

# LA TASA DE INTERES FORWARD COMO PREDICTORA DE LA TASA DE INTERES FUTURA: UNA APROXIMACION AL CASO CHILENO

Víctor García Ossa\*

## EXTRACTO

Este artículo presenta algunos resultados acerca de la estructura en el tiempo de la tasa de interés en Chile. La primera sección está dedicada a presentar las distintas teorías sobre la relación entre la tasa de interés *forward* y la tasa futura, que determina una cierta forma de la estructura en el tiempo de la tasa de interés. La metodología utilizada en este trabajo es la estándar, y consiste en probar la hipótesis nula de que la diferencia entre la tasa *forward* y la efectiva es cero. Se concluye que el premio por liquidez en Chile es negativo y, por tanto, la tasa *forward* no es un buen predictor de la tasa futura. La teoría que —a mi juicio— mejor explica el fenómeno encontrado es la descrita en un artículo aún no publicado de Susan Woodward, titulado "The liquidity premium and the solidity premium".

## ABSTRACT

This paper presents some findings about the term structure of interest rates in Chile. The first sections of the paper are to discuss the theories behind the relation between the forward and the future rates of interest, which imply a specific form of the yield curve. The standard methology for this type of research has been used here. In particular, we tested the null hypothesis that the difference between the forward and actual monthly rate is zero. We conclude that the liquidity premium in Chile is negative and so the forward rate is not a good predictor of the future rate. I beleive that the theory described in the unpublished paper by Susan Woodward "The liquidity premium and the solidity premium" is the best to explain the findings of this paper.

\*El autor es profesor e investigador del Departamento de Administración de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Chile.

El autor agradece los comentarios de los participantes en el Taller "Dinero, Banca y Finanzas", muy especialmente, a Miguel Basch, Rodrigo de la Cuadra y Ricardo Massmann. Así también, agradece el importante apoyo en la obtención y procesamiento de los datos de Jorge Henríquez.

## LA TASA DE INTERES FORWARD COMO PREDICTORA DE LA TASA DE INTERES FUTURA: UNA APROXIMACION AL CASO CHILENO

Víctor García Ossa

### INTRODUCCION

Uno de los problemas importantes que enfrentan los agentes económicos es el de tratar de predecir cuál será la tasa de interés futura. Las distintas predicciones que se hagan condicionarán sus decisiones financieras en el tiempo, así como las políticas macroeconómicas que se puedan seguir.

La ciencia económica, desde la época de Irving Fischer, ha buscado dar una respuesta a la relación entre las tasas de interés actuales y futuras, y encontrar buenos predictores de esta última.

La literatura existente ha sido agrupada, dentro de lo que se conoce en los libros de textos como la estructura en el tiempo de la tasa de interés. Distintas teorías con supuestos diferentes sobre comportamiento de los mercados han tratado de analizar la forma de la estructura en el tiempo de la tasa de interés. Al analizar este problema resulta obvio que se está contestando a la pregunta de si la tasa de interés implícita en los instrumentos de largo plazo (*tasa forward*) es o no un buen predictor de la tasa futura de interés. Específicamente, una de las teorías que se revisan en este artículo (la teoría de las expectativas insesgadas) implica que la *tasa forward* es el mejor predictor de la tasa futura.

En este artículo se pretende realizar un acercamiento empírico a la realidad chilena que permita visualizar cuál es la forma de la estructura en el tiempo de la tasa de interés y, por tanto, ver si la *tasa forward* es o no es un buen predictor de la tasa futura.

En lo que sigue de esta introducción se explicitan más claramente a qué se refiere la estructura en el tiempo de la tasa de interés *forward*. En la se-

gunda sección se hace una reseña de las distintas teorías de la estructura en el tiempo de la tasa de interés, para concluir presentando cuál es la proposición *testable* de las distintas teorías, que no es más que probar si la tasa *forward* es o no un buen predictor de la tasa futura. En la tercera sección se presenta la estimación empírica del premio por liquidez (diferencia entre la tasa de interés *forward* y la tasa esperada de interés futura), con una descripción de las fuentes de donde se obtuvieron los datos y de las pruebas de hipótesis utilizadas. En la cuarta sección se trata de comparar la bondad relativa de la predicción de la tasa *forward* con un modelo simple que es una *martingala*. . . Este *test* sólo tiene por objeto comparar en forma relativa cuál de los dos modelos predice mejor. Finalmente, la sección quinta presenta las conclusiones.

La estructura en el tiempo de la tasa de interés ha tenido un importante papel en la literatura económica. A un nivel macroeconómico, no sólo interesa la tasa de interés de corto plazo, sino también la tasa de largo plazo y los mecanismos de ajuste entre una y otra. A modo de ejemplo, puede citarse la *Operación Twist*, llevada a cabo por la Administración Kennedy. Esta fue un intento por incrementar los retornos de los instrumentos de corto plazo y simultáneamente disminuir los retornos de los de largo plazo. Tasas de interés más altas de corto plazo se consideraban deseables para mejorar la situación de balanza de pagos de Estados Unidos, ya que provocaría una tendencia superavitaria en la cuenta de capitales, mientras que tasas menores de largo plazo incentivarían las inversiones del sector privado, estimulando así la economía.

Las medidas tomadas en ese entonces fueron básicamente dos:

- i) Acortar el tiempo promedio de vencimiento de los bonos que tenía el sector privado a través de operaciones de mercado abierto y de la deuda del tesoro. Así, un aumento relativo de la oferta de bonos de corto plazo haría disminuir los precios de éstos, aumentando, por tanto, la rentabilidad de ellos, mientras que la disminución relativa de la oferta de bonos de largo plazo tendería a disminuir las tasas de retorno de ellos.
- ii) Aumentos sucesivos de la estructura de tasas máximas pagadas por los bancos comerciales en depósitos a la vista y a plazo de acuerdo a la regulación Q.<sup>1</sup>

Un análisis detallado de esta política se encuentra en Modigliani y Sutch (1966). Basta decir que, aparentemente, las políticas llevadas a cabo no ejer-

---

<sup>1</sup>Esta regulación norma los valores máximos que pueden alcanzar las tasas de interés de los depósitos en cuentas corrientes y algunos depósitos a plazo.

cieron un efecto importante en la estructura en el tiempo de la tasa de interés.

A un nivel microeconómico, por otra parte, la estructura en el tiempo de la tasa de interés no sólo sirve como una herramienta para valorar bonos, sino que también tiene una influencia importante en la valoración de la mayoría de los instrumentos financieros.

La estructura en el tiempo de la tasa de interés nos muestra el retorno hasta el vencimiento para todos los bonos de distintos vencimientos. Al graficar la estructura de tasas de interés en el tiempo, es posible encontrar curvas crecientes o decrecientes. Las primeras indican que los bonos de largo plazo tienen retornos superiores a los bonos de corto plazo. Es posible también encontrar situaciones en que la curva de retorno sea descendente para otros períodos de tiempo. Cualquiera sea la forma de la curva, distinta a una línea horizontal, indica que la tasa de interés no es constante y que el retorno de los bonos dependería del tiempo de expiración de ellos.

Es interesante en este punto detenerse a analizar qué es el retorno al vencimiento de un bono. Tal como se plantea en párrafos anteriores, éste no es más que la tasa interna de retorno de ese bono. Esto significa que el retorno al vencimiento de un bono de descuento es el promedio geométrico de las tasas de interés *forward* de un período:

Así, si llamamos:

${}^0r_T$  al retorno por período de un bono de descuento con vencimiento en T comprado al momento 0, entonces:

$$(1 + {}^0r_T) = \left[ (1 + {}^0r_1) (1 + {}^1r_2) (1 + {}^2r_3) \dots (1 + {}^{T-1}r_T) \right]^{1/T} \quad (1)$$

donde  ${}^0r_1$  es la tasa de interés actual, y  ${}^{n-1}r_n$  es la tasa de interés *forward* entre el período  $n-1$  y  $n$ .

Definición:<sup>2</sup>

La tasa de interés *forward* es la tasa de interés que se puede asegurar entre dos períodos de tiempo futuro, por medio de una transacción sin dinero hoy día.

<sup>2</sup>Para un ejemplo que clarifique la definición anterior, véase: Víctor García, *La tasa de interés forward y el premio por liquidez*. Documento de trabajo, serie de investigación n° 3 del Departamento de Administración de esta Facultad.

En un mundo de perfecta certidumbre y sin costos de transacción, necesariamente debe darse que los retornos obtenidos de distintos bonos, durante un período, sean iguales al margen del plazo de vencimiento de ellos. Si no fuera así, se crearían posibilidades de arbitraje que forzarían esta igualdad. Como estamos bajo perfecta certidumbre, además debería darse que:

$${}_1r_2^f = E({}_1r_2) = {}_1r_2, \text{ ya que el valor esperado es una constante.} \quad (2)$$

Sin embargo, en un mundo con incertidumbre no puede darse que siempre  ${}_1r_2^f = \widetilde{{}_1r_2}$ , ya que ahora la tasa de interés futura efectiva es una variable aleatoria (por eso el tilde) y, por lo tanto, existiría una distribución de probabilidades.

La pregunta que surge entonces es si la tasa de interés *forward* es o no buen estimador de la tasa de interés futura, es decir, si:

$${}_1r_2^f - E(\widetilde{{}_1r_2}) = 0 \quad \text{ó} \quad {}_1r_2^f \neq E(\widetilde{{}_1r_2}) \quad (3)$$

En este último problema es en el que se centrará lo que sigue del artículo, presentando las distintas teorías que existen sobre el tema y una prueba empírica que no es más que un primer acercamiento al problema de Chile.

Es importante mencionar aquí que este problema tiene dos formas de verse. Por un lado, se está haciendo un *test* sobre las distintas teorías que podrían explicar la relación descrita y por otro se está probando la eficiencia de los mercados. Así, nosotros podemos mirar el problema de dos ángulos.

- i) Suponer desde la partida que las expectativas son racionales y que el mercado es eficiente (que no es lo mismo que mercado perfecto) e investigar entonces distintas hipótesis sobre la relación entre la tasa *forward* y la esperada, como las descritas en lo que sigue del artículo, o
- ii) Suponer desde la partida que, en condiciones de equilibrio de mercado, debe darse que la tasa *forward* es un buen estimador de la tasa esperada y hacer un *test* de eficiencia de los mercados, planteando que una diferencia de ellas significaría que el mercado es ineficiente.

La literatura existente, que se revisa en los párrafos siguientes, nos permite pensar que existen buenas razones para no suponer *a priori* que siempre la tasa *forward* es un buen estimador de la tasa esperada y, por lo tanto, el enfoque adoptado en este trabajo es el primero: es decir, hacer el supuesto de que las expectativas son racionales y los mercados eficientes. Estaremos

entonces, haciendo una prueba de las hipótesis que podrían explicar la relación antes descrita bajo el contexto de equilibrio de mercados racionales y eficientes.

## 2. LA TEORIA

### 2.1. La teoría de las expectativas insesgadas:

Esta teoría, postulada en principio por Irving Fischer (1896), desarrollada más tarde por F. Lutz (1940) y apoyada a través de un trabajo empírico por Meiselman (1962), plantea que la tasa de retorno de un bono que vence en el período T debe ser igual a la media geométrica de la tasa esperada de corto plazo desde el momento de la transacción t al momento de vencimiento T. Esto es:

$$P(0) = \frac{\text{Valor par}}{[1 + {}_0r_T]^T} = \frac{\text{Valor par}}{[1 + {}_0r_1][1 + E({}_1\bar{r}_2)] \dots [1 + E({}_{T-1}\bar{r}_T)]}$$

Al comparar la ecuación (4) con la (1) que nos define la tasa de interés *forward* salta a la vista que lo que la teoría de las expectativas sostiene es que:

$${}_{n-1}r_n^f = E({}_{n-1}\bar{r}_n)$$

Es decir, la tasa de interés *forward*, que es la tasa que uno puede asegurar entre  $n-1$  y  $n$ , es igual al valor esperado de la tasa de interés futura de corto plazo.

Los supuestos detrás de la teoría de expectativas insesgadas son:

- a) Las expectativas de los inversionistas sobre la futura tasa de interés son insesgadas y
- b) Que bonos con distintos vencimientos sean perfectos sustitutos unos de otros.

Este segundo supuesto implica que el riesgo y los costos de transacción de una estrategia de recompra de bonos de un período durante  $n$  períodos (*rolling over*) son los mismos que de una estrategia de mantener un bono con  $n$  períodos al vencimiento. Si los bonos de distintos vencimientos son de hecho perfectos sustitutos, entonces, una diferencia entre la tasa de interés *forward* y la tasa esperada de interés futura crearía posibilidades de arbitraje que forzarían esta igualdad.

## 2.2. Teoría del premio por liquidez

Keynes (1930), analizando los mercados *forward*, plantea que en éstos existe la *backwardation normal*, es decir, que existe una tendencia normal a que los precios suban a medida que se acerca el vencimiento del contrato.

Esto dice Keynes, porque los productores van a los mercados a futuro a hacer *hedges* o cubrirse de posibles fluctuaciones de precios, luego, para que los especuladores estén dispuestos a correr el riesgo, será necesario que los *hedgers* estén "dispuestos" a recibir un precio menor que el precio esperado a futuro más los costos de llevar el producto de un punto del tiempo a otro. En la literatura de mercados a futuro, el que exista o no *backwardation normal* es un asunto no resuelto.

(Hicks (1945), en su libro *Valor y Capital*, toma el concepto anterior y lo aplica al problema de las tasas de interés. Plantea que, en general, las personas preferirán prestar sus dineros a corto plazo, ya que un cambio dado de la tasa de interés tendrá un impacto mayor en el precio de los bonos de largo plazo que en el de corto plazo y, por tanto, una mayor probabilidad de pérdida (pero también una mayor de ganancia). Por otra parte, las personas que piden prestado demandan créditos no sólo de corto plazo, sino que también de largo plazo. Luego, concluye Hicks, "un prestamista (que entrara en préstamos de largo plazo) se encontraría exactamente en la misma posición que un especulador en un mercado de mercancías. Sólo entraría al mercado de largo plazo por esperar una ganancia al hacerlo, y que ésta fuera suficiente para contrarrestar el riesgo incurrido".)

De acuerdo a lo anterior, la tasa a futuro se fijaría igual que los precios a futuro de mercancías "en un nivel que baste exactamente para tentar a un número suficiente de especuladores a realizar contratos a futuro. (La tasa habrá de ser superior a la de corto plazo que éstos esperen que rija durante esa semana. Así, la tasa de interés de futuros a corto plazo excederá a la tasa a corto plazo esperada en una prima por riesgo que corresponda exactamente a la *backwardation normal*, de los mercados de mercancías".)

(Como vemos, lo que plantea Hicks, basado en el concepto de Keynes, es que, dado que los bonos a largo plazo son más sensibles a variaciones en la tasa de interés, la tasa *forward* debe ser mayor que la tasa esperada por un monto equivalente a una prima por riesgo necesaria para inducir a los inversionistas adversos al riesgo a mantener los menos líquidos (más riesgosos) bonos de largo plazo. De aquí, el nombre de premio por liquidez.

La visión de Keynes y Hicks ha sido criticada porque pone el énfasis en el riesgo vinculado al valor del capital y no al riesgo de ingreso. Alguien que

sólo quiere asegurar un flujo de ingreso en un futuro distante puede simplemente hacer una inversión de largo plazo y no preocuparle para nada las fluctuaciones en el corto plazo del valor de sus inversiones. Esta estrategia es más segura para este individuo que la de hacer *roll-over*, los bonos de corto plazo a tasas intermedias desconocidas. Para un individuo de estas características, sería necesario un premio para inducirlo a tener bonos de corto plazo.)

### 2.3. Hipótesis de segmentación de mercados

Las críticas anteriores llevan a Culberston (1975) y Modigliani y Sutch (1966) a presentar una teoría distinta. (El primero plantea que la sustituibilidad entre bonos de distintos vencimientos no es perfecta y que los inversionistas tendrían demandas distintas para distintos vencimientos; luego, los retornos de bonos de distintos plazos se fijarán de acuerdo a las condiciones de demanda y oferta de cada uno de estos mercados. Modigliani y Sutch, en la misma línea anterior, crean lo que se conoce como el *habitat preferido*. Ellos incorporan el consumo dentro del análisis y plantean que, debido a condiciones de ciclo de vida u otras, existen distintos planes de consumo y ahorro a diferentes plazos y, por tanto, los inversionistas estarían preocupados del riesgo de consumo en diferentes momentos en el tiempo. Esto nos lleva a que diversos inversionistas tendrían distintos horizontes de planeación y por consiguiente un bono con vencimiento de cinco años sería más seguro para un inversionista con un horizonte de planeación de cinco años. Luego, expresan, nada de un grado más general puede ser dicho sobre el signo del premio de liquidez, ya que la oferta agregada de bonos puede no igualarse a la demanda agregada de bonos con distintos vencimientos. Como los mercados deben equilibrarse, este desequilibrio puede llevar a diferentes retornos para bonos con distinta madurez o vencimiento.)

(A pesar de que la crítica a la posición Keynes—Hicks está bien fundada, la teoría de Modigliani y Sutch sugiere que los individuos se preocupan del riesgo, sólo para un *habitat* o fecha específica, lo que de alguna manera significa que los planes intertemporales de consumo de la gente son exógenos y no endógenos. De existir algún grado de flexibilidad en los horizontes de planeación, entonces, estas diferencias en retornos podrían hacer cambiar el *habitat* preferido de las personas. O, dicho de otra manera, de existir suficientes inversionistas y emisores con horizontes flexibles, las diferencias de retorno de bonos con distinta madurez sería arbitrada.)

Susan Woodward (1982) plantea un modelo en que los individuos están preocupados del riesgo ingreso, a todas las fechas futuras (hasta su horizonte de planeación) y en donde sus decisiones de consumo son variables que dependen de los precios relativos y las tasas de interés.

Si los individuos son adversos al riesgo con respecto a todas las fechas en su horizonte, entonces en general, no existe una simple medida de riesgo.

Por ejemplo, si comparamos dos bonos libres de riesgo: uno, con vencimiento a un año, y otro, con vencimiento a tres años, la configuración de riesgo es la siguiente (a pesar de que los dos entregan un retorno libre de riesgo con respecto a su propio vencimiento):

a) El bono a tres años es riesgoso con respecto al corto plazo, ya que su valor de liquidación varía con relación a las fluctuaciones de la tasa de interés, mientras que,

b) El bono a un año es riesgoso con respecto al largo plazo, ya que el valor terminal del inversionista va a depender de las tasas de interés que existan en cada punto que tenga que hacer *roll-over* los bonos.

Sin embargo, si el valor terminal del bono de corto plazo covaría en forma negativa con el *riesgo de consumo existente* a un plazo futuro, es decir, bonos de corto plazo proveen un seguro con respecto al largo plazo, entonces, la estrategia de hacer *roll-over* bonos de corto plazo es aún menos riesgosa con relación a un plazo futuro que comprar y mantener un bono libre de riesgo que venza a esa fecha. Aquí tenemos una configuración en que, con respecto al corto plazo, los bonos de largo plazo son riesgosos y los de corto plazo son libres de riesgo, mientras que respecto al largo plazo los bonos de largo plazo son solamente libres de riesgo, pero los de corto plazo proveen un seguro; luego, la estrategia de bonos de corto plazo es la menos riesgosa para obtener la distribución de consumo deseada, tanto en el corto plazo como en el largo plazo.

Ello implica que en equilibrio la estrategia de corto plazo debe tener una tasa de retorno más baja que la estrategia de largo plazo y esto nos llevaría a que el premio por liquidez sería positivo.

Woodward (1982), usando un modelo de equilibrio general en que incorpora las preferencias (por consumo y riesgo), expectativas (y la distribución temporal de la información que las afecta), oportunidades productivas y la distribución en el tiempo y entre estados de la naturaleza de la riqueza de los individuos, analiza cuál sería la forma de la estructura en el tiempo de la tasa de interés y, por tanto, el premio por liquidez.

Como se planteó antes, el premio por liquidez es la diferencia entre la tasa de interés *forward* y la tasa esperada de interés para ese período. Sea  $L$  el premio por liquidez entonces:

$$L = \frac{1}{r_2} - E(\frac{1}{r_2}) \quad (6)$$

Tal como planteamos en párrafos anteriores,  $L$  dependerá básicamente de la covariabilidad del consumo futuro con los retornos de los bonos de corto y largo plazo. Durante el desarrollo de su modelo, S. Woodward llega a tres proposiciones:

Proposición 1)  $L > 0$  si y sólo si la covarianza entre las tasas de interés y el consumo futuro es negativa, por lo tanto entre el valor del bono de largo plazo y el consumo futuro es positiva.

Esto es,  $L > 0$  cuando el valor de un bono de corto plazo bajo estrategia de *roll-over* covaría en forma negativa con el consumo futuro, lo que hace de la estrategia de *roll-over* una especie de seguro con respecto al consumo futuro.

Proposición 2)  $L < 0$  cuando la covarianza entre las tasas de interés y el consumo futuro es positiva. Esto implica que los bonos de largo plazo son los menos riesgosos para obtener consumo en el corto plazo. Esto hace que los bonos de largo plazo tengan una menor tasa de retorno que una estrategia de *roll-over* bonos de corto plazo.

Proposición 3)  $L < 0$  también, cuando los bonos de largo plazo covarían en forma positiva con el consumo de corto plazo y los bonos de corto plazo covarían en forma positiva con el consumo de largo plazo.

Este escenario corresponde al más fácil de imaginar en términos de configuración de riesgo ya que bajo éste cada bono es el menos riesgoso para obtener consumo a su propio momento de madurez o vencimiento.

Finalmente, otras dos teorías han tratado de explicar la estructura en el tiempo de la tasa de interés.

La primera de ellas se relaciona a la teoría de media-varianza de Markowitz y al modelo de precios de activos de capital (CAPM). Una última teoría está relacionada con la teoría de arbitraje, y usa conceptos y metodologías similares a las utilizadas para valorar opciones a través de modelamientos continuos en el tiempo y partiendo de un equilibrio donde las oportunidades de arbitraje no existen.

En general, estos modelos, así como el modelo multivariable de Langer-tieg (1980), son más generales e incluyen las teorías antes mencionadas como casos particulares, lo que en definitiva nos lleva a que la discusión sobre la estructura en el tiempo de la tasa de interés es más bien una cuestión empírica en que la proposición *testeable* es si:

$L = {}_1r_2^f - E({}_1\widetilde{r}_2)$  es positiva, negativa o cero.

### 3. ESTIMACION EMPIRICA

Lo que se presenta a continuación es una primera aproximación empírica al caso chileno para ver si  $L \geq 0$ . La respuesta a esta pregunta es importante no sólo por lo que implica en términos de la estructura en el tiempo de la tasa de interés y por tanto en medidas de política, sino que también como una cuestión de predicción y eficiencia de los mercados. Tal como vimos, bajo condiciones de certidumbre y sustituibilidad de bonos,  $L$  necesariamente es igual a 0 si el mercado es eficiente.

Sin embargo, si existen otros riesgos como los enunciados por Keynes-Hicks, Modigliani y Sutch, Fama o Woodward, entonces podríamos esperar que, aun, siendo el mercado eficiente,  $L$  fuera distinto de cero. La pregunta que habría que formularse entonces es ¿de qué depende  $L$ ? y si una vez estimado  $L$  de variables exógenas y sustraídos de la tasa *forward* aún existe una diferencial, entonces recién podríamos plantear que el mercado puede ser ineficiente. Luego, debe quedar claro que la mera existencia de  $L$  distintos de cero no es una indicación de ineficiencia, sólo después de un cuidadoso análisis de sus determinantes y sus relaciones funcionales, podríamos tratar de contestar esa interrogante.

El análisis empírico de este artículo se limitará a la primera pregunta, dejando para futuras investigaciones la segunda.

#### 3.1. Los datos

Para poder hacer un *test* de medias que sea estadísticamente significativo se necesita un número importante de observaciones. El ideal habría sido tomar las transacciones en bolsa de bonos del gobierno (que se suponen libres de riesgo) e inferir de allí la tasa *forward* y efectiva. Lamentablemente, las estructuras de vencimiento, los arreglos institucionales y las pocas transacciones realizadas no permiten construir de allí una base de datos confiables.

Después de un análisis de las alternativas, se concluyó que la fuente más confiable eran las tasas de interés de captación publicados en "El Mercurio" día a día. Con el objeto de acercarnos lo más posible a una tasa representativa libre de riesgo y tener la mayor cantidad de información se siguió la siguiente metodología para la construcción de la serie de datos.

i) Se tomó el período comprendido entre el 3 de mayo de 1977 y el 29 de julio de 1982. La elección del punto de partida está limitado por la

disponibilidad de datos, ya que a esa fecha comienzan a publicarse las tasas de interés en el diario. Se optó por julio de 1982, puesto que de ahí en adelante comienzan una serie de medidas de política económica que podrían distorsionar seriamente los resultados.

ii) Se construyó la serie en base a datos semanales. Esto es, todos los martes se registraron las tasas de interés a 30 y 90 días y, a la vez, se registraban las mismas tasas que regían 30 días después. Desgraciadamente, en Chile, los depósitos a 60 días son de escasa práctica y no se publican las tasas. Averiguaciones hechas en el sector bancario nos permitieron saber que la práctica común era ofrecer el doble de la de 30 días o dos tercios de la de 90 días.

iii) Para cada período se consideraron dos muestras que servirían para construir portfolios de bancos, con las que se estima una tasa promedio.

a) Bancos extranjeros y del Estado.

b) Los anteriores más un subconjunto de los bancos nacionales considerados como los de menor riesgo.

Cabe hacer notar que, dado el seguro implícito y explícito a los depósitos por parte del Estado durante el período considerado, la inclusión de diferentes tipos de bancos no debería hacer cambiar mayormente los resultados.

iv) Con las dos muestras anteriores se formaron portfolios y se estimó una tasa de interés del portfolio considerado, semana a semana. Lo anterior nos entregó una muestra que comprende 265 observaciones semanales.

El usar las tasas de interés de los depósitos a plazos y no la tasa implícita en los bonos libres de riesgo puede sesgar los resultados, ya que la distribución de retornos de los bonos es distinta a la de los depósitos a plazo. Estos últimos tienen una distribución truncada, puesto que sus valores nunca pueden disminuir del capital inicial. Esto es así, porque una persona siempre puede recuperar lo que depositó, renunciando a los intereses. Esto lo hará, obviamente, cuando el valor que pueda obtener en el mercado financiero menos los costos de transacción sea menor al capital inicial. Al estar truncada la distribución, esto hará que el riesgo de liquidez asociado al cambio en la tasa de interés para los depósitos en bancos y financieras sea menor que el riesgo de liquidez de los bonos de gobierno, para un mismo período de tiempo. Sin embargo, al ocupar datos de comienzos de períodos en una fecha específica, esperamos que, al ser los bonos y los depósitos instrumentos sustitutos, exista una relación de equilibrio entre los retornos de ellos que esté gobernada (para instrumentos similares) por esta diferencial de ries-

go. Lo anterior nos permite pensar que los resultados a los que lleguemos, si bien no serán representativos del monto del premio por liquidez, sí serán de su signo, ya que al usar siempre el mismo instrumento (depósitos a plazo) siguen siendo válidos los riesgos de *roll-over* versus la estrategia de mantener bonos de largo plazo.

Con los datos anteriores se estimó la tasa de interés *forward* de 60 días, como sigue:

$$30r_{90}^f = \frac{1 + 0r_{90}}{1 + 0r_{30}} - 1$$

Para estimar la tasa efectiva de 60 días un mes después se siguieron dos criterios:

- i) Se multiplicó la tasa de 30 días por dos.
- ii) Se multiplicó la tasa de 90 días por dos tercios.

Tal como se planteó anteriormente, esto está de acuerdo a prácticas bancarias comunes, por lo que son las representativas de la tasa de 60 días.

Una vez obtenidas las tasas *forward* y las efectivas se estimó  $L$  para cada semana en donde,

$$L_0 = 30r_{90}^f - 30r_{60} \times 2 \quad (9)$$

$$L_1 = 30r_{90}^f - 30r_{120} \times 2/3 \quad (10)$$

y se hizo un *test* de medias para  $L_0$  y  $L_1$  con las dos muestras.

Obviamente que este procedimiento tiene la dificultad de tener que inferir la tasa efectiva de otras tasas, lo que podría estar sesgando el resultado. Sin embargo, la escasez de datos existentes hacen imposible otro procedimiento y, por otra parte, si estas son efectivamente las prácticas bancarias comunes significaría que esas son efectivamente las tasas de 60 días y, al menos, podríamos confiar que los resultados no estén muy sesgados.

Para tener más luces en este problema se siguió un procedimiento alternativo, infiriendo ahora la tasa *forward* de 30 días y ocupando la efectiva de 90 días un mes después, así:

$$30r_{60}^f = \frac{1 + 0r_{30} \times 2}{1 + 0r_{30}} - 1 \quad (11)$$

$$30r_{60}^{f1} = \frac{1 + 0r_{90} \times 2/3}{1 + 0r_{30}} - 1 \quad (12)$$

y, por tanto,

$$L_2 = 30r_{60}^f - 30r_{60} \quad (13)$$

$$L_3 = 30r_{60}^{f1} - 30r_{60} \quad (14)$$

para las cuales también se hicieron test de medias

### 3.2. Resultados

El cuadro 1 muestra los resultados para  $L_0$  y  $L_1$  para las dos muestras, y el cuadro 2 lo hace para  $L_2$  y  $L_3$ .

CUADRO 1

	Bancos extranjeros y del Estado	Muestra total
$\bar{L}_0$	-0,406	-0,387
$\sigma(L_0)$	1,131	1,209
t	-5,83	-5,2
$\bar{L}_1$	-0,211	-0,217
$\sigma(L_1)$	0,962	0,86
t	-3,56	-4,1

Nota:  $t = \frac{\bar{L}}{\sigma / \sqrt{N}}$ , donde  $N = 265$

CUADRO 2

	Bancos extranjeros y del Estado	Muestra total
$\bar{L}_2$	-0,07	-0,086
$\sigma(L_2)$	0,558	0,603
t	-2,04	-2,32
$\bar{L}_3$	-0,254	-0,236
$\sigma(L_3)$	0,607	0,656
t	-6,81	-5,86

Nota:  $t = \frac{\bar{L}_i}{\sigma / \sqrt{N}}$  N = 265

Los resultados del cuadro 1 indican que, en ambas muestras, el premio por liquidez es negativo y está entre -0,4 por ciento y -0,2 por ciento, aproximadamente, para tasas de 60 días, dependiendo de cual sea la estimación de la tasa de 60 días. Si se usa la estimación basada en la tasa de 90 días, el premio por liquidez es menor en términos absolutos.

Los resultados del cuadro 2 son congruentes con el cuadro anterior, ya que indican que el premio por liquidez, estimado en base a tasas de 30 días, también es negativo.

Cabe mencionar que tanto en el cuadro 1 y el cuadro 2, los resultados deben considerarse con cautela, ya que en ambos casos se infirieron datos: la tasa efectiva de 60 días para el cuadro 1 y la *forward* de 30 días para el cuadro 2. Lo anterior significa que los valores del premio por liquidez pueden no ser representativos. Sin embargo, los resultados parecen ser bastante robustos en cuanto a indicar el signo del premio por liquidez. Es por esto que lo que puede inferirse de los resultados, con algún grado de certeza, es que la tasa de interés *forward* es, en general, menor en el corto plazo que la tasa esperada de interés de corto plazo.

En las pruebas empíricas realizadas, se estimaron las autocorrelaciones de los residuos. Los resultados no se incluyeron, pero muestran la tendencia esperada, en el sentido de que las primeras autocorrelaciones son significativas, disminuyendo su significancia en las de orden 4 hacia adelante.

La razón de no incluirlas - y del fenómeno anterior- es que, dada la metodología empleada, éstas son autocorrelaciones espurias o mejor dicho for-

zadas. Al trabajar con tasas mensuales o bimensuales calculadas semanalmente, la información que contienen las tasas en la semana  $t$  se repite en parte a la que hay en la semana  $t + 1$  y, por tanto, se están forzando las autocorrelaciones. Esto queda en evidencia si uno piensa que la tasa mensual puede componerse de las tasas semanales y, por tanto, habrán tres semanas en que se traslape información en una y otra tasa.

### 3.3. Interpretación de los resultados

Tal como se planteó anteriormente, si bien no podemos sacar una conclusión acerca del valor absoluto del premio por liquidez para periodos de 30 y/o 60 días, si podemos concluir, en forma más o menos segura, que el premio por liquidez tiene signo negativo y por tanto las estrategias de *roll-over* los bonos tienen una tasa de retorno mayor que la estrategia basada en la mantención de bonos de largo plazo.

Tal como se planteó en la parte teórica, este resultado es congruente con las teorías más modernas de la estructura en el tiempo de la tasa de interés que expresan que nada puede decirse *a priori* sobre el signo del premio por liquidez, y que esto depende de otros factores.

Según Culberston y Modigliani y Sutch, los resultados sólo estarían indicando que la demanda por bonos de corto plazo, en relación a su oferta, es menor que para los de largo plazo, determinando precios menores de corto plazo y por lo tanto retornos mayores.

Si por otra parte, seguimos las interpretaciones de la Woodward que considera el riesgo de ingreso—consumo en todos los períodos, dos podrían ser las razones:

i) Que la covarianza entre las tasas de interés y el consumo futuro es positiva, lo que implica que los bonos de largo plazo son los menos riesgosos para obtener consumo en el corto y largo plazo (proposición 2).

ii) Que la covarianza entre los bonos de largo plazo y el consumo de corto plazo sea positivo y que la covarianza entre los bonos de corto plazo *rolled over* con el consumo de largo plazo sea también positiva, haciendo cada bono más seguro con respecto al consumo a su vencimiento (proposición 3).

Para dilucidar cuál de las dos interpretaciones es la real, es necesario estimar lo que se conoce como el *solidity premium* o premio por solidez que se define, como

$$S \equiv {}_1d_2^f - E({}_1\bar{d}_2) \quad (15)$$

$$\equiv \frac{1}{1 + {}_1r_2^f} - E\left(\frac{1}{1 + \bar{r}_2}\right)$$

Así como  $L$  mide el riesgo de la estrategia de inversiones de corto plazo en relación a la de largo plazo,  $S$  mide el riesgo de la estrategia de largo plazo en relación a la de corto plazo.

A pesar de que existe una especie de relación inversa entre  $L$  y  $S$ , ésta última no es ni el recíproco ni el negativo de  $L$ .

La interpretación de esto es la siguiente:  $L$  está midiendo la diferencia, *en el futuro*, entre un retorno seguro de un bono de largo plazo y el retorno promedio de una estrategia de *roll over* bonos de corto plazo a una tasa incierta de reinversión. Por otra parte,  $S$  está midiendo la diferencia, *en el período actual*, entre un retorno seguro de un bono de corto plazo y del retorno promedio de un bono de largo plazo liquidado a una tasa de descuento incierta.

Luego  $L > 0$ , implica un retorno mayor, en promedio, de instrumentos de largo plazo sobre instrumentos de corto plazo comparada en el futuro. Mientras que  $S > 0$  indica un retorno mayor, en promedio, de instrumentos de corto plazo sobre los de largo plazo comparados hoy. Como las fechas de comparación son distintas,  $L$  y  $S$  no tienen por qué tener distintos signos.

Según Woodward, existen sólo tres posibles combinaciones entre  $L$  y  $S$ .

- 1)  $L > 0$  ;  $S < 0$
- 2)  $L < 0$  ;  $S > 0$
- 3)  $L < 0$  ;  $S < 0$ <sup>3</sup>

Si se da la combinación 2), entonces, la proposición 2 anterior es la válida; mientras que si se da 3), la proposición 3 anterior es la válida.

Lo que si es claro, es que —al menos con nuestros datos— la proposición de Keynes–Hicks no se confirma, ya que para esto hubiese sido necesario que  $L > 0$ .

<sup>3</sup>Existen ciertas relaciones que deben darse entre ellas debido a la desigualdad de Jensen. Véase S. Woodward (op. cit.).

Por otra parte, tampoco nos parece acertado, dado los resultados, postular que en el caso chileno  $L$  se debe a la variabilidad de la inflación, ya que al ser ésta siempre positiva y, por tanto, un riesgo para las tasas nominales de interés, esto exigiría que  $L$  fuera positivo.

Por todo lo anterior, creemos que la explicación más plausible de la situación encontrada se da por las proposiciones contenidas en el artículo de S. Woodward que relaciona el signo de  $L$  a las posibles covariabilidades entre las tasas de interés y la distribución de consumo en el tiempo.

#### 4. LA BONDAD DE LAS PREDICCIONES

Si queremos analizar qué tan buen predictor es la tasa *forward* de la tasa futura, deberíamos no sólo verlo en términos absolutos, sino también relativos; para esto, es interesante comparar el poder de predicción de ella con otro modelo.

El modelo que se adopta en este artículo es el de una simple martingala,<sup>4</sup> es decir, se plantea que la tasa de interés actual es un buen estimador de la tasa de interés futura.

$$E_0(\overline{1r}_2) = {}_0r_1 \quad (\text{para la tasa de 30 días}) \quad (16)$$

$$E_0(\overline{1r}_4) = {}_0r_3 \quad (\text{para la tasa de 90 días}) \quad (17)$$

Luego, con la misma metodología de portfolios anterior y separando por dos muestras se construyó una serie de 265 datos semanales en que:

$$D_0 = {}_{t+1}r_{t+2} - {}_t r_{t+1} \quad (\text{para tasas de 30 días}) \quad (18)$$

$$D_1 = {}_{t+1}r_{t+4} - {}_t r_{t+3} \quad (\text{para tasas de 90 días}) \quad (19)$$

Y se hizo un *test* de medias. De nuevo se estimaron las autocorrelaciones, las que presentan las mismas características enunciadas anteriormente.

El cuadro 3 presenta los resultados.

<sup>4</sup>Un modelo tipo martingala tiene la ventaja sobre el camino aleatorio de que no impone restricciones a los errores, mientras el camino aleatorio impone que éstos sean independientes e idénticamente distribuidos.

CUADRO 3

	Bancos extranjeros y del Estado	Muestra total
$D_0$	0,037	0,027
$\sigma(D_0)$	0,58	0,624
$t$	1,04	0,704
$D_1$	0,116	0,104
$\sigma(D_1)$	1,489	1,364
$t$	1,27	1,24

Para el tamaño de la muestra considerado, no se puede rechazar la hipótesis de que la tasa actual de interés es un buen predictor de la tasa futura y estaría demostrando ser un mejor estimador que la *forward*. Sin embargo, es necesario descontar la prima (L) estimada con variables independientes y ver si la tasa resultante es mejor, peor o tan buena como la tasa actual para predecir la tasa futura.

## 5. CONCLUSIONES

En este artículo se revisan las teorías existentes sobre la estructura en el tiempo de la tasa de interés y el premio por liquidez.

Los datos utilizados no permiten confiar totalmente en los valores absolutos obtenidos, pero creemos que los resultados son suficientemente robustos como para decir que en Chile, en el período considerado, la prima por liquidez fue negativa.

Lo anterior nos permite rechazar la hipótesis de *backwardation normal* y creemos que, por lo riguroso de la exposición teórica, la mejor explicación a esto estaría dada por la hipótesis de Woodward, lo que nos llevaría a plantear a que los bonos de largo plazo son más seguros para obtener consumo, tanto en el corto como en el largo plazo, o bien, que la estrategia más segura es comprar bonos de corto plazo para asegurar consumo de corto plazo y bonos de largo plazo para asegurar consumo en el largo plazo. (Valgan las redundancias.)

Finalmente, es necesario recordar que estamos probando hipótesis conjuntas respecto al comportamiento del premio por liquidez y la eficiencia de los mercados. La literatura existente permite pensar que existen suficientes

razones como para que un premio por liquidez distinto de cero se deba a factores de mercado y no a ineficiencias. Por otra parte, el tamaño de la muestra y el número de períodos hace poco factible que un premio por liquidez distinto de cero se deba a ineficiencias de los mercados, ya que indicaría una equivocación permanente de los agentes económicos.

## BIBLIOGRAFIA

- Copeland Th. y F. Weston, "Financial theory and corporate finance". Addison Wesley, 1983.
- Cox J., J. Ingersoll y S. Ross, "A re-examination of the traditional hypotheses about the term structure of interest rates", *Journal of Finance*, 4, septiembre de 1981.
- Culberston, J., "The term structure of interest rates", *Quarterly Journal of Economics*, noviembre de 1975: 694-696.
- Fama, E., "Short term interest rates as predictors of inflation", *A.E.R.*, junio de 1975: 269-282.
- , "Forward rates as predictors of future spots rates", *Journal of Financial Economics*, 3, 1976: 361-377.
- Hicks, J.R., *Valor y capital*, Fondo de Cultura Económica, 1945: 146-147.
- Keynes, J.M., *A treatise on money* vol. II, Nueva York: Harcourt, Brace Co., 1930: 142-144.
- Langetieg, T., "A multivariate model of the term structure", *Journal of Finance*, marzo de 1980: 71-98.
- Malkiel, B., "Expectations, bond prices and the term structure of interest rates", *Quarterly Journal of Economics*, mayo de 1962: 197-218.
- McCulloch J.H., "An estimate of the liquidity premium", *Journal of Political Economy*, enero-febrero de 1975: 95-199.
- Modigliani, F. y R. Sutch "Innovation and interest rates policy", *American Economic Review*, mayo de 1966: 178-197.
- Wood, J.H., "Expectations, errors, and the term structure of interest rates", *Journal of Political Economy*, abril de 1963: 160-171.

- Wood, H.J., "The expectations hypotheses, the yield curve and monetary policy", *Quarterly Journal of Economics*, agosto de 1964: 457-470.
- Woodward S., "The liquidity premium and the solidity premium", en *Documento de trabajo*, University of California, Los Angeles, julio de 1982: 263.
- "El Mercurio, Varios números.