

MODELOS ALTERNATIVOS A LA ECUACIÓN DE FISHER: UNA SÍNTESIS

Carlos Maquieira V.*

EXTRACTO

Este artículo provee una discusión y síntesis organizada de los principales enfoques teóricos así como de la evidencia empírica que han surgido en relación a la ecuación originalmente propuesta por Irving Fisher (1896). Esta ecuación establece una relación entre la tasa de interés nominal, la tasa de interés real y la tasa de inflación esperada. Particularmente, el artículo enfatiza los enfoques más recientes basados en la teoría moderna de valoración de activos de capital.

ABSTRACT

This article discusses and organizes the most important theoretical approaches and empirical studies on the nominal interest rate equation. This equation, originally proposed by Irving Fisher (1896), relates the nominal interest rate to the real interest and expected inflation rates. We emphasize the most recent approaches which are based on the modern theory of asset pricing.

*Profesor del Departamento de Administración de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Chile,

El autor agradece a David Blackwell, Stefanie Kleimeir, Louis Scott y Joseph Sinkey por sus valiosos comentarios y sugerencias.

MODELOS ALTERNATIVOS A LA ECUACIÓN DE FISHER: UNA SÍNTESIS*

Carlos Maquieira

INTRODUCCIÓN

La ecuación de Fisher es probablemente uno de los modelos de valoración de activos de capital más antiguos y conocidos en finanzas. En 1896, Irving Fisher postuló que, en una economía con perfecto *foresight* y en equilibrio, la tasa de interés nominal debería ser igual a la tasa de interés real más un premio que refleje la tasa futura de inflación. Sin embargo, ha habido una gran divergencia de opinión en cuanto a las implicancias teóricas y empíricas del postulado de Fisher. Como resultado de esta controversia, varios modelos alternativos a la ecuación de Fisher han sido propuestos.

El principal objetivo de este artículo es proveer una discusión y revisión organizada de los estudios teóricos y empíricos sobre la ecuación original de Fisher, enfatizando los enfoques más recientes. Particularmente nos interesan los modelos basados en la teoría moderna de valoración de activos de capital.

Una de las principales implicancias empíricas de la ecuación original de Fisher es que se debería observar una relación uno a uno entre cambios en la tasa de inflación esperada y cambios en la tasa de interés nominal. A este respecto, no se toma en cuenta la probable relación entre cambios en la tasa de inflación esperada y la tasa de interés real propuesta por Mundell (1963). Este autor postula que un aumento en la inflación esperada conllevará una disminución en la tasa de interés real por lo que el aumento en la tasa de interés nominal será menor que el aumento en la tasa de inflación esperada (relación menor que uno a uno). Adicionalmente, esperaríamos fluctuaciones en la tasa de interés real a través del tiempo.

**Estudios de Economía*, publicación del Departamento de Economía de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Chile, vol. 19, n°2, diciembre 1992.

Por otro lado, la incorporación de impuestos personales en la ecuación de Fisher predice que, ante un cambio en la tasa de inflación esperada, la tasa de interés nominal tendrá un cambio mayor que el cambio en la tasa de inflación esperada (relación mayor que uno a uno). Esta predicción es atribuida a Darby (1975) y es normalmente referida como "el efecto Darby".

Los efectos mencionados anteriormente han sido extensamente estudiados, pero sin una representación dinámica de equilibrio general de la tasa de interés. En general, los modelos están basados en el enfoque macroeconómico IS-LM, que no permite un análisis dinámico de la ecuación de Fisher. Adicionalmente, estos modelos no relajan el supuesto de neutralidad al riesgo que está detrás de la ecuación original de Fisher.

El enfoque más reciente al análisis de la ecuación de Fisher es la teoría de valoración de activos de capital, en que la programación dinámica y el cálculo estocástico son combinados para no tan sólo determinar los valores de activos financieros, sino también describir la tasa de interés de equilibrio. La consideración de tasas de interés reales variables, enfoque multiperíodico, relajamiento del supuesto de neutralidad al riesgo y la extensión del concepto de premio por riesgo constituyen las contribuciones más importantes de este nuevo enfoque.

Este artículo está organizado en cuatro secciones. La ecuación original de Fisher y los resultados empíricos más importantes se discuten en la sección 1. En la sección 2, se presentan la ecuación modificada de Fisher y los resultados empíricos. La ecuación moderna de Fisher es discutida en la sección 3. Finalmente, la sección 4 presenta las conclusiones.

1. ECUACIÓN ORIGINAL DE FISHER

Irving Fisher (1896) postula que la tasa de interés nominal es igual a la suma de tres elementos, la tasa de interés real, la tasa de inflación esperada y la apreciación de los pagos de intereses.

Históricamente, los investigadores han usado una aproximación a esta formulación la cual no incorpora la apreciación de los pagos de intereses. Así, ellos obtienen la siguiente relación,

$$i = r + p \quad (1)$$

donde, i es la tasa de interés nominal, r es la tasa de interés real y p es la tasa de inflación esperada. Fisher estableció esta relación en una teoría de equilibrio general con perfecto *foresight* de la tasa de inflación. Por lo tanto, Fisher postula que un cambio en la tasa de inflación esperada se ve completamente reflejada en

la tasa de interés nominal. El *testea* empíricamente esta hipótesis en 1930, y él encuentra que la relación es menor que uno y justifica este resultado diciendo que:

"But since perfect forethought is imperfect, the effects are smaller than the theory requires..." (1930,p.451). (Sin embargo, ya que la predicción es imperfecta, los efectos son menores a los que la teoría requiere...)

Posteriormente, varios investigadores se preocuparon de examinar empíricamente la relación inicialmente propuesta por Fisher y entre los más importantes, encontramos: Gibson (1972), Fama (1975), Garbade y Wachtel (1978), Tanzi (1980), Antonic (1986) y Barsky (1987).

Gibson (1972) usa datos sobre expectativas de tasas de interés de instrumentos de tesorería del gobierno norteamericano (*U.S. treasury securities*) con distintos tiempos al vencimiento para el período 1957-1966¹. Él encuentra que la tasa de interés real no es afectada por las expectativas de inflación en un período de seis meses y que la tasa de interés nominal refleja completamente las expectativas de inflación. Esto es especialmente verdadero para el período posterior a 1959.

Fama (1975) argumenta que, si la tasa de interés real esperada no cambia de una forma que compense completamente un cambio en la tasa de inflación esperada entonces, en un mercado eficiente, debería haber una relación entre la tasa de interés nominal en t y la tasa de inflación esperada en $t+1$. Por lo tanto, Fama supone expectativas racionales con respecto a la predicción de tasas de inflación. Él usa bonos de tesorería norteamericanos (*U.S. Treasury Bills*) de uno a seis meses para el período 1953-1971 y encuentra una relación positiva no significativamente distinta de uno entre tasas de interés nominal y expectativas de inflación. Además, él concluye que la tasa de interés real esperada durante el período de estudio es relativamente constante.

Garbade y Wachtel (1978) replican el trabajo de Fama (1975), permitiendo que la tasa de interés pueda variar en el período de estudio. Usando una metodología diferente desarrollada por Garbade (1977), ellos encuentran que la tasa de interés real muestra una variación intertemporal estadísticamente significativa. Adicionalmente, ellos documentan una relación uno a uno entre tasas de inflación y tasas de interés nominal para el período de estudio. Estos resultados sugieren que las diferencias entre parámetros estimados de la inflación

¹Estos datos son obtenidos a través de encuestas directas a importantes participantes en el mercado (base de datos de Livingston).

esperada para distintos subperíodos documentadas por Fama se deben a errores muestrales y no a variaciones temporales.

Tanzi (1980), al usar datos de expectativas obtenidos de encuestas para el período 1952-1975, encuentra que la relación entre tasas esperadas de inflación y tasas de interés nominal es menor que uno.

Antonic (1986) estudia el cambio en la volatilidad de la tasa de interés real tomando en cuenta los cambios en política monetaria introducidos por la *Federal Reserve* en Estados Unidos el 6 de octubre de 1979. Considerando el modelo desarrollado por Garbade y Wachtel (1978), él estima la tasa de interés real ex ante haciendo uso de la técnica de regresión con parámetros dependientes del tiempo (*time-varying parameter regression technique*). Además, el modelo supone expectativas racionales para la estimación de las tasas de inflación esperada al igual que en el estudio realizado por Fama (1975). El estudio de Antonic respalda la hipótesis de que la tasa de interés real no es estacionaria a través del tiempo.

Barsky (1987) investiga el efecto Fisher para el período 1860-1979. Este artículo intenta explicar por qué los datos posteriores a la Segunda Guerra Mundial se comportan más de acuerdo con la ecuación original de Fisher, comparados con los datos anteriores a la guerra. Barsky encuentra que las diferencias entre ambos períodos se deben a cambios en el proceso estocástico de la inflación más que a un cambio en la relación estructural entre tasas de interés e inflación esperada. La correlación simple entre la tasa de interés de papeles comerciales norteamericanos y la tasa de inflación contemporánea es de -0,17, para el período 1860-1939. Por otro lado, la correlación es de 0,71 para el período 1950-1979. La inflación evolucionó de un proceso de ruido blanco (*white noise*) en el período anterior a la guerra a un proceso no estacionario ARIMA en el período posterior a 1960.

2. ECUACIÓN MODIFICADA DE FISHER

En gran parte, debido a la falta de consenso en relación a la ecuación tradicional de Fisher, varios investigadores han incorporado otras variables relevantes en la ecuación sin abandonar el supuesto de neutralidad al riesgo. Entre las contribuciones teóricas más importantes encontramos: Mundell (1963), Tobin (1965), Darby (1975), Feldstein (1976), Gandolfi (1982) y Mitchell (1985). A continuación, presentamos un breve resumen de los modelos desarrollados por estos investigadores.

Mundell (1963) postula una relación entre la tasa de interés nominal y la tasa de inflación esperada menor que uno. Ante un aumento en la inflación

esperada, él obtiene un consiguiente aumento en la tasa de interés nominal y una disminución en la tasa de interés real. Mundell muestra que un aumento en la inflación esperada produce una caída en la tenencia real de dinero, lo cual induce un aumento en el nivel de ahorro dado las expectativas de consumo y, por lo tanto, una caída en la tasa de interés real.

Tobin (1965) obtiene el mismo resultado de Mundell. El demuestra que la tenencia real de dinero se ve disminuida ante un aumento en la inflación esperada, lo cual redundará en un aumento en la intensidad de uso de capital y, por consiguiente, disminuye la tasa de interés real. Entonces la relación entre la tasa de interés nominal y la tasa de inflación esperada es menor que uno en este modelo.

Darby (1975) incluye impuestos personales en el estudio de la ecuación de Fisher. El sostiene que la tasa de interés nominal aumenta más que la tasa anticipada de inflación para cubrir no sólo la pérdida debido a la inflación, sino que también la pérdida debida al impuesto al ingreso personal. Darby establece la siguiente relación:

$$r = i*(1-t) - p \quad (2)$$

donde t es el impuesto proporcional al ingreso personal, i es la tasa de interés nominal, r es la tasa de interés real y p la tasa de inflación anticipada. El efecto de la inflación anticipada sobre la tasa de interés nominal es $1/(1-t)$. En este modelo, la tasa de interés real se supone independiente de la tasa de inflación anticipada.

Feldstein (1976) extiende el modelo de Darby incorporando dos efectos importantes. El primero dice relación con la tasa de ahorro que depende de la tasa de retorno real obtenida por los ahorrantes. El segundo elemento es la existencia de impuestos a los ingresos personales e impuestos a los ingresos de intereses de las corporaciones así como un impuesto de suma fija. Feldstein sostiene que la ecuación propuesta por Fisher es un caso especial en el cual no existen impuestos ni cambios en la demanda de tenencia real de dinero. El muestra que un cambio en la tasa de interés nominal, dado un cambio en la tasa de inflación esperada, depende no sólo de la inflación sino que también de los impuestos, el producto marginal del capital y de la composición del portafolio de inversiones.

Gandolfi (1982) analiza un modelo macroeconómico de un sector con una función de ahorro $S(R_s)$ y una función de inversión $I(R_i)$ donde R_s es la tasa de interés real después de impuesto recibida por los ahorrantes y R_i la tasa de interés pagada por los inversionistas. Gandolfi desarrolla diferentes modelos con impuestos a los ingresos personales y sin ellos, y concluye que el cambio en la

tasa de interés nominal ante un cambio en la tasa de inflación esperada (di/dp) varía entre el efecto uno a uno postulado por Fisher y el efecto mayor que uno planteado por Darby.

La naturaleza exacta de la respuesta en la tasa de interés nominal depende de la magnitud relativa de la tasa de impuesto a las ganancias de capital y la tasa de impuestos a los ingresos personales así como del tamaño relativo de las derivadas de la inversión y ahorro con respecto a sus respectivas tasa reales después de impuestos.

Finalmente, el modelo con las predicciones más inusuales es el de Mitchell (1985). El utiliza un modelo basado en ISLM con dinero y dos tipos de bonos sin considerar impuestos. Mitchell no encuentra un "efecto uno a uno" porque usa tres activos en su análisis, es más, en su modelo, es posible la existencia de un efecto negativo, debido al monto de la riqueza y el efecto de las tasas de interés sobre la demanda de los activos.

A continuación, discutimos brevemente algunos de los más importantes estudios empíricos en relación a esta ecuación modificada de Fisher. Es interesante notar que no encontramos en la literatura ningún estudio empírico que corrobore el efecto negativo propuesto por Mitchell.

2.1. Evidencia Empírica

Friedman (1978) encuentra un efecto menor que uno, consistente con las predicciones de Mundell y Tobin. Al utilizar bonos corporativos de largo plazo norteamericanos con información trimestral desde 1963 a 1973, Friedman encuentra que un 1 por ciento de aumento en la tasa de inflación esperada produce un aumento entre un 0,63 por ciento y 0,73 por ciento en la tasa de interés nominal y con una leve disminución en la cantidad neta de bonos. Posteriormente, Friedman en 1980 lleva a cabo otro estudio empírico con diferentes tipos de tenedores de bonos (personas y empresas). El encuentra que, para préstamos norteamericanos de largo plazo con tasa fija, los prestamistas reducen su demanda en respuesta a un aumento en la inflación esperada. Los prestamistas aumentan su tasa de préstamos en 0,65 por ciento en respuesta a un aumento de un 1 por ciento en la tasa de inflación esperada.

Carlson (1979) integra los efectos propuestos por Darby y Feldstein en un modelo donde se incorpora la capacidad de utilización de capital y la liquidez. Usando tasas de interés de papeles comerciales con vencimiento de 4 a 6 meses y con observaciones semestrales entre 1959 y 1975, él sólo encuentra respaldo empírico para ambos efectos en la década de los sesenta. Sin embargo, Carlson reconoce que esto puede deberse a una creciente confianza y mayor deseo de

incorporar las tasas de inflación esperadas en las decisiones de inversión. Finalmente, él encuentra que tanto la capacidad de utilización del capital así como la liquidez son relevantes en la determinación de las tasas de interés nominal.

Tanzi (1980), siguiendo con la idea de Carlson, incorpora el producto geográfico neto (GNP) como medida de capacidad en la ecuación de Fisher. Considerando modelos alternativos para la formación de expectativas de inflación, él encuentra que la capacidad es una variable relevante y que el parámetro estimado para la inflación esperada en la ecuación es significativamente menor que uno. Ambos resultados son corroborados utilizando diferentes modelos de expectativas de inflación. Tanzi usa retornos de *T-bills* de seis y doce meses desde 1952 a 1975. Él observa que la relación entre tasas nominales y las variables del modelo mejora sustancialmente, cuando se incorpora la variable que mide la capacidad.

Peek (1982) deriva e implementa un test para medir la presencia de un efecto de impuestos personales en la respuesta de tasas de interés nominal a tasas de inflación anticipada. Usando retornos de *T-bills* para seis y doce meses desde 1967 a 1979, él encuentra evidencia en respaldo a la incorporación del efecto impuesto en la ecuación de Fisher independientemente de las aproximaciones (*proxies*) alternativas a la tasa de inflación anticipada.

Wilcox (1983) continúa en la misma dirección del estudio de Carlson. Sin embargo, Wilcox construye un modelo de equilibrio macroeconómico en el cual incluye el mercado de bienes y el mercado del dinero. Considerando impuestos en su modelo y usando los datos de Livingston para las tasas de inflación esperada, él encuentra que los *shocks* de demanda y oferta son relevantes, pero la liquidez no es importante. Además, el parámetro estimado para la tasa de inflación esperada no es significativamente distinto de uno. En su estudio, él usa retornos de *T-bills* para doce meses desde 1952 a 1979. Otro resultado interesante de este estudio es que la caída en la tasa de interés real esperada a fines de la década de los años setenta se debe a una reducción en la oferta de factores de producción.

La ecuación original de Fisher presupone una tasa real de interés constante, lo cual ha sido un tema controversial. Considerando los resultados empíricos descritos anteriormente es claro que la tasa de interés real no es constante. Rose (1988) considera empíricamente este asunto usando datos norteamericanos para bonos corporativos de largo plazo y de alto *rating* y tasas de interés de papeles comerciales de corto plazo como *proxies* para la inflación en el período 1892-1970. Él realiza un *unit-root nonstationary test* para la tasa de interés real esperada. El resultado empírico del test muestra que la tasa de interés real esperada parece ser no estacionaria para el período bajo estudio.

3. LA ECUACIÓN MODERNA DE FISHER

Las versiones de la ecuación de Fisher discutidas hasta este momento son imprecisas bajo condiciones de incertidumbre, debido por lo menos a dos razones. Primero, mientras que la variable relevante es de cambios en el poder de compra de los inversionistas, los estudios empíricos han usado tradicionalmente la tasa de inflación esperada. Segundo, si los inversionistas son adversos al riesgo, ellos demandarán un premio por riesgo, aun después de ajustar por la diferencia en el poder de compra e inflación. En esta sección, veremos que este premio por riesgo es función de la covarianza entre el producto real y los precios futuros.

Amihud y Barnea (1977) señalan que la ecuación original de Fisher supone entre otras cosas que los inversionistas son neutros al riesgo. Cuando la incertidumbre con respecto a los niveles de precios futuros existe, suponiendo que los individuos son adversos al riesgo, la tasa de interés nominal en la ecuación de Fisher es sobrestimada. Esta conclusión es obtenida sin suponer una función de utilidad específica para los inversionistas, sino que sólo se requiere que esta función pueda ser especificada en términos del nivel de riqueza real.

Los autores proveen un ejemplo para mostrar la relación entre la tasa de interés nominal y el nivel de incertidumbre que es medido por medio de la varianza de la tasa de inflación. Usando este ejemplo, las estáticas comparativas muestran que un aumento en la inflación esperada no será completamente absorbido a través de un aumento igual en la tasa de interés nominal. Por otro lado, mientras mayor es la incertidumbre con respecto a la tasa de inflación esperada, menor será la tasa de interés nominal requerida por los inversionistas.

Benninga y Protopapadakis (1983) muestran que la ecuación original de Fisher no es válida bajo condiciones de incertidumbre, puesto que existen dos factores de riesgo que afectan el precio de un bono nominal. El primer elemento está relacionado con la variabilidad del precio del dinero (desigualdad de Jensen), mientras el segundo está asociado al riesgo de poder de compra del bono nominal. La combinación de ambas fuentes de riesgo implica que la razón entre precio nominal y precio real del bono puede ser mayor o menor que la predicha por la ecuación de Fisher.

El marco de análisis corresponde a un modelo de un período con teoría de preferencia de los estados para explicar los dos factores de riesgo en una versión moderna de la ecuación de Fisher. Este modelo enfatiza la importancia de la interacción entre el consumo real futuro y el valor real de los activos nominales.

Cox, Ingersoll, y Ross (1985) desarrollan un modelo de equilibrio general que consiste en una descripción intertemporal completa de una economía competitiva en tiempo continuo. El modelo supone que los individuos pueden invertir su riqueza en procesos de producción e instrumentos financieros. Existen

tantos instrumentos financieros como variables de estado en el modelo. Haciendo uso de programación dinámica, ellos encuentran una ecuación de equilibrio para la tasa de interés.

Al introducir algunos elementos de dinero e inflación en forma artificial a través de la representación del nivel de precios, como una variable de estado, y suponiendo que algunos de los contratos tienen pagos cuyos valores reales dependen del nivel de precio, ellos obtienen una relación entre la tasa de interés nominal y la inflación esperada más otros factores: la tasa de interés real, la covarianza entre la tasa de inflación y la riqueza, la covarianza entre la tasa de inflación y cada variable de estado y la varianza de la inflación. Ellos concluyen que la tasa de interés nominal puede ser mayor o menor que la suma de la tasa de interés real y la tasa de inflación esperada.

Shome, Smith y Pinkerton (1988) reconocen que el argumento original de Fisher relacionado a la tasa de interés nominal está asociado a la tasa real requerida más una compensación por cambios en el poder de compra del dinero. En realidad, son cambios en el poder de compra y no en la tasa de inflación lo que debería preocupar a los inversionistas. El modelo desarrollado en el artículo implica que bajo condiciones de incertidumbre con inversionistas adversos al riesgo, el valor esperado de uno no es el valor inverso esperado del otro al utilizar la desigualdad de Jensen.

Este modelo es considerado empíricamente suponiendo que los inversionistas tienen una función potencial de utilidad (*power utility function*) y que el índice de precios y el consumo siguen una distribución conjunta lognormal. La especificación final del modelo a ser *testado* es:

$$\ln R_t = \beta_0 + \beta_1 \ln E(1/P_{t+1}) + \beta_2 E(\ln g_{t+1}) + \beta_3 \text{Var}(\ln g_{t+1}) + \beta_4 \text{Cov}[\ln g_{t+1}, -\ln P_{t+1}] + \beta_5 \text{Var}(P_{t+1}) \quad (3)$$

donde R es uno más la tasa de retorno nominal de un bono libre de riesgo, P es uno más la tasa de inflación y g es uno más la tasa de crecimiento del consumo.

El modelo es estimado usando predicciones del banco de datos de Livingston y modelos de predicción de series de tiempo (véase resultados en cuadro 1).

Los datos de predicción de GNP del banco de datos de Livingston es usado como *proxy* para la tasa de crecimiento del consumo esperado. En cuanto al método de series de tiempo, las ecuaciones son estimadas como un sistema utilizando la técnica SUR (*Seemingly Unrelated Regression*). El retorno de *T-bills*

de seis meses es usado como *proxy* de la tasa nominal de interés. El horizonte de tiempo de estudio se extiende desde junio de 1971 a diciembre de 1984.

CUADRO 1

RESULTADOS DE LA REGRESIÓN NO LINEAL PARCIALMENTE RESTRINGIDA

Los resultados presentados a continuación corresponden a los parámetros estimados después de tomar la primera diferencia de la ecuación 3.

A: Regresión, utilizando banco de datos de Livingston

α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	R2	DW
-0,869 (-2,29)	0,273 (2,62)	-0,037 (-1,26)	0,273 (2,62)	0,812 (1,44)	0,34	2,4

B: Regresión, utilizando proyecciones de serie de tiempo

α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	R2	DW
-0,735 (-3,43)	0,676 (5,83)	-0,228 (-2,89)	0,676 (5,83)	1,219 (0,78)	0,56	1,8

Las cifras entre paréntesis corresponden a valores t (*t-values*).

Los resultados del estudio muestran que la varianza de la inflación no tiene importancia en la determinación de tasas de interés nominal. Los parámetros estimados que guardan relación con aversión al riesgo son significativos. En especial se concluye que, mientras la covarianza entre la tasa de inflación y el crecimiento del consumo decrece, la tasa de interés nominal crece. Por lo tanto, los resultados sugieren que los inversionistas están dispuestos a pagar por riesgo de covarianza antes que la varianza *per se*.

Evans y Wachtel (1989) utilizan el modelo de consumo del CAPM desarrollado por Lucas (1978) y Breeden (1979) para derivar un modelo *ex ante* de la ecuación de Fisher en el cual se incluyen especificaciones para la tasa de interés real y el premio por riesgo.

Este enfoque es similar al seguido por Benninga y Protopapadakis (1983) y Shome, Smith y Pinkerton (1988), en él se relaciona el premio por riesgo a la

covarianza condicional de la tasa de inflación y crecimiento del consumo, así como también incluye la expectativa condicional y varianza de la tasa de crecimiento del consumo real. El modelo muestra que las variables determinantes de la tasa de interés nominal son: la tasa de inflación esperada, la covarianza condicional de la inflación y el crecimiento del consumo, la expectativa condicional del crecimiento real del consumo y la varianza de este último.

La condición de equilibrio para la tasa de interés constituye la relación fundamental de donde el modelo es obtenido. La condición generada establece que los portafolios de bonos son óptimamente seleccionados, los retornos nominales y reales esperados de los bonos deben ser iguales medidos en términos de la utilidad esperada del consumo del individuo. Con el objeto de tratar el problema, se supone una curva de utilidad isoelástica. Adicionalmente se supone que los precios y el consumo siguen una distribución lognormal conjunta.

El modelo es *testeado* usando retornos de *T-bills* de un mes de vencimiento para el período 1964-1987. La serie de precios es obtenida del IPC de consumidores de zonas urbanas. El consumo real es aproximado a través del ingreso personal *per cápita*.

En cuanto a la estimación de crecimiento del producto, inflación esperada y varianza del producto e inflación y sus covarianzas se utiliza un modelo con estructura autorregresiva para la inflación y el crecimiento del producto con parámetros variables en el tiempo y una especificación ARCH para la matriz de covarianzas.

Finalmente, los resultados empíricos rechazan la ecuación tradicional de Fisher ya que los parámetros estimados para la inflación esperada son significativamente distintos de uno. Por otro lado, cuando se suponen parámetros fijos (no dependientes del tiempo) existe débil evidencia empírica al impacto que pueden tener las variaciones en el premio por riesgo y la tasa real sobre la tasa de interés nominal. Sin embargo, cuando la estimación permite la variabilidad en los parámetros ellos son altamente significativos con excepción de los parámetros asociados a las variables reales.

4. CONCLUSIONES

La discusión académica en torno a la apropiada especificación de la ecuación de Fisher se ha mantenido durante noventa y seis años sin un acuerdo final. Por lo menos, el estado actual de la literatura permite extraer algunas conclusiones. Primero, la ecuación original de Fisher no explica empíricamente la relación de equilibrio entre tasas de inflación esperada y tasas de interés nominal. Segundo, una tasa de interés real no constante parece ser el supuesto más razonable en un estudio empírico. Tercero, la incorporación de incertidumbre

con individuos adversos al riesgo con respecto a movimientos en la tasa de inflación se requiere para una especificación más apropiada. Cuarto, el premio por riesgo de inflación no está asociado a la varianza de la tasa de inflación. Quinto, la teoría moderna de precio de activos entrega un enfoque válido al análisis del problema, ya que está basado en modelos de equilibrio general consistentes, bajo condiciones de incertidumbre en los cuales la determinación de la tasa de interés ocupa un rol muy importante.

Finalmente y pensando en la extensión del trabajo empírico en esta área, parece lógico considerar distintos regímenes inflacionarios para evaluar el premio por riesgo asociado a la inflación. Un análisis con distintos países proveya suficientes regímenes inflacionarios para estudiar la conducta de los modelos más recientes para la ecuación de Fisher. A este respecto, Kane y Roesenthal (1982) *testean* la ecuación de Fisher para seis diferentes países. Ellos encuentran diferencias significativas para el parámetro estimado de la tasa de inflación esperada; sin embargo, el test es sobre la ecuación originalmente propuesta por Fisher, lo cual introduce necesariamente un sesgo en la estimación debido a variables omitidas en el modelo.

En términos de la teoría, en el área de finanzas internacional, se podría intentar desarrollar un modelo basado en la teoría de precio de activos para una especificación más completa de la ecuación internacional de Fisher.

REFERENCIAS

- AMIHUD, Y. y A. BARNEA (1977): "A note on Fisher hypothesis and price level uncertainty," *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 525-529.
- ANTONIC, M. (1986): "High and volatile real interest rates," *Journal of Money, Credit, and Banking*, vol. 18: 1, 18-27.
- BARSKY, R. (1987): "The Fisher hypothesis and the forecastability and persistence of inflation," *Journal of Monetary Economics*, vol. 19: 3-24.
- BENNINGA, S. Y A. PROTOPAPADAKIS (1983): "Real and nominal interest rates under uncertainty: The Fisher theorem and the term structure," *Journal of Political Economy*, vol. 91: 5, 856-867.
- BREEDEN, D. (1979): "An intertemporal asset pricing model with stochastic consumption and investment opportunities," *Journal of Financial Economics*, vol. 7: 265-296.
- CARLSON, J. (1979): "Expected inflation and interest rates," *Economic Inquiry*, vol. 17: 597-608.
- _____ (1977): "Short-Term interest rate as predictors of Inflation: A Comment," *American Economic Review*, vol. 67: 469-475.
- COX, J., J. INGERSOLL, J. Y S. ROSS (1985): "A theory of the term structure of interest rates," *Econometrica*, vol. 53: 2, 385-407.
- DARBY, M. (1975): "The financial effects of monetary policy on interest rates," *Economic Inquiry*, vol. 13: 266-276.
- EVANS, M. Y P. WACHTEL (1989): "A modern look at asset pricing and short-term interest rates," Working Paper. *New York University*.
- FAMA, E. (1975): "Short-Term interest rates as predictor of inflation," *American Economic Review*, vol. 65: 269-282.
- _____ (1976): "Stock returns, real activity, inflation and money," *American Economic Review*, vol. 71: 545-565.
- FELDSTEIN, M. (1976): "Inflation, income taxes and the rate of inflation: A theoretical analysis," *American Economic Review*, vol. 66: 809-820.
- FISHER, I. (1896): "Appreciation and interest," *Publications of the American Economic Association*, vol. XI: 1-100.
- _____ (1930): "The theory of interest," *New York: Macmillan Co.*

- FRIEDMAN, B. (1980): "Price inflation, portfolio choice and nominal interest rates," *American Economic Review*, vol. 70: 32-48.
- _____ (1978): "Who puts the inflation premium into nominal interest rates?," *Journal of Finance*, vol. 33: 833-845.
- GANDOLFI, A. (1982): "Inflation, taxation, and interest rates," *Journal of Finance*, vol. 37: 797-807.
- GARBADE, K. y P. WACHTEL: (1978): "Time variation in the relationship between inflation and interest rates," *Journal of Monetary Economics*, vol. 4: 755-765.
- GARBADE, K. (1977): "Two methods for examining the stability of regression coefficients," *Journal of the American Statistical Association*, vol. 72: 54-63.
- GIBSON, W. (1972): "Interest rates and inflationary expectations: New evidence," *American Economic Review*, vol. LXII: 854-865.
- _____ (1970): "Price expectations effects on interest rates," *Journal of Finance*, vol. 25: 19-34
- KANE, A. y L. ROSENTHAL (1982): "International interest rates and inflationary expectations," *Journal of International Money and Finance*, vol. 1: 97-110.
- LUCAS, R. (1978): "Asset prices in an exchange economy," *Econometrica*, vol. 46: 1429-1445.
- MITCHELL, D. (1985): "Expected inflation and interest rates in multi-asset model: A Note," *Journal of Finance*, vol. 40: 595-599
- MUNDELL, R. (1963): "Inflation and real interest," *Journal of Political Economy*, vol. 71: 280-283.
- PEEK, J. (1982): "Interest rates, income taxes, and anticipated inflation," *American Economic Review*, vol. 72: 980-991.
- ROSE, R. (1988): "Is the real interest rate stable?," *Journal of Finance*, vol. 43: 1095-1112.
- SHOME, D., STEPHEN S. y J. PINKERTON (1988): "The purchasing power of money and nominal interest rates: A re-examination," *Journal of Finance*, vol. 43: 1113-1125.
- TANZI, V. (1980): "Inflation expectations, economic activity, taxes, and interest rates," *American Economic Review*, vol. 70: 12-21.
- TOBIN, J. (1965): "Money and Econometric Growth," *Econometrica*, vol. 33: 671-684.
- WILCOX, J. (1983): "Why real rates were so low in the 1970s?," *Economic Review*, vol. 73: 44-53.