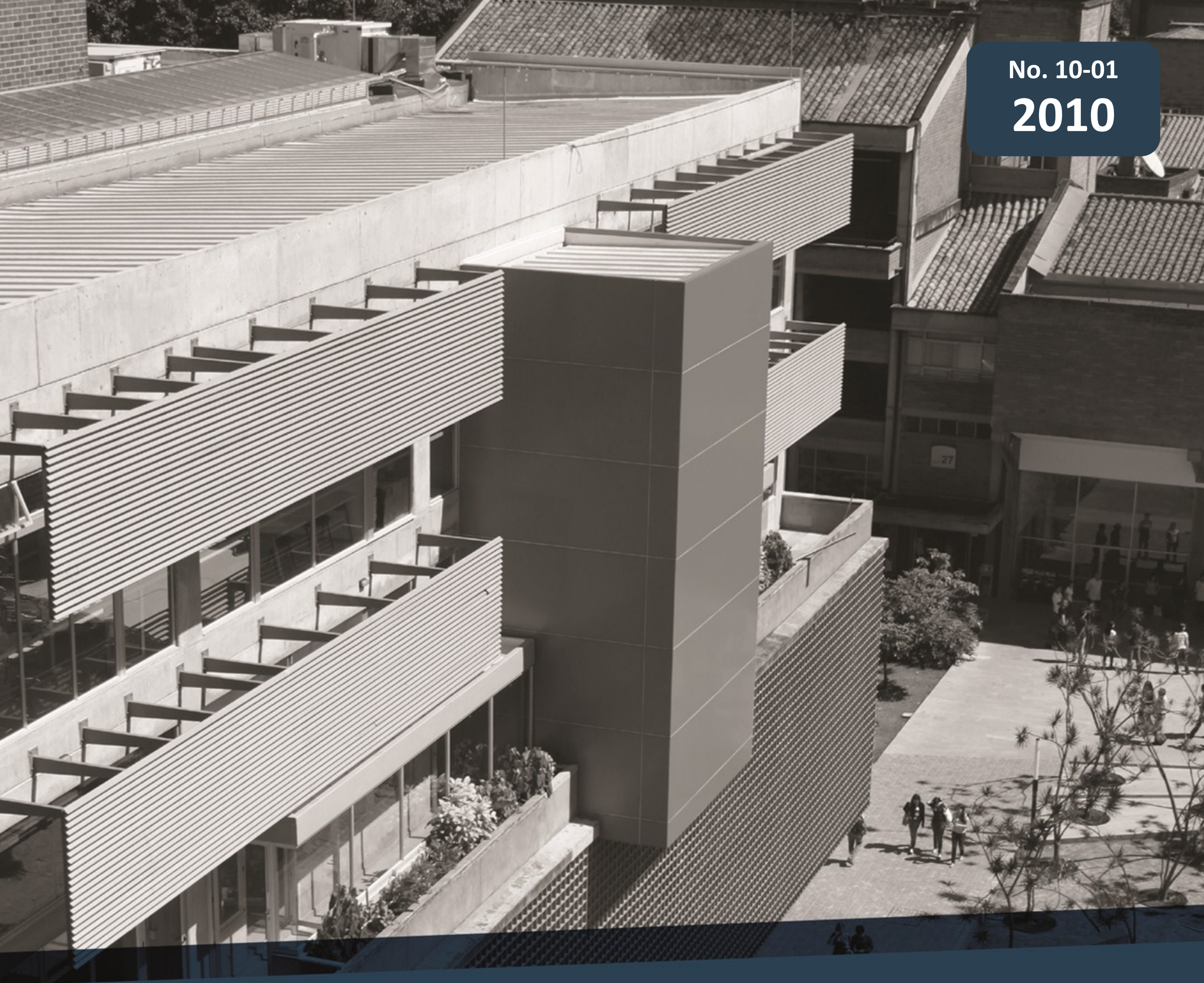

No. 10-01
2010

EL IMPACTO DE LA POLÍTICA MONETARIA Y LA POLÍTICA FISCAL EN UN MODELO DE ACELERADOR FINANCIERO.

Jesús Botero García

Documentos de trabajo
Economía y Finanzas
Centro de Investigaciones Económicas y Financieras (CIEF)

UNIVERSIDAD EAFIT
Abierta al mundo

Foto: Juan Carlos Ramírez

EL IMPACTO DE LA POLÍTICA MONETARIA Y LA POLÍTICA FISCAL EN UN MODELO DE ACELERADOR FINANCIERO

Jesús Botero García

1. Introducción.

Mucho se ha discutido en Colombia recientemente acerca del impacto de los descuentos tributarios en la compra de activos productivos sobre la inversión. El presente artículo presenta un modelo sencillo de acelerador financiero, en el que a partir de la solución del problema de optimización intertemporal del flujo de renta del empresario en condiciones de competencia monopolística, es posible evaluar el impacto de dichos descuentos, así como también el impacto de la política monetaria, sobre el stock deseado de capital y la inversión deseada. El modelo es un modelo de equilibrio parcial, pero ilustra adecuadamente la forma como la política monetaria y la política tributaria inciden sobre las decisiones de los empresarios, y puede ser integrado posteriormente a un modelos dinámicos de equilibrio general, que permitan formular de manera expresa las funciones de impulso-respuesta de las variables macroeconómicas a posibles shocks en las políticas monetaria y fiscal.

La idea básica en el modelo es la siguiente: la política económica afecta las decisiones de inversión a través del costo de uso del capital. El costo de uso del capital depende de la tasa de interés, de la tasa impositiva y del precio de los activos productivos. La política monetaria determina la tasa de interés; la política fiscal, por su parte, determina la tasa de tributación, pero también incide sobre el precio de los activos. El empresario recibe las señales de la política económica a través del costo de uso del capital, y determina sus planes de inversión evaluando la relación de éste con los flujos esperados de renta generados por la inversión.

A diferencia de los modelos habituales de inversión óptima, en los que es necesario incluir costos de ajuste convexos, el presente modelo asume condiciones de competencia monopolística, para derivar una función de rendimiento marginal decreciente del capital que genera las condiciones necesarias para acotar el problema de optimización intertemporal del empresario.

El funcionamiento del modelo se ilustra a partir de datos de la economía colombiana, para el año 2006, utilizando valores de referencia de los parámetros claves. Se pretende con ello ilustrar el orden de magnitud de los efectos, mas no replicar la evolución real observada de las variables en la economía. Para ello sería necesario un modelo de equilibrio general, que incluya el presente modelo, pero también la conducta de los demás agentes en la economía y las restricciones presupuestales y balances contables de todos los agentes.

El modelo está conformado por dos elementos: de una parte, la decisión óptima del inversionista, que define el capital deseado optimizando el flujo inter-temporal de ganancias dado el costo promedio ponderado del capital; y de otra, la decisión del intermediario financiero, que determina la tasa de interés efectiva que cobrará en la financiación de la inversión, dado el stock de deseado de capital, el nivel de riesgo y los costos de verificación del estado del proyecto en caso de bancarrota[1]. El modelo define simultáneamente el costo de capital y el nivel de inversión, bajo condiciones de competencia monopolística y dados rendimientos constantes de escala.

2. La renta neta en Competencia monopolística

Sean *n* empresarios en competencia monopolística, que produce cada uno una variedad x_i del bien *X*, que se agrega a los demás mediante la función CES:

$$X = \left[\sum_{i=1}^{n} x_i^{(\varepsilon-1)/\varepsilon}\right]^{\varepsilon/(\varepsilon-1)}$$

Donde ε es la elasticidad de sustitución de Allen entre las diversas variedades del bien[2]. El consumidor minimiza su gasto, sujeto a alcanzar un nivel determinado de consumo del bien *X*:

[1] Ver Townsend (1979) y Bernanke et al (1999).

[2] Se asume que $\varepsilon > 1$

$$Min \quad \sum_n p_i x_i$$

Sujeto a:

$$\sum_n x_i^{(\varepsilon-1)/\varepsilon} = X^{(\varepsilon-1)/\varepsilon}$$

Las condiciones de primer orden determinan las funciones de demanda de cada variedad del bien:

$$x_i = \left(\frac{p_i}{P_X}\right)^{-\varepsilon} X$$

$$p_i = P_X \left(\frac{X}{x_i}\right)^{1/\varepsilon}$$

Donde:

$$P_X = \left[\sum_{i=1}^{n} p_i^{1-\varepsilon}\right]^{1/(1-\varepsilon)}$$

Cada productor dispone de un stock de capital (k) y busca maximizar su renta neta, dada la función de demanda y la función de producción Cobb-Douglas de rendimientos constantes a escala[3]:

Max $\pi = px - wl$

Sujeto a:

$$p = PX^{1/\varepsilon} x^{-1/\varepsilon}$$
$$x = ak^{\alpha} l^{1-\alpha}$$

Reemplazando las restricciones en el problema original, éste se convierte en:

$$Max_l \quad PX^{1/\varepsilon} a^{(\varepsilon-1)/\varepsilon} k^{\alpha(\varepsilon-1)/\varepsilon} l^{(1-\alpha)(\varepsilon-1)/\varepsilon} - wl$$

La condición de primer orden es:

[3] Se omiten los subíndices para simplificar la presentación. Las letras minúsculas corresponden a la empresa. Las mayúsculas a la producción al bien agregado.

$$PX^{1/\varepsilon}a^{(\varepsilon-1)/\varepsilon}(1-\alpha)(\varepsilon-1)/\varepsilon k^{\alpha(\varepsilon-1)/\varepsilon}l^{\frac{(1-\alpha)(\varepsilon-1)-\varepsilon}{\varepsilon}}=w$$

El nivel óptimo de empleo (en función del capital instalado) es:

$$l=c_1k^{\frac{\alpha-\alpha\varepsilon}{\alpha-1-\alpha\varepsilon}}$$

Donde[4]:

$$c_1=\left(\frac{w\varepsilon}{PX^{1/\varepsilon}a^{(\varepsilon-1)/\varepsilon}(1-\alpha)}\right)^{\varepsilon}$$

Reemplazando en la función de producción:

$$x=ac_1^{(1-\alpha)}k^{\alpha+(1-\alpha)(\alpha-\alpha\varepsilon)/(\alpha-1-\varepsilon\alpha)}=ac_1^{(1-\alpha)}k^{\frac{\alpha-\varepsilon\alpha}{\alpha-1-\varepsilon\alpha}}$$

Y en la función de renta neta:

$$\pi=\left(PX^{1/\varepsilon}\left(ac_1^{(1-\alpha)}\right)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}}-wc_1\right)k^{\frac{\alpha(1-\varepsilon)}{\alpha-1-\alpha\varepsilon}}$$

Así, en competencia monopolística y con rendimientos constantes a escala, la renta neta de pagos salariales es:

$$(1)\quad \pi=c_kk^{\rho}$$

3. La decisión de inversión

En el largo plazo, el empresario determina su inversión resolviendo el problema de la trayectoria óptima del capital:

$$\underset{I_t}{Max}\,V=\sum_{t=0}^{\infty}\left(\frac{1}{1+r}\right)^t\left((1-\tau^e)\pi_t(k_t)-q(1-\theta)i_t\right)$$
$$s.a.$$
$$k_{t+1}=i_t+(1-\delta_t)k_t$$

Donde:

[4] Se asume que tanto la cantidad agregada como el precio agregado son independientes de la decisión de cada productor. Ver Brakman and Heijdra (2004), pag. 15.

τ^e : tasa de tributación efectiva aplicable a la renta neta presente.

r : tasa de descuento.

q : precio de los bienes de capital.

$\theta = \tau^n \left(\phi + \sum_{j=1}^{n} \left(\frac{1}{n} \right) \left(\frac{1}{1+r} \right)^j \right)$ descuentos tributarios sobre la inversión (incluyendo depreciación).

δ_t : tasa de depreciación aplicable al stock actual.

τ^n : tasa de tributación nominal.

La ecuación de Bellman asociada al problema es la siguiente:

$$V_t(k_t) = \underset{I_t}{Max} \left\{ \left((1-\tau^e)\pi_t(k_t) - q(1-\theta)i_t \right) + \left(\frac{1}{1+r} \right) V(k_{t+1}) \right\}$$

Las condiciones de primer orden son:

$$(2) \left(\frac{1}{1+r} \right) \frac{dV_{t+1}}{dk_{t+1}} = q(1-\theta)$$

$$(3) \frac{dV_t}{dk_t} = (1-\tau^e)\frac{\partial \pi_t}{\partial k_t} + \left(\frac{1}{1+r} \right) \frac{dV_{t+1}}{dk_{t+1}}(1-\delta)$$

$$(4)\ k_{t+1} = i_t + (1-\delta)k_t$$

Reemplazando (2) en (3) e iterando un período se tiene:

$$\frac{dV_{t+1}}{dk_{t+1}} = (1-\tau^e)\frac{\partial \pi_{t+1}}{\partial k_{t+1}} + q(1-\theta)(1-\delta)$$

Reemplazando la anterior expresión en (2):

$$(5) \quad \frac{\partial \pi_{t+1}}{\partial k_{t+1}} = \frac{(1-\theta)(\delta + r)}{(1-\tau^e)} q = CU$$

Pero en competencia monopolística:

$$\pi_t = c_{k,t} k_t^{\rho}$$

Reemplazando en (5) y despejando:

$$(6) \quad k_{t+1} = \left(\frac{CU}{\rho c_{k,t+1}} \right)^{\frac{1}{\rho - 1}}$$

4. La tasa de interés relevante

Analicemos el caso en el que no hay inflación (y en el que la tasa de interés relevante es la tasa real). En este caso, $c_{k,t} = c_{k,t+1} = c_k$. El empresario dispone de dos fuentes de financiación: sus propios recursos, y fondos externos (provenientes de accionistas o del sistema financieros). La mezcla de estas fuentes de financiación determinará el costo promedio de los fondos, que será:

$$(7) \quad r = \phi r_p + (1-\phi) r_a$$

Donde:

ϕ: participación de los fondos propios en la financiación del capital.

r_p: costo de oportunidad de los fondos propios. En esta aproximación, la tasa de interés real pasiva del sistema.

r_a: costo de la financiación externa. En esta aproximación, la tasa de interés real activa del sistema, que se asume igual a la tasa pasiva más una prima de riesgo.

5. El modelo de financiación

Siguiendo a Bernanke et al (1999), el problema de financiación puede analizarse a partir del modelo de "verificación de estado costosa" de Townsend (1979): el empresario dispone de un "valor neto" para financiar su stock de capital deseado k_{t+1}, pero debe recurrir al mercado financiero para la financiación el exceso de éste sobre aquel. Dada la incertidumbre asociada a toda inversión, el sector financiero emprende esa financiación, asumiendo los riesgos de no pago en condiciones tales que le resulta costoso evaluar el estado de la inversión. En concreto, si el proyecto fracasase, deberá emprender a liquidación de la empresa, incurriendo en un costo de auditoria μ para hacerlo. El "valor neto" (N) se define como:

$$(8) \quad N = qk_t(1-\delta) + \pi_t$$

Donde se asume que el empresario dispone de su stock depreciado al precio actual del capital, más la renta neta para financiar el stock de capital deseado.

Si el stock deseado de capital tiene un valor superior a N, el empresario deberá recurrir al mercado financiero para realizar su inversión, demandando:

$$(9) \quad B = qk_{t+1} - N$$

Asumamos que la inversión no tiene un retorno seguro, y que su retorno ex post será wR, donde w es una perturbación idiosincrásica y R es el retorno agregado promedio de la inversión. La variable aleatoria w es i.i.d., su función de distribución acumulativa es continua y diferenciable, definida para valores no negativos, y $E(w) = 1$.

Dado el riesgo y el costo de auditoría, el sector financiero colocará los fondos con un retorno ajustado por el riesgo S. Si la variable w alcanza un valor igual o superior a $\overline{w}$, el abastecedor de los fondos recibe el retorno ajustado por el riesgo:

$$(10) \quad \overline{w}Rqk_{t+1} = SB$$

Si alcanza un valor inferior, en cambio, el empresario se declara en bancarrota y el acreedor debe encargarse de liquidar los activos remanentes, gastando en ello un porcentaje μ de ellos. El retorno esperado de quien provee los fondos debe ser, no obstante, igual el retorno esperado de referencia:

$$(11) \quad [1 - F(\overline{w})]ZB + (1-\mu)\int_0^{\overline{w}} wRqk_{t+1}dF(w) = RB$$

Donde el primer término muestra la recuperación del préstamo cuando la rentabilidad es igual o superior al valor crítico $\overline{w}$, y el segundo la liquidación neta de la bancarrota.

De (9), (10) y (11) se sigue:

$$(12) \quad \left\{[1 - F(\overline{w})]\overline{w} + (1-\mu)\int_0^{\overline{w}} wdF(w)\right\}Rqk_{t+1} = R(qk_{t+1} - N)$$

Reemplazando (9) en (10):

(13) $\overline{w}Rqk_{t+1} = S(qk_{t+1} - N)$

Las ecuaciones (12) y (13) definen un par $\overline{w}, S$ para cada k_{t+1}, dados N, R y los parámetros de la distribución de la variable aleatoria w.

El modelo define también el apalancamiento óptimo:

(14) $\phi = \dfrac{N}{qk_{t+1}}$

6. El modelo

Mientras las ecuaciones (12) y (13) definen el costo de la financiación, las ecuaciones (5), (6) y (7) definen el stock deseado, el costo promedio de la financiación y el costo de uso del capital. Para llevar a cabo simulaciones, es necesario elegir una función de distribución para la variable w. Una alternativa posible es la distribución log-normal. Si $\ln(w)$ se distribuye $N(-(1/2)\sigma^2, \sigma^2)$, la ecuación (11) puede escribirse como[5]:

(15) $[(1-\mu)\Phi(z-\sigma) + \overline{w}[1-\Phi(z)]]Rqk_t = R(qk_t - N)$

Donde:

(16) $z = \dfrac{\ln(\overline{w}) + 0.5\sigma^2}{\sigma}$, y

Φ: la distribución acumulativa normal estándar.

7. Calibración

El modelo completo empleado para las simulaciones es:

(5) $\dfrac{(1-\theta)(\delta + r)}{(1-\tau^e)} q = CU$

[5] Ver Bernanke et al (1999). Appendix A.

(6) $$k_{t+1} = \left(\frac{CU}{c_k \rho} \right)^{\frac{1}{\rho - 1}}$$

(14) $$\phi = \frac{N}{qk_{t+1}}$$

(7) $$r = \phi r_p + (1-\phi) r_a$$

(15) $$\left[(1-\mu)\Phi(z-\sigma) + \overline{w}\left[1-\Phi(z) \right] \right] Rqk_t = R(qk_t - N)$$

(10) $$\overline{w} Rqk_t = S(qK_{t+1} - N)$$

(16) $$z = \frac{\ln(\overline{w}) + 0.5\sigma^2}{\sigma}$$

Las variables son:

CU : costo de uso del capital.

k_{t+1}: Stock de capital deseado.

ϕ: participación de los fondos propios en la financiación del capital deseado.

r : costo promedio de la financiación.

$\overline{w}$: nivel de la variable aleatorio por debajo del cual no se cubren los fondos prestados.

S : retorno ajustado por el riesgo (medido como 1 más la tasa ajustada por el riesgo).

z : transformación de la variable $\overline{w}$.

Los parámetros, por su parte, son:

θ: porcentaje de deducciones por depreciación o por descuentos por inversión.

τ^e : tasa de tributación efectiva. A través de estos dos parámetros opera la política tributaria.

δ : tasa de depreciación.

c_k : parámetro de la función de renta neta del capital.

N : valor neto.

σ : desviación estandar de la distribución log-normal.

μ : costo de la auditoria en caso de bancarrota.

R : retorno de referencia, o costo de oportunidad del capital. Medido como 1 más la tasa de referencia. A través de este parámetro opera la política monetaria.

q : precio relativo de los bienes de capital.

α : participación del capital en la función Cobb Douglas.

ε : elasticidad de sustitución de competencia monopolística.

$$\rho = \frac{\alpha(1-\varepsilon)}{\alpha - 1 - \alpha\varepsilon}$$

Los parámetros que reflejan supuestos generales acerca de formas funcionales son:

$\alpha = 0.4$

$\varepsilon = 10$

$\rho = 0.783$

Los parámetros que provienen del cálculo del costo de uso son[6]:

$\theta = 0.336$

$\tau^e = 0.219$

$\delta = 0.0522$

$q = 1$

$R = 1 + 0.0614 - 0.0448 = 1.0166$

El parámetro μ se asume igual a 0.3

Los parámetros N, σ, c_k se usan para ajustar la calibración final del modelo: para 2006, el stock inicial de capital ascendía a 730.3 billones de pesos de 2006. El excedente bruto de explotación (la renta neta) de las sociedades, ascendió a 98.8 billones. La renta de la propiedad neta pagada ascendió a 36.9 billones. Dada una tasa activa del 12.9%, ello corresponde a una deuda de

---

[6] Ver la hoja de cálculo anexa, “Cu series anualizado”. La simulación se realiza sobre los valores de 2006. θ es el descuento tributario promedio de los tres tipos de activos; τ^e la tasa tributaria efectiva; δ la depreciación promedio; y R es igual a 1 más la tasa de interés real de captación (tasa nominal de captación menos inflación). En cuanto a q, se parte del precio relativo del año.

285.9 billones. Descontando la deuda del valor de los activos depreciados, y sumando la renta neta, $N = 505.1$

La inversión de 2006, a precios corrientes, ascendió a 69.2 billones. El valor del capital final es, en consecuencia, 761.4.

Ahora bien: la tasa de interés real activa fue el 8.4%. El valor de σ que permite esta tasa es 0.693.

8. Resultados

El siguiente cuadro reporta los resultados de seis escenarios alternativos:

SIMULACIONES IMPACTO SOBRE LA INVERSIÓN

	BASE	Incremento 1punto porcentual en la tasa de interés	Incremento 5% precio de los activos	Incremento 5% de la desviación estandar de la Distribución Lognormal	Incremento del 2% del Valor Neto	Incremento de 3 puntos porcentuales en los descuento por inversión	Incremento en 2 puntos porcentuales en la tasa de tributación efectiva
TASA PASIVA REAL	1,7%	2,7%	1,7%	1,7%	1,7%	1,7%	1,7%
TASA ACTIVA REAL	8,4%	7,3%	7,7%	8,9%	8,3%	9,3%	7,9%
TASA PONDERADADA	3,9%	4,0%	3,6%	4,0%	3,9%	4,3%	3,7%
COSTO DE USO	7,8%	7,9%	7,9%	7,8%	7,8%	7,7%	7,8%
APALANCAMIENTO	33,6%	29,8%	32,5%	32,1%	33,5%	34,9%	32,9%
CAPITAL FINAL (Billones de pesos)	761,4	720,4	712,8	743,9	775,2	776,5	752,7
CAPITAL INICIAL (Billones de pesos)	730,0	730,0	730,0	730,0	730,0	730,0	730,0
INVERSION (Billones de pesos)	69,5	28,5	20,9	52,0	83,3	84,6	60,8

Un incremento de 100 puntos básicos de la tasa de interés reduce la inversión a 28.5 billones. El costo de uso sube sólo marginalmente, porque se reduce el apalancamiento.

Un incremento del 5% del precio relativo de los activos, tiene un efecto semejante: reducción de la inversión, pero sin caída del apalancamiento (por la mayor demanda de fondos ocasionada por el precio).

Un incremento del riesgo, reflejando en un aumento del 5% en la desviación estándar de la variable w, reduce también la inversión a 52 billones.

En cambio, un aumento del "valor neto" del orden del 2% (que equivale a un incremento del 10% de la renta corriente del capital) eleva la inversión a 83.3 billones.

Como era de esperarse, los incrementos en los descuentos tributarios elevan la inversión; y un aumento de los impuestos la reduce.

Bibliografía

Abel and Eberly (1994). "A Unified Model of Investment Under Uncertainty". *The American Economic Review,* Vol. 84, No. 5 (Dec., 1994).

Bernanke, Gertler and Gilchrist (1999). "The Financial Accelerator in a Quantitative Business Cycle Framework". In *Handbook of Macroeconomics*. Volume 1C. Handbooks in Economics, vol 15. Amsterdam: Elsevier, pp. 1341.94.

Brakman and Heijdra, ed (2004). *The Monopolistic Competition Revolution in Retrospect.* Cambridge University Press, Cambridge, England. 2004.

Chirinko and Schaller (2008). "The irreversibility Premiun". *CESIfo Working Paper*. No. 2265.

Dixit and Stiglitz (1977). "Monopolistic Competition and Optimun Product Diversity". *The American Economic Review,* Vol. 67, No. 3 (June 1977).

Hayasi, Fumio (1982). "Tobin´s Marginal and Average q: A Neoclassical Interpretation". *Econometrica.* 50(1). January 1982.

Townsend, Robert (1979). "Optimal Contracts and Competitive Markets with Costly State Verification". *Journal of Economic Theory.* 21. 1979.