimientos rezagada y el cambio en la tasa de interés de corto plazo también rezagado.

Hardouvelis encontró que todos los coeficientes de correlación entre el *spread* teórico y el vigente están muy cercanos a la unidad, con excepción del caso de Estados Unidos, concluyendo así, que en todos los países estudiados, excepto Estados Unidos, se cumple la HECR.

En un trabajo más reciente Hsu y Kugler (1996), presentan evidencia en favor de la HECR para el caso de Estados Unidos. Los autores cubren el periodo 1973–1995, con datos diarios, semanales y mensuales de las tasas de interés a 1 y 3 meses del mercado Eurodólar muestran cómo el poder predictivo del *spread* de tasas de interés se incrementa significativamente desde octubre de 1987 hasta noviembre de 1995. Los autores sugieren que los cambios en la conducción de la política monetaria pudieron afectar negativamente la habilidad de la curva de rendimientos para pronosticar los cambios en la tasa de interés generándose así el rechazo de la HECR. El periodo muestral fue fraccionado en cuatro subperiodos de acuerdo con los cambios más relevantes en la historia monetaria estadounidense: 1973:1 – 1979:9, 1979:10 – 1982:9, 1982:10 – 1987:9, y 1987:10 – 1995:11. Los dos primeros subperiodos representan la introducción y la suspensión de la política de reservas de la Reserva Federal, respectivamente. El tercer subperiodo coincide con la caída en la reputación de los agregados monetarios como indicadores adecuados para la conducción de la política monetaria (posiblemente a consecuencia de las innovaciones financieras), mientras que el último periodo principia cuando los gobernadores del Reserva Federal proponen el uso de la curva de rendimientos como indicador de la postura de política monetaria.

Los resultados muestran que únicamente para el período 1987:10 – 1995:11, tanto en frecuencia diaria como semanal y mensual, el coeficiente estimado de la pendiente es positivo y estadísticamente significativo. Este resultado sugiere una drástica mejoría en la capacidad predictiva de la curva de rendimientos y adicionalmente permite concluir que efectivamente, la política monetaria conducida por la Reserva Federal antes de 1987 afectó negativamente la capacidad de pronóstico de la curva de rendimientos.

En síntesis, la evidencia empírica parece sugerir que la HECR permite inferir el comportamiento futuro de las tasas de interés siempre y cuando, la autoridad monetaria no esté comprometida en una política específica de estabilización de tasas de interés.

3.3. Expectativas de actividad económica

Dado que la tasa de interés nominal tiene un componente real que se encuentra relacionado con el nivel de actividad económica y otro de expectativas de inflación, entonces, si éstas últimas están

bien formadas, es posible esperar que la estructura a plazo contenga información adecuada acerca de las expectativas de actividad económica futura. Bajo esta perspectiva, es posible asociar, entonces, un empujamiento en la pendiente de la curva de rendimientos con una expansión económica futura y viceversa.

Al menos dos hipótesis sustentan la asociación positiva entre la estructura a plazo y el nivel de actividad económica. La primera, está relacionada con la postura de la política monetaria, mientras que la segunda asigna un papel protagónico a las expectativas. La intuición de la primera hipótesis es sencilla: si el banco central decide ejecutar una política monetaria contraccionista, las tasas de interés a todos los plazos aumentarán restringiendo la demanda de crédito, disminuyendo el gasto de la economía y generando un menor ritmo de crecimiento económico. Sin embargo, nótese que la política monetaria restrictiva tiene efectos diferentes sobre las tasas de interés de corto y largo plazos. Debido a que las tasas de largo plazo dependen tanto de las tasas de interés de corto plazo como de las expectativas de inflación y la tasa de interés real, las primeras aumentarán pero en menor medida que las tasas de interés de corto plazo logrando que la estructura a plazo se aplane o incluso se torne negativa.

La segunda hipótesis resalta el papel de las expectativas del mercado. Cuando los agentes, por cualquier motivo, esperan que la economía disminuya su ritmo de crecimiento, también prevén una reducción en las tasas de interés de corto plazo. Esta reducción esperada en los tipos de interés podría ser consecuencia de expectativas de una política monetaria contracíclica o bien podría reflejar la caída esperada en las tasas de retorno real de sus inversiones. Alternativamente, si los agentes esperan que la curva de Phillips se mantenga, entonces la inflación también descenderá significativamente durante la recesión, hecho que induciría a unas menores tasas de interés nominales. En cualquiera de estos casos, si la hipótesis de las expectativas se mantiene, las tasas de interés de largo plazo caerán (ante las menores tasas de interés de corto plazo) haciendo que la pendiente de la curva de rendimientos se aplane antes de la recesión económica. Por lo tanto, se espera que los movimientos en la curva de rendimientos den señales anticipadas acerca del desempeño futuro de la economía.

Estrella y Hardouvelis (1991) para corroborar empíricamente la hipótesis de que la curva de rendimientos de Estados Unidos o, más específicamente, que su pendiente contiene información acerca de la trayectoria futura del crecimiento económico sugieren el siguiente modelo empírico:

$$Y_{t,t+k} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{spread}_t + \sum_{i=1}^N \beta_i X_{it} + \varepsilon_t \quad (19)$$

donde $Y_{t,t+k}$ representa variable que mide la actividad económica entre los momentos t y $t+k$. Esta variable bien puede ser la tasa de crecimiento anual o trimestral del PIB, del índice de producción industrial o bien el nivel de empleo. Por su parte, la variable spread_t representa la pendiente de la curva de rendimientos en t , al tiempo que X_{it} es el vector que incluye otras variables potencialmente relevantes disponibles en t . Finalmente, el subíndice k representa el horizonte de pronóstico.

Para ajustar la ecuación (19) Estrella y Hardouvelis (1991), emplean series trimestrales, para el periodo 1955 – 1988, del crecimiento anual y el crecimiento trimestral anualizado del Producto Nacional Bruto real (PNB), mientras que para calcular la pendiente de la estructura a plazo, seleccionaron las tasas de los títulos del gobierno a 10 años y a 3 meses. La evidencia sugiere que la pendiente de la curva de rendimientos pronostica el ritmo de actividad económica futura. Así mismo, se encontró que los cambios anuales son más pronosticables que los cambios trimestrales anualizados: la capacidad predictiva para los cambios anuales se extiende hasta los 16 trimestres siguientes, mientras que para los cambios trimestrales anualizados la capacidad predictiva desaparece a partir del octavo trimestre. Sin embargo, este último resultado es el más interesante: si se define recesión como dos trimestres consecutivos con tasas de crecimientos trimestrales anualizadas negativas²¹, éste hallazgo podría estar señalando qué tan “plana” debe ser la pendiente de la curva de rendimientos para estar pronosticando una recesión económica.

Para comprobar que los pronósticos que arroja la curva de rendimientos no son el reflejo de la política monetaria actual, Estrella y Hardouvelis incluyen la tasa de interés real de corto plazo²² en la ecuación (19). Del ejercicio se concluye que, si bien un incremento en la tasa de interés real vigente está asociado con un menor crecimiento económico futuro, el poder predictivo de la pendiente de la curva de rendimientos se mantiene, demostrando así, que ésta última variable contiene información adicional y diferente a la proporcionada por la política monetaria. De igual manera en este trabajo se observa si la pendiente de la curva de rendimientos contiene información “novedosa”, no anidada en otras variables económicas, incluyendo en la

²¹ Definición de recesión utilizada por el NBER.

²² La tasa de interés real seleccionada fue la diferencia entre la tasa de intervención del FED y una proxy que mide la inflación esperada. La serie de expectativas de inflación se construyó a partir de los pronósticos de un modelo autoregresivo con doce rezagos del crecimiento del deflactor del PNB.

ecuación (19) una serie de indicadores que frecuentemente han sido empleados para pronosticar actividad económica. Las variables elegidas fueron la inflación rezagada, el crecimiento del PNB rezagado y el cambio porcentual del índice de indicadores líderes. Tras estas estimaciones, los autores corroboraron que la inclusión de dichas variables no disminuye la capacidad predictiva de la curva de rendimientos en ningún horizonte.

Estrella y Hardouvelis descomponen el PNB para determinar si la capacidad predictiva de la pendiente de la curva de rendimientos está limitada a un componente específico del mismo. La conclusión del ejercicio señala que la curva de rendimientos tiene capacidad predictiva para todos los componentes privados del PNB, al tiempo que no predice al componente público. Así mismo, los autores comparan la calidad de los pronósticos efectuados a partir de la curva de rendimientos con la de los pronósticos efectuados a partir de las encuestas realizadas por la Asociación Estadística Americana y por el NBER. Los autores, emplearon la mediana del pronóstico del PNB, la de los 2 trimestres siguientes y la media de los resultados de la expectativa de crecimiento de los 3 trimestres siguientes. Nuevamente, encontraron evidencia a favor del diferencial de tasas de interés y su capacidad para pronosticar el crecimiento real del PNB.

Este estudio también incluye, a través de la utilización de modelos probit, una medida de la probabilidad de una recesión económica futura a partir de los movimientos de la curva de rendimientos. La ecuación *probit* más general es de la forma:

$$P_t(Q_{t+k} = 1) = F(\alpha_0 + \alpha_1 * spread_{t-k} + \alpha_2 X_{2,t} + \alpha_3 X_{3,t} + \dots) \quad (20)$$

donde la variable dependiente, P_t , está constituida por una *dummy*, la cual toma el valor de uno cuando la economía está en recesión y cero en otro caso; F , representa la función acumulativa normal; $spread_{t-k}$ mide la pendiente de la curva de rendimientos y $X_{2,t}, X_{3,t}$ son todas las demás variables que pueden incluirse en el modelo. Este ejercicio concluye que, cuando la pendiente se incrementa, la probabilidad de recesión disminuye durante los 4 trimestres siguientes.

Por su parte, Dotsey (1998) con los mismos datos de tasa de interés, tomando como variable de referencia para la actividad económica los crecimientos anual y trimestral del PIB real y adicionando 9 años al periodo de estudio de Estrella y Hardouvelis, concluye que, en Estados Unidos, la pendiente de la curva de rendimientos es una guía útil pero imperfecta de la evolución de la actividad económica²³. Adicionalmente, el autor particionó el periodo 1955 – 1997, en

²³ El autor también utilizó las tasas de 2 y 5 años contra la de 3 meses obteniendo resultados similares a los que presentados por el diferencial de 10 años y 3 meses.

cuatro subperiodos: 1955:1 – 1973:4, 1973:1 – 1989:4, 1973:1 – 1997:4 y 1985:1 – 1997:4 y condujo la investigación en cuatro pasos.

En primer lugar, el autor identifica las señales “verdaderas” y “falsas” de una recesión futura arrojadas por la pendiente de la curva de rendimientos. Esta aproximación le permite concluir que, con una probabilidad de 83%, esta variable predice acertadamente una recesión. Por su parte, al incluir en el ejercicio los movimientos en la tasa de intervención del FED esta probabilidad se incrementó a 87%, mostrando así que la postura de la política monetaria no interfiere con la calidad de los pronósticos brindados por la pendiente de la curva de rendimientos, la cual demostró ser una guía útil (aunque imperfecta) de la actividad económica futura.

En segundo lugar, el autor estimó la ecuación (19) dentro de muestra para un horizonte de pronóstico igual a 2, 4, 6 y 8 trimestres. Del ejercicio se concluye que la pendiente de la curva de rendimientos contiene información útil para pronosticar el crecimiento económico, aunque los parámetros de cada regresión y las medidas de bondad de ajuste del modelo cambian con el periodo muestral estudiado. En términos de crecimiento anual, con excepción del periodo 1985 – 1997, el *spread* de tasas de interés permite pronosticar el crecimiento económico de hasta los 2 años siguientes²⁴ mientras que en términos de crecimiento trimestral, al igual que los resultados obtenidos por Estrella y Hardouvelis (1991), esta variable contiene información que ayuda a pronosticar la evolución futura de la actividad económica en un horizonte temporal de hasta 6 trimestres.

En tercer lugar, el autor revisa la capacidad de pronóstico de la pendiente de la curva de rendimientos al añadir a la ecuación (19) una variable que mide la postura de la política monetaria²⁵. El resultado obtenido mostró que la postura de la política monetaria no altera la habilidad de pronóstico de esta variable acerca del comportamiento futuro de la actividad económica.

Finalmente, Dotsey observa si el crecimiento del PIB futuro responde en mayor o menor medida a valores altos o bajos de la pendiente de la curva de rendimientos. Para este efecto, clasificó los valores de la pendiente en alto, normal y bajo, buscando la existencia de relaciones no lineales entre cada nivel y la tasa de crecimiento futura. En este caso, el modelo empírico es:

²⁴ En el periodo 1985 – 1997 es significativo sólo al 10%.

²⁵ La *dummy* toma el valor de 1 si en los dos trimestres anteriores la tasa de intervención de la Reserva Federal aumentó en 50 p.b. o más y 0 en otro caso.

$$Y_{t,t+k} = \alpha_0 + \alpha_1 h_spread_t + \alpha_2 m_spread_t + \alpha_3 l_spread_t + \varepsilon_t \quad (21)$$

donde h_spread_t toma el valor del $spread$, cuando éste excede su promedio en más de 0.425 y cero en otro caso; l_spread_t toma el valor del $spread$ cuando éste se encuentra por debajo de su media más 0.425 y cero en otro caso; m_spread_t es igual al $spread$ cuando las otras dos opciones son cero. Sin embargo, los resultados de la estimación de la ecuación (21) no son concluyentes en cuanto a la existencia de no linealidades.

Bernard y Gerlach (1996) analizan para un periodo más reciente, 1972 – 1993, los casos de Bélgica, Canadá, Francia, Alemania, Japón, Países Bajos, Reino Unido y Estados Unidos²⁶. Debido a la importancia de definir un criterio de recesión común para todos los países, y evitar que la habilidad del pronóstico de la curva de rendimientos dependa de la variable que mide el estado de la economía, los autores utilizaron la serie cronológica de recesión sugerida por Artis et al. (1995)²⁷. Por su parte, para calcular la pendiente de la curva de rendimientos, los autores emplean las tasas de interés señaladas en la Tabla 2.

Tabla 2

	Tasa de interés de corto plazo	Tasa de interés de largo plazo
Bélgica	Depósitos interbancarios a 3 meses	Bonos del sector público de por lo menos 6 años.
Canadá	<i>3-month prime corporate paper</i>	Bonos del gobierno en el mercado secundario con fecha de maduración superior a 10 años
Francia	<i>3-month interbank offered rate</i>	<i>Long term bond yield</i>
Alemania	<i>3-month money market rates</i>	<i>10-years (or more) Federal public bonds</i>
Japón	<i>3-month repos on bonds</i>	<i>10-years market yield of government bonds</i>
Países Bajos	<i>3-month AIBOR rate</i>	<i>5 to 8-years goverment bonds</i>
Reino Unido	<i>3-month sterling interbank deposit rate</i>	<i>10-years government stock yields</i>
Estado Unidos	<i>3-month Treasury bills rate</i>	<i>10-years Treasury bond yields</i>

La estimación de la ecuación (19) permite concluir que, a nivel general, la pendiente de la estructura a plazo es un indicador útil de la actividad económica futura en un horizonte de 2, 3 y 4 trimestres. Sin embargo, los resultados sugieren diferencias importantes entre países. Los mejores resultados se presentan para Alemania, Canadá y Estados Unidos mientras que Japón presenta un desempeño menos satisfactorio. La estimación de la ecuación (20) permite concluir

²⁶ El análisis para Bélgica y los Países Bajos, empieza en 1977 debido a la disponibilidad de la información.

²⁷ Citado en Bernad y Gerlach (1996). Dicha serie contiene los datos de recesión de doce países. Empieza en 1960, y emplea el mismo criterio en todos los países.

que a medida que la pendiente de la curva de rendimientos toma valores cada vez más negativos, la probabilidad de recesión aumenta más rápidamente. Por países, la probabilidad de recesión en los 4 trimestres siguientes en función del *spread* de tasas de interés²⁸ obedece el siguiente ordenamiento: Alemania, Estados Unidos, Bélgica, Países Bajos, Francia, Canadá, Reino Unido y Japón²⁹ (país que siempre exhibió una probabilidad menor a 35%). Estos resultados permiten, entonces, concluir que la pendiente de la curva de rendimientos contiene información importante acerca de la trayectoria futura de la actividad económica.

Debido a los estrechos vínculos comerciales y financieros de Estados Unidos y Alemania con las demás economías, Bernard y Gerlach reestimaron la ecuación (19), incorporando como variables explicativas al *spread* de tasas de interés de Estados Unidos y de Alemania. Los resultados de estas nuevas estimaciones sugieren que la pendiente de la curva de rendimientos externa contiene información relevante y novedosa acerca de la probabilidad de una recesión económica. Adicionalmente, este trabajo también presenta los resultados de la estimación de la ecuación (19) con la inclusión de indicadores líderes de actividad económica. Este ejercicio señala que el *spread* de tasas de interés contiene mayor cantidad información para pronosticar una recesión económica y, además, que ésta es de más largo plazo.

Estrella y Mishkin (1995a), examinan para Estados Unidos una serie de variables económicas y financieras³⁰ con potencial para pronosticar recesiones económicas, en un horizonte temporal de hasta 8 trimestres para el periodo 1960 – 1995. Al ajustar la ecuación (19) y comparar simultáneamente todos los resultados obtenidos, se encontró que para el corto plazo, los indicadores líderes y el PIB rezagado son los mejores predictores de la actividad económica futura a pesar de que su nivel de significancia decrece significativamente en un horizonte temporal igual a un año³¹. Por su parte, dentro de las variables financieras, los índices accionarios

²⁸ Es decir, el ejercicio se realizó suponiendo las siguientes medidas de pendiente de la curva de rendimientos: 4%, 3%, 2%, 1%, 0%, -1%, -2%, -3% y -4%.

²⁹ Los autores señalan que los pobres resultados obtenidos en el caso de Japón pueden ser consecuencia de que, para el periodo de estudio, esta economía no había enfrentado recesiones ni frecuentes ni fuertes.

³⁰ Las variables empleadas fueron: el indicador líder del Departamento de Comercio y todos sus componentes, el PIB rezagado, los dos indicadores líderes de Stock y Watson, el indicador líder del NBER, las tasas de interés (promedio trimestral) a 10 años y 3 meses de los papeles comerciales y de los bonos del Tesoro y su diferencial, el índice industrial Dow Jones, el índice NYSE composite, el índice S&P 500, la Base Monetaria, M1, M2, M3, la encuesta de compras a los gerentes (“purchasing managers”), el “vendor performance”, las órdenes para planta y equipo, las licencias de construcción, las expectativas de los consumidores y el crecimiento de las órdenes de bienes manufactureros durables.

³¹ El mejor desempeño fue reportado por el indicador líder original de Stock & Watson. Sin embargo, la construcción de este índice incluye el *spread* de tasas de los papeles del gobierno, de donde seguramente se deriva mucho de su poder predictivo.

y el *spread* de tasas de interés de los papeles comerciales exhiben un comportamiento similar al de los indicadores líderes mientras que la pendiente de la curva de rendimientos, en todos los horizontes de pronóstico, es capaz de predecir acertadamente la ocurrencia de una recesión económica. En cuanto a los agregados monetarios nominales y reales, se encontró que estos no predicen la actividad económica³². Finalmente, al estimar la ecuación (20), incluyendo diferentes variables explicativas, los autores concluyeron que, en la mayoría de los casos, no se mejora la capacidad de pronóstico del modelo³³ permitiendo así concluir, que la pendiente de la curva de rendimientos es el mejor predictor de actividad económica disponible.

Para el periodo 1973 – 1995, y adicionando al caso de Estados Unidos los de Francia, Alemania, Italia y el Reino Unido, Estrella y Mishkin (1995b), toman 4 medidas diferentes de actividad económica: el cambio del logaritmo del PIB real, una variable *dummy* para las recesiones, el cambio en el logaritmo del índice de producción industrial y el cambio en la tasa de desempleo y encuentran, por medio de la estimación de la ecuación (19), que sin importar la medida de actividad económica utilizada, para prácticamente todos los países existe una relación positiva entre la pendiente de la curva de rendimientos y el nivel de actividad económica futura. Para el caso de Francia, Alemania y Estados Unidos el coeficiente del *spread* resultó ser significativo en todos los horizontes estudiados, con excepción del primer trimestre en Francia y el duodécimo trimestre en Estados Unidos. Para el Reino Unido, el parámetro del *spread* es significativo para los trimestres 5, 6 y 7, mientras que para Italia ningún parámetro estimado resultó significativo estadísticamente. De igual manera, al estimar la ecuación (20)³⁴, se concluye, una vez más, que en todos los países la pendiente de curva de rendimientos predice acertadamente la probabilidad de recesión, siendo el mejor horizonte de pronóstico 2 trimestres adelante, con excepción de Francia.

Finalmente, Bosner-Neal y Morley (1997), con datos trimestrales y mensuales en un horizonte de pronóstico entre 1, 2 y 3 años adelante, extienden el trabajo anterior al agregar un año de observaciones y 7 países más a la muestra. En cuanto a las variables seleccionadas, la actividad económica fue medida a través del crecimiento trimestral anualizado del PIB real y del índice de producción industrial y la tasa de desempleo (para el estudio con datos mensuales),

³² La base monetaria real es la excepción. Ésta pronostica acertadamente la actividad económica en un horizonte máximo de 1 año.

³³ Únicamente los índices accionarios añadieron información al modelo de pronóstico, en un horizonte de 1, 2, 3, 4 y 6 trimestres.

³⁴ La fuente para construir la variable *dummy* de cada país europeo fue el *Center for International Business Cycle Research* de la Universidad de Columbia. Para Estados Unidos se tomó la serie de recesiones del *NBER*.

mientras que la pendiente de la curva de rendimientos fue calculada como la diferencia entre la tasa de interés de un bono gubernamental a 10 años y la tasa de interés de un título del gobierno a 3 meses.

Los resultados de este ejercicio son similares a los reseñados anteriormente: la estimación de la ecuación (19) mostró que, dentro de muestra, la pendiente de la curva de rendimientos contiene información relevante para pronosticar la actividad económica futura. El grado y la precisión de ésta variable, sin embargo, varían de país a país. Así por ejemplo, para el caso de Japón, el *spread* no tiene ninguna capacidad para anticipar los cambios futuros en producción. Para Australia, Países Bajos, Suecia, Suiza y el Reino Unido, el *spread* de tasas de interés puede explicar hasta el 20% del crecimiento trimestral anualizado del PIB un año adelante, mientras que para Francia, Alemania, Italia y Estados Unidos, la curva de rendimientos explica entre un 25% y 40% del cambio porcentual del PIB del próximo año.

3.4. Déficit Fiscal

El debate sobre la existencia de una relación positiva entre déficit fiscal y tasas de interés se centra en los efectos directos e indirectos de las acciones fiscales sobre la inversión privada, el consumo de los hogares, el tipo de cambio, la balanza de pagos y sobre el margen de maniobra que deja para la política monetaria.

Un mayor déficit fiscal produce una escasez relativa de fondos para la inversión privada, la cual, a su vez, se manifiesta en un desbalance entre la oferta y la demanda de recursos. Dicho desbalance induce al incremento en las tasas de interés de largo plazo que se manifiesta en la estructura a plazo de la tasa de interés: el incremento en el déficit fiscal influye marginalmente sobre las tasas de interés de corto plazo: Sin embargo, como los agentes anticipan que los niveles de deuda pública se incrementarían para financiar el déficit, las tasas de interés futuras de corto plazo deberán ser mayores lo cual, a su vez, por la hipótesis de las expectativas, hace que las tasas de interés corrientes de largo plazo se incrementen.

Canto y Rapp (1982) estudiaron la relación entre las tasas de interés de corto plazo y el déficit fiscal para Estados Unidos durante el periodo 1929 – 1980. Como tasa de interés utilizaron el rendimiento anual de los títulos del gobierno estadounidense con fecha de vencimiento a un año y como medidas de déficit fiscal utilizaron el crecimiento anual del déficit presupuestario nominal y el déficit presupuestal deflactado por el IPC. Los autores concluyeron que, manteniendo todo lo demás constante, los cambios en el déficit fiscal no determinan las tasas de

interés de corto plazo futuras. Adicionalmente, pruebas de causalidad llevadas a cabo no respaldaron la hipótesis de que la tasa de interés rezagada en unión con el déficit también rezagado contenga mayor cantidad de información acerca de la trayectoria futura de la tasa de interés, mientras que por su parte, la combinación de los rezagos de la tasa de interés y el déficit sí ayudan a predecir la dirección futura del déficit.

La conclusión anterior es reforzada por Tanzi (1985) quien, con datos anuales de tasa de interés, de variables fiscales y de variables no fiscales para un periodo más corto (1960 – 1984), explica los factores que afectan a la tasa de interés de corto plazo (1 año). Como variable dependiente utiliza la tasa de interés de los bonos del gobierno de los Estados Unidos con término de maduración a 1 año, mientras que como variables independientes utilizó la inflación esperada, la brecha del producto, la relación entre el déficit fiscal unificado y el PNB, DU , la relación entre el déficit federal ajustado cíclicamente y el PNB, DL , y la relación entre el stock de deuda pública y el PNB, $Debt$. Las distintas combinaciones de estas variables fiscales dar lugar a $F_{x,t}$ ó $F_{y,t}$.

Cuando la brecha del producto es nula (la economía se encuentra creciendo en su nivel potencial) los cambios en la tasa de interés, manteniendo todo lo demás constante, son consecuencia de las variaciones en las expectativas de inflación (ecuación de Fisher). Por su parte, cuando la brecha del producto es positiva (negativa) la tasa de interés podría aumentar (disminuir) en un grado mayor a lo predicho por la ecuación de Fisher debido a que la tasa de interés real esperada tendería a aumentar (disminuir). Tanzi estimó la siguiente ecuación:

$$i_t = a + b\pi_t^e + cG_t \quad (22)$$

donde π_t^e es la tasa de inflación esperada y G_t es la brecha del producto. Esta ecuación no incluye variables fiscales, $F_{x,t}$ ó $F_{y,t}$, por lo que es posible suponer que ésta representa la situación en la cual el presupuesto fiscal está en equilibrio.

La estimación de la ecuación incluyendo variables fiscales se hizo a partir de las siguientes ecuaciones para los periodos 1960 – 1980 y 1960 – 1984:

$$i_t = a + b\pi_t^e + cG_t + dF_{x,t} \quad (23)$$

y,

$$i_t = a + b\pi_t^e + cG_t + dF_{x,t} + eF_{y,t} \quad (24)$$

La estimación para el primer periodo (caracterizado por la ausencia de déficit fiscales significativos) sugieren que el efecto de los déficit fiscales sobre la tasa de interés de corto plazo

es apenas marginal mientras que el resultado para el segundo periodo, permite concluir que ninguna de las variables fiscales explica los cambios en la tasa de interés de corto plazo y que, además, son las expectativas de inflación el factor determinante de los cambios en la tasa de corto plazo. El resultado debe ser interpretado con cautela debido a los cambios de política económica experimentados entre 1981 y 1984. Para tomar en cuenta el posible cambio estructural, se incluye una variable *dummy* que toma el valor de 1 durante el período 1981 – 1984 y 0 el resto del tiempo. Esta nueva estimación, concluye que si bien el incremento en las tasas de interés se relaciona con el déficit fiscal, la relación es débil hasta llegar a desvanecerse en los últimos años.

Hoelscher (1986) analiza para el caso de los Estados Unidos un periodo similar (1953–1984) tomando como variable de referencia para la tasa de interés al rendimiento promedio anual de los bonos del tesoro estadounidense a 10 años y tres medidas diferentes de déficit fiscal expresadas en términos per capita³⁵. Así mismo, el autor utiliza un modelo simple de oferta y demanda de fondos en el cual se determina el nivel de equilibrio de la tasa de interés, representa una aproximación consistente con el modelo IS-LM y además, relaciona de manera indirecta la estructura a plazo de la tasa de interés con el déficit fiscal.

En equilibrio, la oferta y la demanda de fondos en una economía deben ser iguales, de manera que:

$$S(I_t, r_t^e, \pi_t^e) - D(I_t, r_t^e, \pi_t^e, y_t, d_t) = 0 \quad (25)$$

donde, $S(\bullet)$ y $D(\bullet)$ son las funciones de oferta y demanda de fondos de largo plazo, I es la tasa de interés nominal de largo plazo, r^e la tasa de interés real esperada de corto plazo, π^e la inflación esperada, y el crecimiento de la economía y d el déficit fiscal. Suponiendo que r^e, π^e, y y d son todas variables exógenas, la tasa de interés nominal de largo plazo sería³⁶:

$$I_t = \alpha_0 + \alpha_1 \pi_t + \alpha_2 r_t^e + \alpha_3 y_t + \alpha_4 d_t + u_t \quad (26)$$

El resultado de la estimación de la ecuación anterior sugiere que los mayores déficit fiscales están asociados con incrementos significativos en la tasa de interés de largo plazo, resultado que se mantiene con todas las medidas de déficit fiscal utilizadas. Adicionalmente, el

³⁵ La primera medida, corresponde al déficit fiscal y no incorpora ninguna corrección por inflación; la segunda, es el déficit del gobierno e incluye los préstamos locales, estatales y federales; y, finalmente, la tercera medida es el déficit fiscal incorporando la depreciación del stock de bonos. Por lo tanto, esta última variable incorpora los cambios efectivos en el mercado de deuda.

³⁶ Hoelscher (1986) empleó, como *proxy* de las expectativas de inflación, el pronóstico a 1 año de la encuesta Livingston y el crecimiento anual del Producto Nacional Bruto per-cápita.

autor incluyó en las pruebas el efecto del flujo neto de capitales extranjeros sobre la tasa de interés de largo plazo, al tiempo que reescaló el déficit en términos del ingreso e incluyó el gasto de gobierno. Estas nuevas estimaciones corroboraron los resultados obtenidos: el incremento en el gasto fiscal incrementa las tasas de interés de largo plazo.

Plosser (1987) se concentra en el tramo corto de la curva de rendimientos de Estados Unidos y estudia la relación entre éste y la inflación, el dinero real, el crecimiento real, la deuda pública y el gasto del gobierno³⁷. En contraste con los trabajos antes reseñados, éste utiliza datos mensuales y trimestrales de la tasa de interés de los bonos del gobierno estadounidense con maduración a 1 y 12 meses y cubre el periodo 1967:08-1985:12. Los resultados de la estimación sugieren que los choques de deuda pública no están correlacionados con el tramo corto de la estructura a plazo de la tasa de interés. Sin embargo, el estudio también muestra que el incremento en el gasto público está correlacionado positivamente con las tasas de interés de corto plazo.

Correia-Nunes y Stemitsiotis (1995) estudian la existencia de una relación entre las tasas de interés nominales y reales con el déficit presupuestario para una muestra de países industrializados: Estados Unidos, Japón, Alemania, Francia, Reino Unido, Canadá, Bélgica, Dinamarca, Irlanda y los Países Bajos. Los datos empleados corresponden a una frecuencia anual y cubren el periodo comprendido entre 1970 y 1993³⁸.

Los autores estimaron el modelo de Hoelscher (1986)³⁹ corrigiendo problemas de simultaneidad y de autocorrelación de los errores de la regresión. Los resultados de la estimación muestran que después de controlar por otros factores que pueden afectar la tasa de interés de largo plazo, existe una relación positiva entre el déficit presupuestal y la tasa de interés de largo plazo nominal en todos los países estudiados.

Por su parte, debido a que es posible argumentar que las tasas de interés no dependen únicamente de la variable flujo de déficit fiscal empleada, los autores incluyeron en una nueva estimación a una variable que mide el stock acumulado de deuda pública que a su vez, puede ser

³⁷ Plosser mide la inflación como las variaciones en el IPC y el crecimiento como las variaciones en el IPI per-cápita. Además, tomó el crecimiento de la deuda pública real per-cápita, el crecimiento del gasto federal real per-cápita (desembolsos de gasto militar), y finalmente, el dinero real.

³⁸ Este estudio empleó datos de rendimiento de los bonos gubernamentales de largo plazo, las tasas de interés de corto plazo del mercado monetario, y como medida de déficit fiscal empleó el requerimiento de préstamo neto del gobierno como porcentaje del PIB de cada país.

³⁹ Dada la dificultad para encontrar una variable que mida las expectativas de inflación en cada uno de los 10 países estudiados, los autores las calculan a partir del filtro de Hodrick y Prescott.

considerado como una proxy del riesgo país: si un país tiene un alto stock de deuda en relación con su ingreso, los inversionistas pueden exigir una prima por riesgo y así, es posible esperar que la tasa de interés sea una función creciente de la razón deuda-PIB. Esta nueva estimación reportó que la variable déficit continuó captando la mayor parte de la información que explica los movimientos de la tasa de interés de largo plazo y sólo en unos pocos casos, esta nueva variable resultó ser significativa en términos estadísticos.

Correia-Nunes y Stemitsiotis (1995) estimaron la misma ecuación para el agregado total de las variables, construidas por medio de promedios ponderados. Los resultados de la nueva estimación muestran que, después de controlar por el efecto de la tasa de interés de corto plazo y la inflación esperada, la mayor demanda de fondos procedente del déficit fiscal aumenta la tasa de interés “mundial” de largo plazo. Éste resultado soporta la hipótesis de un alto grado de integración del mercado de capitales al tiempo que, muestra que, si bien la política fiscal de cada país juega un papel determinante sobre las tasas de interés de largo plazo, cada país, individualmente, no puede aislarse de la tasa de interés “mundial”. Resumiendo, las tasas de interés domésticas pueden estar por debajo del nivel mundial únicamente si su posición fiscal es austera, ya que los mayores déficits fiscales limitan el grado de libertad de la política monetaria y el correcto manejo de las tasas de interés.

Ewing y Yanochik (1999), estudian la relación entre la estructura a plazo y el déficit fiscal federal de Italia. El estudio utiliza datos trimestrales para el periodo 1977:1 – 1991:3 del déficit fiscal medido en dólares corrientes, al tiempo que para calcular la pendiente de la curva de rendimientos toma el rendimiento de los títulos del gobierno a 3 meses y a 15-20 años como referencia para las tasas de interés de corto y largo plazos. Los autores concluyen que los déficits fiscales incrementan la diferencia entre el rendimiento de largo y corto plazo de los bonos gubernamentales y que no existe una relación en sentido contrario.

4. Comentarios Finales

Este trabajo hace una revisión incompleta de la literatura que estudia la relación existente entre la curva de rendimientos y diversas variables económicas, a partir básicamente de la hipótesis de expectativas de la curva de rendimientos. El hecho de que se tengan distintas interpretaciones sugiere interpretaciones que apuntan más hacia el equilibrio general que hacia versiones más parciales de la economía. Los principales hallazgos se pueden resumir de la siguiente forma.

En relación con las expectativas de inflación, la literatura empírica resalta el papel protagónico que puede llegar a tener la pendiente de la curva de rendimientos para pronosticar la trayectoria futura de la inflación. La mayoría de los estudios muestran que el tramo largo de la curva de rendimientos, más que el corto, parece contener mayor cantidad de información. Por otra parte, un gran número de trabajos empíricos no ratifican la hipótesis de las expectativas y consecuentemente, hay gran incertidumbre acerca de la capacidad de la curva de rendimientos para pronosticar los cambios en la tasa de interés.

La evidencia empírica sugiere que la curva de rendimientos constituye una herramienta muy valiosa a la hora de pronosticar la actividad económica futura o la probabilidad de una recesión. Este resultado se mantiene ante la inclusión de otras variables explicativas ya sean monetarias, financieras o reales, al igual que al considerar diferentes medidas de actividad económica.

Finalmente, la evidencia sugiere que los mayores déficits fiscales incrementan la pendiente de la curva de rendimientos. Esta interpretación es válida debido a que los resultados no muestran una relación entre el déficit y las tasas de corto plazo mientras que sugieren la existencia de una relación directa con las tasas de interés de largo plazo.

Referencias

- Arango L.E., L.F. Melo y D. Vásquez, 2002, Estimación de la estructura a plazo de las tasas de interés, *Borradores de Economía*, No. 196, Banco de la República.
- Bernanke B., 1990, On the predictive power of interest rate spreads, *New England Economic Review*, p. 51-68.
- Bernard H. y Gerlach S., 1996, Does the term structure predict recessions?: the international evidence, *BIS Working Papers*, No. 37.
- Bosner-Neal C. y Morley T., 1997, Does the Yield Spread Predict Real Economic Activity? A Multicountry Analysis, *Federal Reserve Bank of Kansas City Economic Review*, Third quarter, p. 37-53.
- Bredin D., 2001, Alternative tests of the expectations hypothesis of the term structure of interest rates, *Central Bank of Ireland Technical Paper* No. 2/RT/01.
- Bredin D. y K. Cuthbertson, 2000, The expectations hypothesis of the term structure: the case of Ireland, *Central Bank of Ireland. Technical Paper* No. 1/RT/00.
- Campbell J. y R. Shiller, 1991, Yield spreads and interest rate movements: a bird's eye view, *The Review of Economics Studies*, Vol. 58(3), No. 195, p. 495-514.
- Campbell J., 1995, Some lessons from the yield curve, *NBER Working Paper Series* No. 5031.
- Canto V. y D. Rapp, 1982, The “Crowding Out” controversy: arguments and evidence, *Federal Reserve Bank of Atlanta Economic Review*, Vol. 67, p. 33-37.
- Castellanos S. y E. Camero, 2002, ¿Qué información acerca de expectativas de inflación contiene la estructura temporal de tasas de interés en México?, *El Trimestre Económico*, Vol. LXIX (3) No. 275, p. 327-353.
- Correia-Nunes J. y L. Stemitsiotis, 1995, Budget deficit and interest rates: is there a link? International evidence, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 57, No. 4, p. 425-449.
- Cox J.C., J.E. Ingersoll, y S.A. Ross, 1985, A theory of the term structure, *Econometrica*, 53, 385-408.
- Cozier B. y G. Tkacz, 1994, The Term Structure and Real Activity in Canada, *Bank of Canada Working Paper* 94-3.
- Cuthbertson J., 1957, The term structure of interest rates, *Quarterly Journal of Economics* Vol. 71, p. 485-517.
- Cuthbertson K., 1996, The expectations hypothesis of the term structure : the UK interbank market, *The Economic Journal*. Vol. 106, No. 436, p. 578-592.

Davis P. y G. Fagan, 1997, Are financial spreads useful indicators of future inflation and output growth in EU countries?, *Journal of Monetary Econometrics*, Vol. 12. p. 701–714.

Day J. y R. Lange, 1997, The Structure of Interest Rates In Canada: Information Content About Medium-Term Inflation, *Bank of Canada Working Paper*, No. 97-10.

Dotsey M., 1998, The Predictive content of the interest rate term spread for future economic growth, *Federal Reserve Bank of Richmond Economic Quarterly*, Vol. 84, No. 3 (Spring). p. 31-51.

Estrella A. y G. Hardouvelis, 1991, The term structure as a predictor of real economic activity, *Journal of Finance*, Vol 46. No. 2, p. 555–576.

Estrella A y F. Mishkin, 1995b, The term structure of interest rates and its role in monetary policy for the European Central Ban, *NBER Working Paper Series* No. 5279.

Estrella A. y F. Mishkin; 1995a, Predicting U.S. recessions: financial variables as leading indicators, *NBER Working Paper Series*; No. 5379.

Estrella A. y F. Mishkin, 1996, The yield curve as a predictor of U.S. recessions, *Federal Reserve Bank of New York, Current Economic Issues*, Vol. 2 No. 7, p. 2–6.

Ewing B. y M. Yanochik, 1999, Budget deficit and the term structure of interest rates in Italy, *Applied Economics Letters*, Vol. 6, No. 3 (Marzo). p. 199-201.

Fabozzi F. y F. Modigliani, 1996, *Mercados e instituciones financieras*. Prentice-Hall Hispanoamericano, Mexico.

Fama E., 1984, The information in the term structure, *Journal of Financial Economics*, Vol. 13, No. 4, p. 509-28.

Fama E., 1990, Term-structure forecasts of interest rates, inflation, and real returns, *Journal of Monetary Economics*. Vol. 25, No. 1, p. 59-76.

Fernández V., 2000, Estructura de tasas de interés en Chile ¿Qué tan buen predictor de crecimiento e inflación?, *Universidad de Chile, Serie de Economía*, No. 89.

Fisher I., 1896, Appreciation and interest, *AEA Publications* 3(11), p. 331 – 442.

Frankel J y C. Lown, 1994, An Indicator of future inflation extracted from the steepness of the interest rate yield curve along its entire length, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 109, No. 2, p. 519-530.

Frankel J, 1995, *Financial markets and monetary policy*, The MIT Press, Cambridge.

Goodfriend M., 1998, Using the term structure of interest rates for monetary policy, *Federal Reserve Bank of Richmond, Economic Quarterly*, Vol. 84, No. 3 (Summer).

Hardouvelis G., 1988, The predictive power of the term structure during recent monetary regimes, *Journal of Finance*, Vol. 43. p. 339–56.

Hardouvelis G., 1994, The term structure spread and future changes in long and short rates in the G7 countries: is there a puzzle?, *Journal of Monetary Economics*, Vol. 33, No. 2, p. 255-283.

Haubrich J. y A. Dombrosky, 1996, Predicting real growth using the Yield Curve, *Federal Reserve Bank of Cleveland Economic Review*. Vol. 32. No. 1, p. 26-35.

Hicks J., 1939, *Value and Capital*, Segunda Edición, Londres: Oxford University Press.

Hoelscher G., 1986, New Evidence on Deficits and Interest Rates, *Journal of Money, Credit and Banking*. Vol. 18, No. 1, p 1-17.

Hsu C y P. Kugler, 1996, The revival of the expectations hypothesis of the U.S. term structure of interest rates, *Economics Letters* . Vol. 55, No. 1, p. 115-120.

Hu Z., 1993, The Yield Curve and real activity, *IMF Working Paper* ; No. 19/93.

Jorion P. y F. Mishkin F., 1991, A multi-country comparison of term structure forecasts at long horizons, *NBER Working Paper Series*; No. 3574

Julio J.M., S.J. Mera y A. Revéiz, 2002, La curva *spot* (cero cupón), Estimación con *splines* cúbicos suavizados. Usos y ejemplos, *Borradores de Economía*, No. 213. Banco de la República.

Kozicki S., 1997, Predicting real growth and inflation with the yield spread, *Federal Reserve Bank of Kansas City, Economic Review*, Cuarto trimestre. p. 39–57.

Kugler P., 1988, An empirical note on the term structure and interest rate stabilization policies, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 103, No. 415(4).

Malkiel B., 1966, *The term structure of interest rates*, Princeton: Princeton University Press.

Malkiel B., 1987, Term structure of interest rates, en *The New Palgrave: A Dictionary of Economics*, J. Eatwell, M. Milgate y P Newman (eds.). London. Macmillan.

Mankiw G. y J. Miron, 1986, The Changing Behavior of the term structure of interest rates, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 101, No. 2, p. 211-228.

Mankiw G., 1986, The Term Structure of Interest Revisited, *Brookings Papers on Economics Activity*, No. 1 p. 61-110.

Mishkin F., 1990a, What Does The Term Structure Tells Us About Future Inflation?, *Journal of Monetary Economics*, Vol. 25, No. 1 p. 77-95.

Mishkin F., 1990b, The Information in the Longer Maturity Term Structure About Future Inflation, *The Quarterly Journal of Economics*, Cambridge, Vol. 105, No. 3, p. 815 – 828.

Mishkin F., 1991, A Multi-Country Study Of the Information in the Shorter Maturity Term Structure about Future Inflation, *Journal of International Money and Finance*, 10, p. 2-22

Modigliani F. y R. Sutch, 1966, Innovations in interest rate policy, *American Economic Review, Papers and Proceedings Supplement*. Vol. 56 p. 178-97.

Nelson C y A. Siegel, 1987, Parsimonious modeling of yields curves, *Journal of Business*, Vol. 60, p. 473–489.

Plosser C., 1987, Fiscal Policy and the term structure, *Journal of Monetary Economics*. Vol. 20, No. 2, p. 343-367.

Roll R., 1970, *The Behavior of Interest Rates*, New York: Basic Books

Roll R., 1971, Investment diversification and bond maturity, *Journal of Finance*, Vol. 26 No. 1, p. 51–66.

Schich S., 1999, The information content of the German term structure regarding inflation, *Applied Financial Economics*. Vol. 9, No. 4, p. 385-395.

Shiller R y McCulloch H., 1990, The term structure of interest rates, *Handbook of Monetary Economics*, Vol. 1. p. 627–673.

Shiller R., J. Campbell y H. Schoenholtz, 1983, Forward rates and future policy: interpreting the term structure of interest rates, *Brookings Papers on Economic Activity*, No. 1 p. 173-223.

Smetz F. y T. Kostas, 1997, Why does the yield curve predict economic activity?, *BIS Working Papers*, No. 49.

Svensson L., 1994, Estimating and Interpreting forward interest rates, Sweden 1992 – 1994, *NBER Working Paper* No. 4871.

Tanzi V., 1985, Fiscal Deficits and interest rates in the United States. An Empirical Analysis, 1960–1984. *Staff Papers, International Monetary Fund*, Vol. 32, No. 4, p. 551-576.

Taylor M., 1992, Modeling the yield curve, *The Economic Journal*, Vol. 102, p. 524 – 537.

Vásquez D. y L.F. Melo, 2002, Estimación de la estructura a plazos de las tasas de interés en Colombia por medio del método de funciones *B-spline* cúbicas, *Borradores de Economía*, No. 210. Banco de la República.