

# Choques financieros, precios de activos y recesión en Colombia

Alejandro Badel\*

## Resumen

En este trabajo se desarrolla una versión estocástica de *agente representativo* del modelo de ciclos crediticios de Kiyotaki y Moore (1997) donde los choques al financiamiento internacional generan fluctuaciones persistentes en los precios de los activos y el producto. Con base en este modelo, se analizan las fluctuaciones macroeconómicas experimentadas por Colombia durante la década del noventa. En particular, se busca una teoría que pueda explicar de manera coherente tres elementos fundamentales: las fluctuaciones en el precio de los activos, el comportamiento del crédito y la recesión, a partir de choques exógenos pequeños al financiamiento internacional. Usando una estimación empírica de este modelo, se encuentra el costo en bienestar de las restricciones crediticias para Colombia.

Palabras clave: precios de activos, flujos de capital, ciclos de crédito, América Latina.

Clasificación JEL: E30, E44.

---

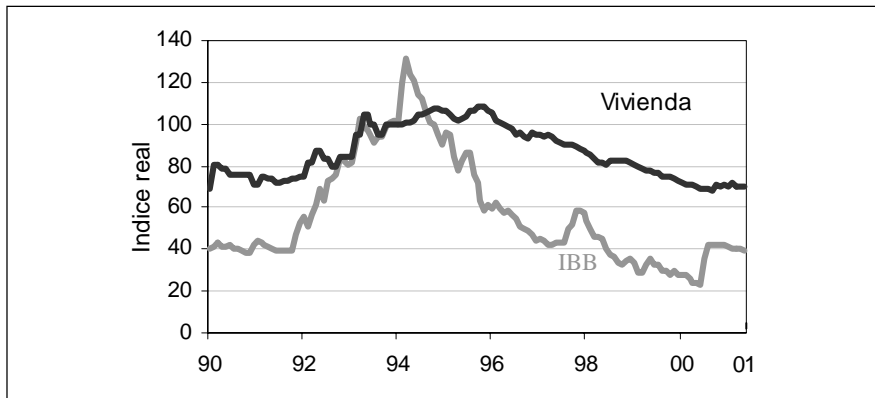
\* Tesis del máster en Economía de la Universidad de los Andes. Asesor: Alberto Carrasquilla. El autor agradece la colaboración de Natalia Salazar y los miembros de la Dirección de Estudios Económicos del DNP, la valiosa ayuda de N. Kiyotaki y K. Kasa y las acertadas recomendaciones de un jurado anónimo. E-mail: [abadel@titularizadora.com](mailto:abadel@titularizadora.com).

## Introducción

A comienzos de la década del noventa, la apertura de la cuenta de capitales, la liberalización financiera, la liberalización comercial, la flexibilización del régimen cambiario, la relajación de las restricciones a la inversión extranjera y la creciente atención de los mercados internacionales hacia las llamadas economías emergentes, dieron como resultado una significativa entrada de capitales hacia Colombia.

Entre marzo de 1991 y marzo de 1998, la cartera de créditos del sector financiero colombiano experimentó un crecimiento real de cerca de 143%<sup>1</sup>. Esta expansión del crédito vino acompañada de un fuerte incremento en los precios de los activos. Entre enero de 1990 y marzo de 1995, el IBB aumentó 224% en términos reales, mientras que los precios reales de la vivienda nueva se elevaron, entre enero de 1990 y diciembre de 1995, en 55% (véase gráfico 1).

Gráfico 1. IBB real e índice real del precio de la vivienda nueva.



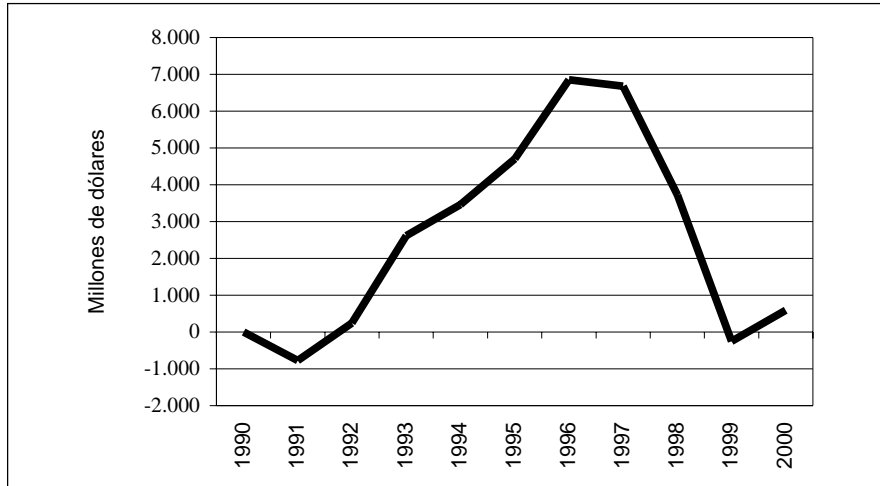
Fuente: Bolsa de Bogotá, DNP, Carrasquilla A. y Galindo A.

Durante los cinco años siguientes, estos mismos precios sufrieron un desplome de 34% y 68%, respectivamente. Entre marzo de 1998 y marzo de 2001, la cartera bruta del sistema financiero se redujo 23% en términos reales, mientras que la cartera en mora creció 194%, al mismo tiempo que el flujo de recursos externos, medido a través de la cuenta de capitales,

<sup>1</sup> Los datos reportados solamente incluyen bancos y corporaciones.

pasaba de niveles de cerca de US\$ 7 mil millones al año en 1997, a sólo US\$ 140 millones en 1999 (véase gráfico 2).

Gráfico 2. Cuenta de capital.



Fuente: Banco de la República.

Adicionalmente, el país experimentó la peor recesión de su historia en 1999, sin evidenciarse señales de recuperación hasta el presente<sup>2</sup>.

Este tipo de comportamiento fue observado en diferentes economías emergentes durante la década del noventa, lo cual implica que los factores que lo determinaron no son primordialmente internos<sup>3</sup>.

Hasta el momento, la literatura nacional se ha concentrado en resaltar algunos de estos elementos. Echeverry y Salazar (1999), así como Urrutia (1999) analizan la caída en los niveles de crédito, atribuyéndola a un deterioro de la calidad de la cartera, asociado a un mayor riesgo crediticio. Carrasquilla, Galindo y Vásquez (2000) proponen, adicionalmente, que una caída en los depósitos, generada por una salida de capitales contribu-

<sup>2</sup> Para un buen resumen de los hechos estilizados colombianos, véase Echeverry y Salazar (1999).

<sup>3</sup> Para un buen resumen de los hechos estilizados de las economías asiáticas véase Edison *et al.* (1999); para los casos de Brasil y Rusia véase Edwards (2001).

yó en este proceso, otorgándoles un papel importante a la liquidez de los intermediarios financieros y a los flujos de capital internacional.

Por su parte, Arias (2000) realiza experimentos de simulación, en un modelo de economía cerrada, donde el sector bancario entra como un productor de bienes intermedios, sujeto a choques de productividad aleatorios. Este autor encuentra que el modelo replica satisfactoriamente el comportamiento de algunas variables de la economía colombiana. Adicionalmente, sugiere que los efectos de choques al sector financiero pueden persistir por cerca de cinco años.

El modelo no contiene una explicación a la dinámica de la crisis financiera, ya que no es su objetivo. Además, no le asigna ningún papel al sector externo, considerado importante en las recientes crisis financieras de las llamadas economías emergentes<sup>4</sup>.

Barajas y Steiner (2001) analizan los ciclos de crédito en América Latina a través de los determinantes de la oferta y demanda de crédito. Éstos encuentran que la disponibilidad de fondos es, de lejos, el factor más importante en la expansión del crédito, y señalan que en varios casos, y particularmente en el colombiano, ésta está determinada por flujos de capital extranjero. Así mismo, afirman que el riesgo crediticio se convierte en un factor determinante en las fases de contracción del crédito.

Herrera y Perry (2001) presentan evidencia empírica al mostrar que la expansión crediticia, los flujos de capital y los grandes movimientos en los precios de activos registrados en América Latina están asociados positivamente. A pesar de este hallazgo, que da luces, desde un punto de vista empírico, sobre la relación entre crédito, flujos de capital y precios de activos, y de que los autores advierten que este tipo de fenómeno puede explicarse por modelos de ciclos crediticios, aquéllos se concentran en probar si los episodios de altos precios de activos en Latinoamérica son “burbujas”<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> Por ejemplo, Sitglitz (2001) o Fischer (1998).

<sup>5</sup> En particular se menciona el modelo presentado en Bernanke, Gertler y Gilchrist (1998), que no incluye fenómenos de “burbuja”.

Este marco abre el camino hacia explicaciones económicas que logren cobijar un mayor número de elementos bajo un mismo esquema analítico. Tales elementos son: la interacción entre crédito y actividad real, y el papel de los flujos de capital internacional. Como se verá más adelante, la consideración de un factor, dejado a un lado por estos estudios, excepto Herrera y Perry (2001), puede ser fundamental para analizar estos elementos: el precio de los activos.

En particular, se busca una teoría que pueda explicar de manera coherente tres elementos fundamentales: las fluctuaciones persistentes en el precio de los activos, el comportamiento del crédito y la recesión, a partir de choques exógenos pequeños al financiamiento internacional.

Para esto, se desarrolla y se estima una versión estocástica de “agente representativo” del modelo de ciclos crediticios de Kiyotaki y Moore (1997) (KM).

El trabajo está organizado como sigue: la primera sección analiza la pertinencia de la base teórica en la que descansa el presente análisis; la optimalidad de los contratos de crédito simples y su relación con los precios de los activos, y su pertinencia en el caso colombiano. La segunda parte explica en qué consiste el modelo de ciclos crediticios de KM y muestra algunas de sus desventajas. La tercera sección analiza el modelo desarrollado aquí y sus ventajas sobre el modelo básico de KM. En la cuarta se describe brevemente la estimación del modelo, y se calcula el costo de las restricciones crediticias en Colombia, así como la persistencia de los choques al financiamiento internacional sugerida por el modelo. Finalmente se dan algunas conclusiones y sugerencias para desarrollar las ideas que se presentan aquí de una manera más completa.

## **I. Marco teórico**

### **A. Contratos financieros incompletos como fuente de restricciones crediticias**

Hart y Moore (1994) definen un contrato de deuda como aquel que cumple las siguientes tres características:

1. El deudor promete un flujo de pagos no contingente.

2. El acreedor puede tomar posesión de los activos del deudor en caso de *default*.
3. El acreedor tiene prioridad en caso de presentarse bancarrota (en caso de que esta sea verificable por un tercero; por ejemplo, una corte).

Los autores construyen un modelo basado en la segunda característica, suponiendo que el capital humano del deudor es “inalienable” y demuestran que en estas condiciones, los contratos de deuda con colateral son óptimos<sup>6</sup>.

Dentro de la misma línea, Lacker (1998) muestra que los contratos de crédito con colateral son óptimos y surgen endógenamente, según la intuición de Arrow (1974)<sup>7</sup>. Otros trabajos que muestran la optimalidad de los contratos de crédito no contingentes, a partir de imperfecciones diferentes, son Townsend (1979) y Gale y Hellwing (1985).

Coco (2000) presenta un buen resumen de las diversas formas en las que se ha justificado teóricamente el uso masivo de colateral que se observa empíricamente.

No resulta difícil aceptar la representatividad empírica de este tipo de contratos de crédito en la economía colombiana. La financiación de las empresas nacionales históricamente se ha basado casi exclusivamente en contratos de crédito no contingentes. Sánchez, Murcia y Oliva (1996) encuentran que la participación de la emisión de acciones en la financiación de las empresas es de cerca del 5% para las empresas más grandes y menos del 3% para las pequeñas, mientras que la participación global del endeudamiento es del 64%. Chica (1985) y Tenjo (1995) reportan resultados similares.

---

<sup>6</sup> Esto quiere decir que si el deudor incumple el contrato, sólo los activos pertenecientes al proyecto que se financió con el préstamo pueden ser recuperados por el banco, es decir, que el deudor puede apropiarse de los rendimientos del proyecto debido a problemas de verificación por el banco.

<sup>7</sup> Éste propuso que no es posible generar contratos de crédito contingentes cuando la información relevante es privada a una de las dos partes del contrato; si el deudor puede fingir un choque negativo exitosamente, un contrato contingente es incompatible con una actitud veraz por parte de éste. Por tanto, el contrato nunca será óptimo. Los desarrollos en teoría de contratos han permitido verificar teóricamente la optimalidad del contrato de deuda no contingente.

Como se verá más adelante, cuando se sustituye la hipótesis de un mercado de deuda perfecto, en el que los agentes cumplen siempre sus promesas y por tanto tienen acceso a un monto de recursos ilimitado, por el contrato de deuda con colateral, se genera una imperfección financiera y, por ende, una restricción crediticia endógena, la base del presente análisis.

## **B. Ciclos reales de negocios**

Durante los decenios del ochenta y noventa, la literatura de ciclos económicos se ha concentrado básicamente en describir el comportamiento cíclico de las cantidades. El modelo RBC estándar ha sido exitoso en replicar las fluctuaciones de las cantidades agregadas a lo largo del ciclo económico, todo esto según un esquema coherente a nivel microeconómico y en un contexto de equilibrio general. A pesar de este éxito y de su rápida proliferación, la literatura de RBC ha sido menos exitosa en explicar las fluctuaciones en los precios, ya sean relativos, o nominales.

Trabajos recientes como el de KM han propuesto que las fluctuaciones reales están estrechamente interrelacionadas con los precios, a través de imperfecciones en los mercados financieros<sup>8</sup>. Este trabajo particular une consideraciones macroeconómicas y de teoría de contratos para desarrollar un modelo de ciclos de negocios basado en la interacción de la producción, el precio de los activos y los contratos financieros.

## **II. El modelo KM**

En su trabajo de 1997, KM encuentran que, en contratos de crédito con colateral, al estilo de Hart y Moore (1994), choques pequeños y temporales a la tecnología pueden generar fluctuaciones grandes y persistentes en el producto y los precios de los activos.

---

<sup>8</sup> El modelo básico de KM fue desarrollado para explicar cómo las restricciones crediticias que surgen de problemas de información pueden servir para explicar la persistencia y la amplificación de choques reales. Éste es un avance importante en la literatura de RBC, según Kiyotaki (1999), porque los modelos RBC estándares necesitan choques grandes y persistentes para replicar las fluctuaciones reales, y los mecanismos de amplificación y difusión de los choques utilizados en esta literatura, raramente se derivan de la microfundamentación. Adicionalmente, comenta el autor, es difícil identificar, en las recientes crisis de los mercados emergentes, un choque real, agudo y persistente, con el cual identificar recesiones profundas y prolongadas.

En este modelo, activos como la tierra, los edificios o la maquinaria sirven un doble propósito: son los factores de producción y además sirven como colateral para la obtención de crédito. De esta manera, la restricción crediticia de los agentes se ve afectada por las fluctuaciones en el precio de los activos. En consecuencia, los límites al endeudamiento afectan los precios de los activos, pues aquéllos permiten una mayor o menor demanda por éstos. La interacción dinámica entre el crédito y los precios de los activos genera un mecanismo poderoso de transmisión y amplificación de choques exógenos.

El mecanismo opera de la siguiente manera. Considérese una economía en la que la tierra se usa como colateral y como insumo productivo, y la oferta total de tierra es fija. En esta economía existen dos tipos de firmas. Las primeras presentan una baja productividad pero no tienen restricciones crediticias. Las segundas son más productivas pero enfrentan restricciones. Por ello, se han endeudado al máximo con sus activos como garantía, lo que les genera altos niveles de apalancamiento.

Un choque exógeno (negativo) temporal (en este caso a la tecnología) reduce el producto de las firmas. Las firmas restringidas se ven obligadas a invertir menos (ya que tienen restricciones crediticias y un alto apalancamiento). La pérdida generada por el choque se repite en el futuro, pues un bajo nivel de inversión reduce las ganancias de la firma en los períodos siguientes, obligándolas a mantener un flujo bajo de inversión a lo largo del tiempo. Esto hace que el choque persista en el tiempo. Por su parte, el desplome en la demanda (intertemporal) por tierra hace que la demanda de las firmas no restringidas deba aumentar (ya que la oferta es fija). Esto requiere, a su vez, que el costo de uso del capital se reduzca. Puesto que el costo de uso de capital de las firmas no restringidas equivale al valor presente del precio de la tierra en los períodos siguientes, los precios de la tierra deben caer en el momento del choque.

Esta reducción en los precios causa una reducción mayor en el capital de las firmas restringidas, forzándolas a invertir aún menos, debido a su requerimiento de colateral.

De esta forma, la persistencia en los choques generada por la reducción en la inversión de las firmas restringidas causa la amplificación de los choques, debido al efecto de una menor demanda por tierra (a lo largo del



tiempo) sobre los precios de este activo. La amplificación del choque, a su vez, retroalimenta su persistencia, pues la reducción en los precios causa una menor inversión.

Dentro de la literatura que estudia las consecuencias macroeconómicas de imperfecciones financieras, el modelo de KM ofrece un paradigma más acorde con lo observado en el caso colombiano. El principal rival del enfoque KM, dado su nivel de desarrollo, es el presentado en Bernanke y Gertler (1998). Este trabajo se basa en la idea de Townsend (1979) para desarrollar el *multiplicador financiero*. En este modelo, el efecto real de choques financieros se debe a que existe un costo para los acreedores de observar el retorno de los proyectos que han financiado.

Así, las firmas en mala condición financiera dejan de ser sujetos de crédito con facilidad, pues los prestamistas no encuentran rentable prestarles, dado el costo fijo en que deben incurrir para monitorearlas. Esto permite que un choque que deteriore la situación financiera de las empresas pueda motivar una contracción del crédito, de la inversión y del producto. En Colombia, este paradigma no resulta adecuado, ya que uno de los sectores más representativos de la crisis (real y financiera) es el hipotecario. En este sector, el contrato de crédito es colateralizado, y por tanto, los prestamistas no necesitan verificar el retorno de cada inversión sino que acuden al mercado a verificar el valor de las garantías sobre las que prestaron, mecanismo que está en la base del modelo KM<sup>9</sup>.

La desventaja principal del modelo de KM es que no se explica cuál es la fuente de los choques, primer motor de las fluctuaciones. Edison, Luangram y Miller (1998) han considerado que los choques provienen de los precios, argumentando que el fin de una *burbuja*, es un choque negativo que se propaga a través del mecanismo de KM<sup>10</sup>. El desarrollo de un modelo

---

<sup>9</sup> Es necesario mencionar que estudios como Djankov *et al.* (2002) encuentran que, en Colombia, los niveles de protección legal al acreedor son muy bajos respecto a otros países; esto podría significar que la posibilidad de confiscar el colateral en caso de incumplimiento del deudor es incierta para los acreedores colombianos, lo que cuestiona la aplicabilidad de los supuestos de KM en este caso.

<sup>10</sup> Este proceder constituye una contradicción, ya que en el modelo KM los precios son endógenos, y las imperfecciones incluidas no son suficientes para la aparición de burbujas; los autores la atribuyen a los mecanismos explorados por Allen y Gale (1998), ausentes en el modelo KM.

capaz de explicar la propagación y la amplificación de los choques así como su fuente, bajo el mismo esquema, es señalado por Kasa (1998) como un tema de investigación futura sobre el modelo construido por KM.

Por otra parte, quedan varios interrogantes respecto a la estrategia de modelación seguida en modelo original de KM, y éstos se incluyen en el anexo teórico.

En la siguiente sección se desarrolla una variante original del modelo de KM, en la que se tratan de solucionar las desventajas mencionadas allí, al tiempo que se introduce una fuente explícita de choques exógenos. Además, se incluye la inversión, ausente en el modelo KM, y por medio de la aleatoriedad se puede hacer énfasis en los choques al financiamiento internacional<sup>11</sup>.

### III. El modelo: persistencia y amplificación de choques al financiamiento externo

En esta sección se desarrolla un modelo macroeconómico dinámico estocástico con restricciones crediticias. En el modelo hay un agente representativo que puede interpretarse como un país que produce a partir de la financiación externa<sup>12</sup>. Este agente representativo produce  $aK_{t-1}$  unidades del bien de consumo a partir de bienes de capital,  $K_t$ , y consume de un bien *de consumo*. Al final de cada período  $t$ , una unidad del bien de capital puede ser intercambiada, en el mercado, por  $q_t$  unidades del bien *de consumo*.

El sistema financiero internacional otorga  $B_t$  unidades del bien de consumo en el momento  $t$ , a cambio de  $RB_t$  unidades de ese bien en el momento  $t + 1$ . Este flujo de crédito se entrega bajo un esquema colateralizado. Es decir, existe un bien, en este caso el capital  $K_t$ , que puede embargarse

---

<sup>11</sup> Nótese que en ausencia de una restricción crediticia no hay cabida para choques exógenos a la financiación internacional, ya que el crédito es endógeno.

<sup>12</sup> El modelo original de KM supone la existencia de dos sectores, con agentes diferentes y tecnologías de producción diferentes. Éste, además de ser un escenario poco convencional, impide la existencia de flujos de capital internacional, así como de inversión en el modelo. Hasta el momento, el efecto macroeconómico de las restricciones crediticias no ha sido analizado en un entorno de agente representativo

en caso de incumplimiento del deudor. Se genera una restricción crediticia endógena, ya que el prestamista sólo estará dispuesto a prestar una fracción de los rendimientos de la actividad productiva de un determinado proyecto. Con este fin, es necesario suponer, tal como se discutió en la sección I, que el agente representativo puede ocultar el bien de consumo, o simplemente abandonar los proyectos productivos. Esto hace que el contrato colateralizado sea óptimo, y, por tanto, que el sistema financiero internacional exija una unidad de valor del colateral por cada unidad de préstamo entregado.

En la realidad, los flujos financieros internacionales no tienen una colateralización directa; sin embargo, una gran parte de éstos financian la acumulación de activos fijos a través de los intermediarios nacionales. Estos activos fijos, que pueden identificarse con vivienda, automóviles y maquinaria, sirven como colateral a los intermediarios nacionales, que se endeudan con los inversionistas extranjeros. De esta manera, si se omite el papel del intermediario nacional, puede afirmarse que los flujos de capital internacional están colateralizados indirectamente<sup>13</sup>. Ésta es una interpretación novedosa de los modelos tipo KM, que generalmente representan una economía nacional con dos sectores que cumplen el papel de deudor y acreedor, respectivamente, con las consecuencias que esto tiene sobre el modelo (*véase* apéndice teórico).

Debido a que existen choques a la financiación externa, y a pesar de que el agente conoce el tipo de contrato financiero en el que opera, y, por consiguiente, la restricción crediticia a la que está sujeto, éste no conoce los flujos crediticios futuros con certeza. Esto quiere decir que la restricción crediticia endógena se puede alejar de su nivel fundamental debido a los choques. La restricción, entonces, está dada por el valor presente esperado del colateral más un término aleatorio  $v_t$ ; ésta se define en la siguiente ecuación:

$$B_t \leq \left[ \frac{(1-\delta)E_t q_{t+1}}{R} + v_t \right] K_t \quad (1)$$

<sup>13</sup> Lacker (1998) sustenta la idea de que todos los contratos de crédito están colateralizados implícitamente, en el sentido en que un menor pago al pactado supone algún tipo de sacrificio para el deudor.

Donde:

$q_t$  = precio de los activos en el momento  $t$ .

$\delta$  = tasa de depreciación del capital fijo.

$R - 1$  = tasa de interés cobrada en el mercado internacional a los préstamos riesgosos<sup>14</sup>.

Esta restricción dice que el sistema financiero nunca prestará más que el valor presente esperado de lo que puede ser recuperado bajo *default*, más un término aleatorio<sup>15</sup>. El término aleatorio recoge el hecho que los mercados de capital internacional son altamente volátiles, y que están sujetos a comportamientos poco predecibles. Se ha observado cómo en estos mercados, episodios de un gran optimismo hacia una economía (y por tanto flujos de capital positivos) pueden ser seguidos de grandes flujos negativos generados, por ejemplo, por rumores, hechos políticos y, en general, todo tipo de eventos impredecibles a partir de los fundamentales económicos.

Ésta será la única fuente de incertidumbre en el modelo. Cabe mencionar que este modelo de deuda específico impide la consideración de algunos factores que pueden generar otros tipos de conexión entre el precio de los activos y el crédito, entre otras, debido al supuesto de que el acreedor es neutral al riesgo. Un ejemplo de esto es la volatilidad del precio de los activos; intuitivamente ante precios de activos más volátiles el acreedor prestaría menos; sin embargo, en la ecuación sólo importa el valor esperado del colateral.

El retorno total, obtenido en  $t + 1$ , de una unidad de capital invertida en el período  $t$  es  $a + (1 - \delta)q_{t+1}$ , mientras que el valor unitario del colateral

---

<sup>14</sup> Esto podría ser interpretado como la tasa de interés internacional más el *riesgo país*. El hecho que esta tasa sea superior a la internacional, surge de la incertidumbre, pues una fluctuación negativa de los precios de activos acompañada por un episodio de *default* podría significar pérdidas de capital para los inversionistas extranjeros.

<sup>15</sup> Cabe mencionar que este modelo de deuda específico impide la consideración de algunos factores que pueden generar otros tipos de conexión entre el precio de los activos y el crédito, entre otras, debido al supuesto de que el acreedor es neutral al riesgo. Un ejemplo de esto es la volatilidad del precio de los activos; intuitivamente ante precios de activos más volátiles, el acreedor prestaría menos; sin embargo, en la ecuación sólo importa el valor esperado del colateral.

estará dado sólo por  $(1-\delta)q_{t+1}$ . De esta manera, el porcentaje del retorno a la actividad productiva, financiado con la restricción anterior, será  $((1-\delta)E_t q_{t+1} + Rv_t)/((1-\delta)E_t q_{t+1} + a)$ . Esto garantiza que, si los choques son suficientemente pequeños respecto a la productividad marginal del capital  $a$ , el monto de crédito extendido siempre será menor al retorno futuro de la actividad productiva.

Paradójicamente, a pesar de que en el modelo KM las restricciones crediticias surgen del hecho que los agentes pueden hacer *default*, en ese modelo, todos los agentes cumplen sus promesas *ex post*. La dificultad técnica que supone el permitir *default* en un modelo dinámico ha concentrado la atención de estos autores en las trayectorias de previsión perfecta, en las que el sistema financiero puede prevenir el *default* con certeza<sup>16</sup>. En el modelo que se desarrollará a continuación se supera este problema debido a que se interpreta al prestamista como el sistema financiero internacional. Esta interpretación no excluye el *default* del público hacia el sistema financiero nacional, simplemente excluye el *default* del sistema financiero, y del gobierno nacional hacia el sistema financiero internacional; un supuesto menos fuerte<sup>17</sup>.

## A. Consumo e inversión

Este agente representativo busca maximizar una función de utilidad de Von Neumann Morgernstern y su factor de descuento intertemporal es  $\beta$ .

$$U = E_t \sum_{s=t}^{\infty} \beta^{s-t} u(C_s) \quad (2)$$

<sup>16</sup> Kasa (1998) desarrolla un modelo estocástico en el que supone que el sistema financiero requiere un monto adicional de colateral como seguro contra el riesgo y gracias a ello los agentes siempre cumplen sus promesas. En ese contexto, los agentes pueden sufrir pérdidas de capital que podrían evitar haciendo *default*, lo que resulta contradictorio.

<sup>17</sup> Podría pensarse en el sistema financiero nacional como un agente implícito en el modelo, un representante del sistema financiero internacional que se encarga de verificar la existencia de colateral de los productores y de decidir cuánto debe prestarles el sistema financiero internacional. En caso de que haya un desplome en los precios de los activos y se generen pérdidas de capital (y *default*), este agente reparte las pérdidas de capital con los productores (mediante el *default*), pero siempre le paga al sistema financiero internacional. La función de producción resumiría las ganancias (o pérdidas) del agente intermediario y la producción realizada a partir de los bienes de capital. Lo mismo pasaría con el consumo.

La tecnología de producción presenta rendimientos constantes a escala. Ésta sólo es accesible al agente nacional y suponemos que su tasa de retorno  $a$  es mayor a la tasa de retorno del capital internacional  $R-1$ . Ésta es una condición necesaria (no suficiente) para que, en equilibrio, los agentes prefieran producir a ser prestamistas.

$$Y_t = aK_{t-1} \quad (3)$$

El hecho que el producto de la inversión se obtenga en el período siguiente está de acuerdo con que la tecnología de producción sea idiosincrásica. Esto quiere decir que si el agente abandona el proyecto, éste rendirá cero, supuesto que genera las restricciones crediticias (ecuación 1). Se supone que la decisión de abandonar el proyecto productivo se toma entre períodos.

La restricción presupuestal corriente del agente representativo está dada por

$$C_t + RB_{t-1} + q_t K_t = aK_{t-1} + q_t(1-\delta)K_{t-1} + B_t \quad (4)$$

Donde el lado derecho representa las fuentes de fondos y el lado izquierdo sus usos. La restricción dice que los fondos obtenidos en la producción, la venta de capital y el crédito se destinan a invertir en capital nuevo, pagar las deudas anteriores y consumir.

Suponiendo que la restricción crediticia está activa (que se cumple con igualdad en equilibrio), se sustituye la ecuación (1) en la restricción presupuestal. Más adelante se mostrará que este supuesto se cumple en inmediaciones del estado estacionario. Así, se obtiene la restricción presupuestal, enfrentada por el agente representativo en presencia de restricciones crediticias.

$$C_t + (u_t - v_t)K_t = (a + (1-\delta)\varepsilon_t - Rv_{t-1})K_{t-1} \quad (5)$$

$$u_t = q_t - \frac{(1-\delta)E_t q_{t+1}}{R}$$

$$\varepsilon = q_t - E_{t-1} q_t$$

La ecuación (5) muestra que la productividad neta del capital puede ser afectada por los errores en la predicción del precio del capital  $u_t$  y por los

choques pasados a la financiación externa  $v_{t-1}$ . Muestra también cómo el proceso productivo financia el consumo y el arrendamiento de capital, este último dado por su costo de uso  $u_t$  y los choques aleatorios  $v_t$ .

Utilizando (5) para eliminar el consumo de la función objetivo, suponiendo  $u(C) = \ln(C)$ , y tomando la derivada respecto a  $K_t$ , se encuentra la condición de primer orden, o ecuación de Euler, correspondiente al problema del agente representativo:

$$\frac{u_t - v_t}{C_t} = \beta E_t \left( \frac{a + (1 - \delta)\varepsilon_{t+1} - Rv_t}{C_{t+1}} \right) \quad (6)$$

Esta condición dice que en el óptimo, el costo en bienestar de una unidad adicional de capital debe ser igual a la utilidad reportada por esa unidad después de pasar por el proceso productivo.

Dadas las preferencias logarítmicas, es razonable suponer que la solución a esta ecuación estocástica en diferencias está dada por<sup>18</sup>:

$$C_t = \phi(a + (1 - \delta)\varepsilon_t - Rv_{t-1})K_{t-1} \quad (7)$$

Donde  $\phi$  es una constante por determinar.

Esta solución supone que los agentes consumen una proporción fija de su riqueza en cada momento del tiempo. Para corroborar este supuesto se sustituye (7) (sin la constante) en la ecuación de Euler. Mediante esta sustitución, y usando la restricción presupuestal para eliminar  $K_t$  del valor esperado, es fácil comprobar que el supuesto es correcto, y que  $\phi = (1 - \beta)$

La sustitución de este resultado en la restricción presupuestal arroja la siguiente ley de movimiento para el capital:

$$K_t = \frac{\beta}{(u_t - v_t)} (a + (1 - \delta)\varepsilon_t - Rv_{t-1})K_{t-1} \quad (8)$$

---

<sup>18</sup> Blanchard y Fischer (1985). p. 325.

El término  $(a + (1 - \delta)\epsilon_t - Rv_{t-1})K_{t-1}$  es la riqueza neta del agente representativo al inicio del período  $t$ , esto es, el valor de su producción y su acervo de capital, neto del repago de la deuda.

La ecuación dice que, en el óptimo, el agente representativo destinará la porción de su riqueza que no se consume, a financiar la diferencia entre el precio del capital  $q_t$  y la cantidad de crédito que puede obtener por cada unidad de capital  $((1 - \delta)E_t q_{t+1} / R - v_t)$ . De esta manera  $(u_t - v_t)$ , puede verse como la *cuota inicial* requerida para comprar una unidad de capital.

## B. Capital

Para cerrar el modelo hay que definir una función de oferta de capital, de tal manera que sea posible obtener una condición de equilibrio para el mercado de bienes de capital.

En el modelo original de KM, el acervo de capital es fijo y no se deprecia, por lo que se modela su distribución entre los dos sectores (agentes). En ese modelo, los agentes con una menor productividad siempre cumplen sus promesas, por lo que no están sujetos a restricciones crediticias. Ellos demandan capital de acuerdo con un criterio de arbitraje y sirven de prestamistas a los agentes restringidos. De esta manera, las restricciones crediticias generan una brecha entre la productividad marginal de los agentes más productivos y el costo de uso del capital.

En el escenario presente sólo existe un sector, por lo que los aumentos en el acervo de capital son inversión, y se analiza cómo la existencia de restricciones crediticias genera un nivel subóptimo de capital, y una mayor persistencia y amplificación de los choques a través de los precios de activos.

En el modelo de KM, el costo de uso de capital se iguala a la productividad (marginalmente decreciente) del sector que no tiene restricciones de crédito, por lo cual una mayor demanda del sector restringido reduce el capital en manos del sector irrestricto, aumentando el costo de uso de capital.



En este modelo se introduce un costo de uso de capital que aumenta con la demanda por capital. En particular, y por simplicidad, se supone una relación lineal

$$u_t = \bar{u} + \eta K_t \tag{9}$$

El mercado de capital se vacía cuando su costo de uso es igual a  $\eta$  veces su demanda más un costo fijo  $\bar{u}$ . Esta particularidad del modelo genera fluctuaciones interesantes en el precio de los activos (en particular queremos ver qué pasa cuando hay choques a los flujos de capital extranjero). Adicionalmente, esta ecuación garantiza un equilibrio en el que los agentes no se endeudan hasta el infinito en ausencia de restricciones crediticias, dado que la tecnología presenta retornos constantes a escala.

Sustituyendo esta condición en la ecuación de movimiento del capital, se encuentra una ley de movimiento no lineal para el capital en equilibrio.

$$\eta K_t^2 + (\bar{u} - v_t)K_t = \beta(a + (1 - \delta)\varepsilon_t - Rv_{t-1})K_{t-1} \tag{10}$$

Para analizar las propiedades del equilibrio recurrimos al estado estacionario; éste se define donde  $K_t = K_{t-1} = K^*$  y  $\varepsilon_t = \bar{\varepsilon} = 0$ , y  $v_t = \bar{v} = 0$ .

Utilizando esto en la ecuación anterior, se observa que, en la economía descrita, existe un único equilibrio de estado estacionario, donde el acervo de capital es positivo y está dado por:

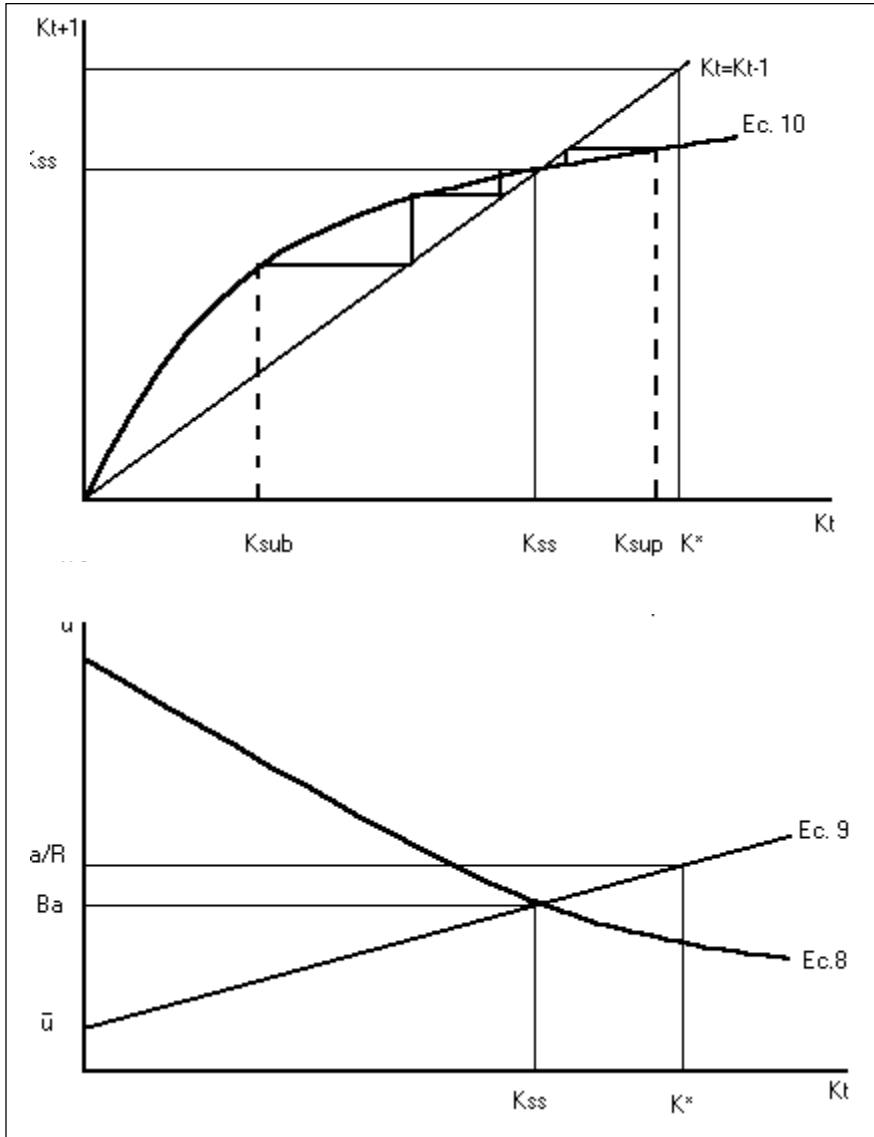
$$K^{ss} = \frac{\beta a - \bar{u}}{\eta} \tag{11}$$

Reemplazando el resultado anterior en la ecuación (9), observamos que alrededor del estado estacionario, el costo de uso de capital está dado por  $u^{ss} = \beta a$ , lo cual significa que la restricción crediticia está activa alrededor de éste, siempre que  $R < 1/\beta$ , ya que los agentes preferirán siempre producir al máximo que ser prestamistas (ahorrar)<sup>19</sup>. Esta desigualdad re-

---

<sup>19</sup> El rendimiento de la actividad productiva está dado por  $a/u_{ss} = 1/\beta$ ; esto implica que  $1/\beta > R$ .

Gráfico 3. Convergencia hacia el estado estacionario.



presenta el hecho que, en las economías emergentes, los recursos financieros provenientes del ahorro interno son escasos, mientras que las oportunidades empresariales y productivas son abundantes, y, por ello, tienden a ser deudoras netas. La ecuación de transición muestra que la derivada de  $K_t$  respecto a  $K_{t-1}$  es decreciente, y que el equilibrio trivial en que el acervo

de capital es nulo, es estable, lo cual garantiza que existe una única solución interna (véase gráfico 3).

En ausencia de restricciones crediticias, los agentes invertirán según un criterio de arbitraje, es decir, hasta igualar el costo y los retornos de la actividad productiva, de tal manera que  $a/u^{ss} = R^{20}$ . Así, en equilibrio, el acervo de capital de estado estacionario estaría dado por  $K^* = (a/R - \bar{u})/\eta$ , que es mayor a  $K^{ss}$ , siempre que  $\beta < \frac{1}{R}$  que, como se mostró, es una condición suficiente para la existencia de restricciones crediticias activas.

Para analizar la dinámica del modelo alrededor del estado estacionario, se aplica el teorema de Taylor hasta el primer orden, junto con la definición del estado estacionario, a la ecuación (10), y se obtiene<sup>21</sup>:

$$K_t = (1 - \lambda)K^{ss} + \lambda K_{t-1} + \frac{1 - \lambda}{\eta} w_t + \frac{\beta(1 - \delta)(1 - \lambda)}{\eta} \varepsilon_t \quad (12)$$

$$\lambda = \frac{\beta a}{2\beta a - \bar{u}}$$

$$w_t = v_t - \beta R v_{t-1}$$

De esta manera, se muestra cómo el acervo de capital sigue un proceso  $AR(1)$  estacionario en inmediaciones del estado estacionario<sup>22</sup>. Cabe notar que la persistencia de los choques aleatorios aumenta a medida que  $\bar{u} \rightarrow \beta a$ . En el caso en que  $\bar{u} = \beta a$ , el acervo de capital tiene una raíz unitaria, pero su valor es cero en estado estacionario. En el caso en que  $\bar{u} = 0$ , el proceso  $AR(1)$  tienen una persistencia de 0,5. Por su parte,  $w_t$ ,

<sup>20</sup> Véase el apéndice para la solución al modelo sin restricciones crediticias.

<sup>21</sup>  $F(x, y, z) \approx F(x^*, y^*, z^*) + F'_x(x^*, y^*, z^*)(x - x^*)$

<sup>22</sup> Para esto es necesario suponer que los choques al financiamiento siguen un proceso  $AR(1)$  cercano a una caminata aleatoria  $v_t = R\beta v_{t-1} + w_t$ .

dada la definición de  $B_t$ , puede ser entendido como un cambio exógeno casi permanente en el nivel de endeudamiento, esto es, un choque transitorio a la cuenta corriente.

Hay que notar que una mayor persistencia de los choques está asociada a una menor amplificación de los mismos, a través de los coeficientes de los términos aleatorios. Este efecto, curioso en principio, se debe a que el nivel de capital en estado estacionario se reduce más rápido que la amplificación de los choques, ante un aumento en  $\bar{c}$ . De esta manera, al observar la ley de movimiento de capital en niveles, una mayor persistencia disminuye la amplificación de los choques proporcionalmente a la reducción en el nivel. Esto se comprueba a continuación.

Se procede, entonces, a encontrar una expresión para el acervo de capital como desviación porcentual de su nivel de estado estacionario. Reorganizando la ecuación (12) y dividiendo entre  $K^{ss}$  a ambos lados, se tiene:

$$\widehat{K}_t = \lambda \widehat{K}_{t-1} + \frac{\lambda}{\beta a} w_t + \frac{\lambda(1-\delta)}{a} \varepsilon_t \quad (13)$$

Donde  $\widehat{K}_t = (K_t - K^{ss}) / K^{ss}$  representa las desviaciones del capital, en puntos porcentuales, respecto a su nivel de estado estacionario. Obsérvese que al ser expresados como porcentaje del nivel de estado estacionario, los choques aleatorios sí tienen mayores efectos (son más amplificados), cuando la persistencia del proceso autorregresivo es mayor. Esto quiere decir que, tal como se supuso, la relación negativa observada para los niveles se debe a que un mayor valor de  $\bar{c}$  está asociado a un menor nivel de capital en estado estacionario.

### C. Precios de activos

Igualando la ecuación (9) con la definición del costo de uso de capital, iterando hacia adelante y utilizando la ley de las expectativas iteradas, se obtiene:

$$q_t = \sum_{s=t}^{\infty} \left( \frac{1-\delta}{R} \right)^{s-t} (\bar{u} + \eta E_t K_s) + \lim_{S \rightarrow \infty} \left( \frac{1-\delta}{R} \right)^S E_t q_S \quad (14)$$

Esta ecuación dice que el precio del capital varía con la demanda intertemporal esperada de capital. El precio de una unidad de capital equivale al valor presente de todos los costos de uso de capital futuros. De esta forma, se muestra cómo los precios de los activos pueden ser altamente procíclicos, a través de las expectativas. Este hecho es evidente en economías como la colombiana, en las que los ciclos productivos replican de cerca las fluctuaciones en los precios de los activos. Así, se genera una conexión entre la financiación internacional, los precios de los activos y el producto.

Eliminando comportamientos explosivos en los precios de la ecuación anterior y utilizando el acervo de capital de estado estacionario, se encuentra el nivel de precios de estado estacionario.

$$q^{ss} = \frac{R\beta a}{R - (1 - \delta)} \quad (15)$$

Utilizando la ecuación (12) para expresar  $K_s$  en términos de  $K_t$ <sup>23</sup>, se encuentra:

$$q_t = q^{ss} - \frac{RK^{ss}}{R - (1 - \delta)\lambda} + \frac{R}{R - (1 - \delta)\lambda} K_t \quad (16)$$

Restando  $\lambda q_{t-1}$  a ambos lados y usando (12) para eliminar  $(K_t - \lambda K_{t-1})$ , se encuentra que los precios de los activos (capital) siguen un proceso  $AR(1)$  estacionario:

$$q_t = q^{ss}(1 - \lambda) + \lambda q_{t+1} + \phi w_t + \theta \varepsilon_t \quad (17)$$

$$\phi = \frac{R(1 - \lambda)}{\eta(R - (1 - \delta)\lambda)} > 0$$

$$\theta = \frac{\beta(1 - \delta)(1 - \lambda)}{\eta(R - (1 - \delta)\lambda)} > 0$$

---

<sup>23</sup> Despejando  $K_{t-1}$ , adelantando un periodo, iterando hacia delante  $s$  períodos, despejando  $K_s$ , tomando valor esperado en  $t$  y evaluando las sumatorias, se encuentra que  $E_t K_s = K^{ss} + \lambda^{s-t}(K_t - K^{ss})$ .

Hasta ahora, se ha resuelto un modelo con restricciones crediticias, se ha caracterizado el equilibrio de estado estacionario, y se ha hallado el comportamiento de las variables principales del modelo alrededor de éste. Se ha hallado que tanto los precios como el capital siguen procesos  $AR(1)$  estacionarios. También se ha visto cómo las restricciones crediticias generan persistencia y amplificación de choques exógenos, tal como en el modelo original de KM. Sin embargo, la mecánica que genera estas características es un poco diferente aquí. En el modelo KM, un choque tecnológico hacía descender la riqueza neta del sector más productivo de la economía.

En este modelo, los flujos de crédito internacional intensifican o relajan la restricción crediticia en cada período. Un descenso en la financiación provoca un descenso en la inversión, lo que lleva a retornos futuros menores. Esto, a su vez, genera un descenso en los niveles futuros de inversión.

Este descenso requiere una reducción intertemporal del costo de uso de capital y, por tanto, reduce los precios de los activos. La caída en los precios intensifica aún más la restricción crediticia, ya que el colateral pierde valor, y gracias a esto el choque se amplifica y aumenta su persistencia. Ésta puede ser una intuición muy útil en la interpretación de los hechos estilizados colombianos, como se recalcará en las conclusiones.

Por otro lado, la intervención del gobierno podría incluirse en el modelo como un choque adicional dentro de la ecuación (1). Éste sería el caso de la regulación financiera, que, mediante encajes, provisiones u otros mecanismos, frena o acelera el impacto de choques exógenos sobre la provisión de crédito a la economía. Esto abre el espacio para la recomendación de políticas a partir de este ejercicio.

Para comprobar el buen comportamiento del sector externo de esta economía, resta verificar el comportamiento de la cuenta corriente.

## D. Cuenta corriente

Utilizando el superávit en cuenta corriente que es  $B_t - B_{t-1}$  y la restricción crediticia, se encuentra:

$$CA_t = \left( \frac{(1-\delta)E_t q_{t+1}}{R} + v_t \right) K_t - \left( \frac{(1-\delta)E_{t-1} q_t}{R} + v_{t-1} \right) K_{t-1} \quad (18)$$

Reemplazando los valores de estado estacionario de  $q_t$ ,  $K_t$  y  $v_t$  se encuentra el nivel, trivial, de la cuenta corriente en estado estacionario:

$$CA^{ss} = 0 \quad (19)$$

Linealizando (18) alrededor del estado estacionario y haciendo uso de la ecuación (17) para eliminar los valores esperados, se obtiene:

$$\begin{aligned} CA_t = & \frac{\lambda(1-\delta)K^{ss}}{R} \left[ (q_t - q^{ss}) - (q_{t-1} - q^{ss}) \right] \\ & + \frac{(1-\delta)q^{ss}}{R} \left[ (K_t - K^{ss}) - (K_{t-1} - K^{ss}) \right] \\ & + K^{ss} w_t - K^{ss} (1-R\beta)v_{t-1} \end{aligned} \quad (20)$$

Esta expresión muestra que la cuenta corriente sigue un proceso estacionario, debido a que (alrededor del estado estacionario) es igual a la suma de los incrementos de dos procesos estacionarios que, por definición, es estacionaria. Resta, entonces, explorar los efectos de las restricciones crediticias sobre el bienestar.

## E. Bienestar

Como ya se anotó, en el estado estacionario, la existencia de restricciones al financiamiento externo reduce el acervo de capital. De esta manera, el efecto en bienestar puede medirse como la producción sacrificada, respecto al mejor equilibrio. Este tipo de medida usualmente es conocida como triángulo de Harberger y corresponde al área bajo la curva de demanda sacrificada por una reducción en el acervo de capital.

El área del triángulo de Harberger, como porcentaje del producto de estado estacionario, está dada por:

$$\frac{WL}{Y^{ss}} = \frac{a}{Y^{ss}} (K^* - K^{ss}) \quad (21)$$

Donde  $WL$  es el producto *perdido* a causa de las restricciones crediticias. Reemplazando los valores de  $K^*$  y  $K^{ss}$  en la expresión anterior y teniendo en cuenta que  $Y^{ss} = aK^{ss}$ , se obtiene:

$$\frac{WL}{Y^{ss}} = a \frac{1/R - \beta}{\beta a - \bar{u}} \quad (22)$$

Usando la definición de  $\lambda$  para eliminar  $\bar{u}$  se tiene:

$$\frac{WL}{Y^{ss}} = \frac{1/R - \beta}{\beta(1 - \lambda - 1)} \quad (23)$$

Esta expresión muestra que los costos en bienestar son una función creciente del parámetro autorregresivo  $\lambda$ . Adicionalmente, se nota que los costos en bienestar son del 100% del producto del mejor equilibrio cuando este parámetro es 1, y de 0 cuando este parámetro es cercano a cero. Esta ecuación permitirá, con base en la determinación de valores plausibles para  $\beta$  y  $R$  y de la estimación del parámetro  $\lambda$ , determinar cuál es el costo de las restricciones crediticias para Colombia.

## IV. Persistencia y costos en bienestar en Colombia

### A. Persistencia

De acuerdo con los resultados del modelo analítico, en esta sección se describe la estimación del valor del parámetro  $\lambda$  a partir de datos trimestrales<sup>24</sup>. Este cálculo se realizará utilizando dos series que sirven como variables proxy de la

---

<sup>24</sup> La serie de precios de vivienda utilizada es la calculada por Alberto Carrasquilla y Arturo Galindo en el período enero de 1984 a enero de 1994. En el período restante (hasta septiembre de 2001) se utilizó la serie calculada por el Departamento Nacional de Planeación. Se utilizan promedios trimestrales de la serie deflactada por IPC.



variable  $q_t$ . La primera es la serie de precios reales de vivienda; la segunda, el índice de la Bolsa de Bogotá (IBB) en términos reales.

El primer indicador ha sido identificado por la literatura como una variable que se ajusta muy bien a los supuestos de los modelos de restricciones crediticias. En los contratos de crédito hipotecario, la colateralización es explícita, por lo que la existencia de restricciones crediticias es evidente. Adicionalmente, la oferta de finca raíz se ajusta lentamente, por lo que aumentos en la demanda generan variaciones en el nivel de precios.

A pesar de esto, una interpretación literal de  $q_t$ , como los precios de vivienda, no es completamente satisfactoria, ya que es difícil argumentar que la vivienda sea el único insumo productivo de una economía. Aun así, para fines empíricos, sería suficiente con que el precio de la vivienda fuera un buen indicador de los precios de los demás activos.

Sin embargo, se ha optado por realizar una estimación alternativa, utilizando el IBB, para evitar la dependencia de los resultados en la serie utilizada<sup>25</sup>. Esto se hace con el supuesto de que este índice refleja las condiciones de oferta y demanda de capital productivo, a pesar de que el esquema con el que se financia no sea explícito, como en el caso de la vivienda. Un punto a favor de este indicador radica en que variaciones en el crédito generan fluctuaciones en los precios accionarios, lo que sustenta la hipótesis de restricciones crediticias<sup>26</sup>.

El valor del parámetro  $\lambda$ , para datos trimestrales es de 0,93 según la estimación para los precios de la vivienda, que tuvo un buen comportamiento estadístico. Este valor, que equivale a 0,74 anual, es consistente con los estimativos realizados por Kenneth Kasa (1998) para países del sudeste asiático: 0,76 para Corea; 0,81 para Hong Kong y 0,88 para Japón. Que este estimativo sea menor para Colombia, sugiere que es lógico esperar una menor persistencia de las fluctuaciones del producto que las observadas en estos países, sobre todo en Japón<sup>27</sup>.

---

<sup>25</sup> Para esta estimación se utilizó la serie del IBB deflactada por IPC en el período comprendido entre junio 1984 y mayo de 2001.

<sup>26</sup> Para una buena revisión de este tipo de episodios véase Allen y Gale (1998).

<sup>27</sup> Esta comparación supone que los precios de la vivienda representan los precios de los activos con igual exactitud en todos los países comparados; por esta razón, debe ser tomada con cautela.

De esta estimación también es posible extraer que el 23% de un choque financiero persistirá después de 5 años. Según este estimativo, el efecto de un choque desaparecería cerca de 20 años después, cuando subsistiría un 5% del efecto inicial.

## B. Costo en bienestar

Para un cálculo puntual de los costos en bienestar, de acuerdo con la ecuación (23), la tasa de descuento intertemporal  $1/\beta - 1$  se supone igual a la tasa de interés real de equilibrio de la economía colombiana (calculada en 7,4% por el Banco de la República), la tasa de interés para préstamos riesgosos  $R-1$  se supone igual a la tasa real promedio que resulta de las tasas para los títulos del tesoro norteamericano a tres meses más una prima por riesgo de 200 puntos básicos deflactada por la inflación estadounidense (lo que resulta en 3,81%).

Reemplazando estos valores en la función de pérdida de bienestar, junto con la estimación de  $\lambda$ , para un período anual, se observa que el costo en eficiencia o bienestar, de las restricciones crediticias para Colombia, es de 11,37 % del PIB para  $\lambda = 0,93$  (calculado con los precios de vivienda) y de 20,54 % del PIB para  $\lambda = 0,96$  (calculado con base en el IBB). Los gráficos 4 y 5 muestran la pérdida de bienestar en función de  $1=1/\beta - 1$  y  $\lambda$ , respectivamente, como refuerzo a la estimación puntual descrita arriba.

Lo anterior muestra que el producto en Colombia sería entre 10% y 20% mayor, en el estado estacionario, en ausencia de restricciones a la financiación internacional.

Nótese que si las restricciones a la financiación amplifican y hacen más persistente el efecto de choques exógenos, supone un costo de eficiencia dinámico que puede ser mayor al de estado estacionario, dependiendo de la frecuencia y la severidad de los choques.

Gráfico 4. Tasa de descuento y pérdida de bienestar como porcentaje del PIB.

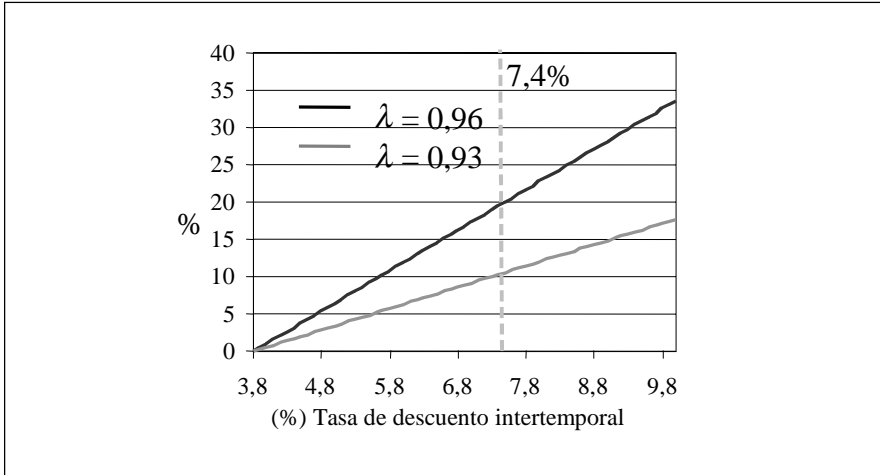
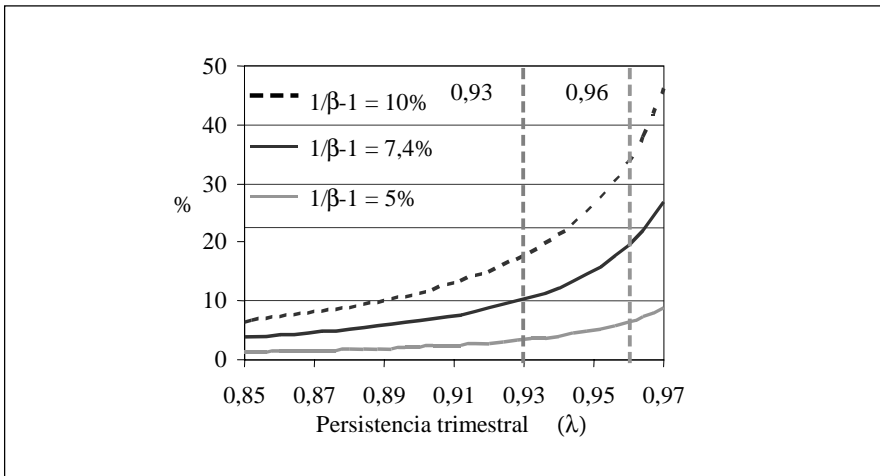


Gráfico 5. Persistencia y pérdida de bienestar como porcentaje del PIB.



## Conclusiones

En este trabajo se desarrolló una versión estocástica de agente representativo del modelo de ciclos crediticios de KM. Ese ejercicio muestra cómo, en dicho entorno, pueden superarse algunas de las desventajas del modelo original. En particular, se elimina la existencia de dos tipos de agentes incompatibles entre sí, y con diferentes tecnologías de producción se le otorga un papel importante a los flujos internacionales de capital, se elimina el problema de la inexistencia de *default* y se posibilita la introducción de aleatoriedad explícita en el modelo.

El modelo se basa en la apreciación de que los agentes pueden incumplir los contratos de crédito, haciendo *default*. Esto hace que un contrato de crédito óptimo requiera un activo colateral. De esta manera, las variaciones en el precio del colateral pueden afectar la oferta de crédito y viceversa. Esta relación genera un efecto de retroalimentación dinámica entre estos dos factores lo cual hace que choques relativamente pequeños y de corta duración puedan tener efectos grandes y persistentes sobre el producto a través de los precios de los activos.

En particular, se incluyeron choques a la financiación externa, y se mostró cómo un choque negativo hace caer los precios de los activos y el acervo de capital por un período prolongado, y cómo la persistencia de los choques está positivamente relacionada con su amplificación. La persistencia de este choque se estima en 20 años para la economía colombiana, mientras que el costo de bienestar (de estado estacionario) asociado a las restricciones crediticias se estima entre 10% y 20% del PIB.

Mediante el mecanismo que resulta del modelo, se propone la siguiente interpretación de lo ocurrido en Colombia: un aumento exógeno de los flujos de capital extranjero en la primera parte de la década del noventa genera un aumento en los precios de los activos. Esto, a su vez, origina un mayor valor del colateral y, por ende, relaja aún más la restricción crediticia; produce aumentos posteriores en los precios de los activos así como una mayor inversión, amplificando los efectos del choque inicial. Este círculo genera un aumento grande, pero fundamental, en el precio de los activos y un *boom* de crédito.

Posteriormente, los flujos de capital cesan exógenamente, y se experimenta una desaceleración en la adquisición de crédito. Esto hace que el precio

de los activos caiga, generando pérdidas patrimoniales a los agentes. Esta caída de los precios de los activos suscita recortes adicionales en la oferta de crédito a través de la restricción crediticia endógena. Los deudores, por su parte, reparten las pérdidas de capital generadas por el descenso en el valor de sus activos con el sector financiero nacional (que está solamente implícito en el modelo), produciéndose altos y persistentes niveles de cartera vencida<sup>28</sup>.

La crisis se transmite al sector real por medio del mecanismo de retroalimentación entre crédito, inversión y precios de los activos descritos arriba. De esta manera, los bajos precios de los activos, que reflejan las expectativas de demanda de capital intertemporal, impiden una reactivación del crédito debido al bajo valor del colateral. Los bajos niveles de crédito llevan a las firmas a invertir menos y el choque se propaga. La recuperación es lenta debido al efecto dinámico de retroalimentación entre precios de activos y crédito. En ausencia de un nuevo choque financiero (positivo), se puede tomar un tiempo no mayor a 20 años.

En el aspecto de política, el modelo sugiere que en un mercado global de capitales, en el que las economías pequeñas están sujetas a choques exógenos, que podrían desencadenar grandes fluctuaciones en el crédito, los precios de activos y el producto, la regulación financiera debe ser contracíclica. Esto, con el objetivo de frenar la transmisión de esos choques hacia el resto de la economía. Algunas formas específicas de este tipo de medidas pueden encontrarse, por ejemplo, en Herrera y Perry (2001).

Sin embargo, una vez reconocida la importancia de los precios de activos y de los flujos de capital internacional para entender y manejar la coyuntura económica, y antes de poner en marcha cualquiera de estas medidas, es necesario un esfuerzo amplio de las autoridades por construir una variedad de indicadores confiables de precios de los activos y por entender su relación, así como la de los flujos de capital internacional, con la actividad real.

En el aspecto teórico, Edison, Luangram y Miller (1998) muestran de una manera accesible cómo la introducción de restricciones crediticias puede

---

<sup>28</sup> Qiercia y Stegman (1992) resumen 29 trabajos empíricos acerca del fenómeno de no pago en créditos hipotecarios para Estados Unidos; la proporción de la deuda respecto al precio del activo es el determinante principal de la decisión de no pago.

generar comportamientos mucho más interesantes que un  $AR(1)$  para las variables del modelo; incluso encuentran la posibilidad de equilibrios múltiples. De esta manera, la construcción de modelos más complejos, utilizando el concepto de restricciones crediticias recreado aquí, puede aportar más evidencia a favor de esta hipótesis.

Adicionalmente, el presente enfoque se restringió en su complejidad, de manera que se obtuvieran soluciones explícitas al modelo. Sin embargo, del aporte de Arias (2000) se puede concluir que la introducción de restricciones crediticias endógenas en un modelo computacional complejo, podría ser útil para mejorar la comprensión y la cuantificación de los fenómenos económicos discutidos.

Por otro lado, a pesar de que en la formulación presente se evita el problema de la ausencia de *default* en el modelo, esto se hace por el lado de su interpretación. Este proceder de ninguna manera niega que el camino más adecuado sería la introducción explícita de *default*. Esta es necesaria, por ejemplo, para la introducción de un sistema financiero nacional explícito. A pesar de su dificultad técnica, ese tipo de modelo sería innovador a nivel mundial, pues aún no se ha analizado el papel del *default* en un modelo dinámico de muchos períodos.

## Bibliografía

- Arias, Andrés (2000). “The Colombian banking crisis: macroeconomic consequences and what to expect”. *Borradores de Economía* no. 157, Banco de la República.
- Barajas y Steiner (2001). “Credit stagnation in Latin America”. *IMF*, Working Paper no. 02/53.
- Bernanke y Gertler (1989). “Agency costs, net worth, and business fluctuations”. *American Economic Review* 79, pp. 14-31.
- Bernanke, Gertler y Ghilchrist (1998). “The financial accelerator in a quantitative business cycle framework”. *NBER*, Working Paper no. 6455.

- Blanchard, Olivier J. (1985). "Debt, deficits, and finite horizons". *Journal of Political Economy* 93, pp, 223-247.
- Blanchard, Olivier J, and Stanley Fischer (1989). *Lectures on Macroeconomics*. The MIT Press, Cambridge, Massachusets.
- Carrasquilla, Galindo y Vásquez (1999). "El gran apretón crediticio en Colombia: una interpretación". *Coyuntura Económica*, vol. XXX.
- Chica, R. (1991). "La financiación de la inversión en la industria manufacturera colombiana". *Desarrollo y Sociedad* nos. 15 y 16, CEDE, Universidad de los Andes.
- Coco, G. (2000). "On the use of collateral". *Journal of Economic Surveys* vol. 14, no. 2.
- De Long, Schleifer, Summers y Waldmann, R. (1990). "Positive feedback investment strategies and destabilizing rational speculation". *Journal of Finance*, vol. 45, pp. 379-395.
- Djankov, La Porta, López de Silanes y Schleifer "Courts: The lex mundi project". *NBER*, Working Paper no. 8890.
- Echeverry, Juan Carlos (1999). "Memorias de la recesión de fin de siglo: flujos, balances y política anticíclica". *Boletines de Divulgación Económica*, Departamento Nacional de Planeación.
- Echeverry y Salazar (1999). "¿Hay un estancamiento en la oferta de crédito?". *Archivos de Macroeconomía*, Documento no.118, Departamento Nacional de Planeación.
- Edison, Pongsak y Miller (1998). "Asset bubbles, domino effects and 'lifeboats': elements of the east Asian Crisis". *CEPR*, Working Paper no. 6491.
- Edwards, S. (2001). "Exchange rate regimes, capital flows and crisis prevention". *NBER*, Working Paper no. W8529.

- Fischer, Stanley (1998). "The east Asian crisis: a view from the IMF". *IMF Survey*, vol. 27 no. 2, Washington, enero.
- Freixas y Rochet (1997). *Microeconomics of Banking*. Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts.
- Hart, Oliver (1995). *Firms, Contracts, and Financial Structure*. Clarendon Press, Oxford.
- Hart y Moore (1994). "A theory of debt based on the inalienability of human capital". *Quarterly Journal of Economics* 109, pp. 841-879.
- Herrera y Perry (2001). "Tropical bubbles: asset prices in Latin America, 1980–2001". *World Bank*, Working Paper no. 2724.
- Kasa, Kenneth (1998). "Borrowing constraints and asset market dynamics: evidence from the Pacific basin". *FRSBF Economic Review* no 3, pp. 17-28.
- Kiyotaki y Moore (1997). "Credit cycles". *Journal of Political Economy* 105, pp. 211-248.
- Kiyotaki, Nobuhiro (1998). "Credit and business cycles". *The Japanese Economic review* vol. 49, no 1, pp. 18-35.
- Kocherlota, Narayana R. (2000). "Creating business cycles through credit constraints". *Quarterly Review* vol. 24, no. 3, Federal Reserve Bank of Minneapolis.
- Lacker, Jeffrey M. (1998). "Collateralized debt as the optimal contract". *Federal Reserve Bank of Richmond*, Working Paper no. 98-4.
- Sargent, Thomas J. (1987). *Dynamic Macroeconomic Theory*. Cambridge University Press, Cambridge, Massachusetts and London.
- Sánchez y Oliva "Auge y colapso del ahorro empresarial en Colombia". *Planeación y Desarrollo*, vol. 27, no. 1.



Stiglitz, Joseph (2001). “Lo que aprendí de la crisis económica mundial”.  
*El Tiempo*, 26 de agosto de 2001.

Tenjo, Fernando (1995). *Corporate Finance under Adjustment. Firm Behavior, Private Sector and Economic Policy in Colombia*. Tesis doctoral, Institute of Social Studies, The Hague.

Urrutia, Miguel (1999). “Crédito y reactivación económica”. *Revista del Banco de la República* vol. LXXII, no. 860.

## Apéndice. Modelo sin restricción crediticia

El problema del agente representativo es en este caso:

$$\max U = E_t \sum_{s=t}^{\infty} \beta^{s-t} u(C_s) \quad (24)$$

Sujeto a:

$$C_t + RB_{t-1} + q_t K_t = aK_{t-1} + q_t(1-\delta)K_{t-1} + B_t \quad (25)$$

Nótese que cuando los agentes escogen el endeudamiento libremente en cada período, no hay cabida para choques financieros.

Es fácil verificar que las condiciones de primer orden de este problema son:

$$\frac{q_t}{C_t} = \beta \frac{a + q_{t+1}(1-\delta)}{C_{t+1}} \quad (26)$$

para el capital; y:

$$\frac{1}{C_t} = \beta \frac{R}{C_{t+1}} \quad (27)$$

para el endeudamiento. Dividiendo la primera entre la segunda, se encuentra que:

$$u_t = \frac{a}{R} \quad (28)$$

Es decir, los agentes invertirán hasta igualar los costos y la productividad marginales. Utilizando la condición de equilibrio para el mercado de capital se encuentra que:

$$K_t = \frac{a/R - \bar{u}}{\eta} \quad (29)$$

El acervo de capital de equilibrio es fijo, y no depende de sus realizaciones pasadas; de esta manera, un choque financiero (en este caso un choque a

la tasa de interés internacional) sólo afecta el acervo de capital por un período. Haciendo uso de la definición de  $u_t$  en (28) e iterando hacia adelante, se observa que, en ausencia de comportamientos explosivos de los precios

$$q_t = \frac{a}{(R - (1 - \delta))} \quad (30)$$

Esto muestra que un choque financiero no anticipado afecta el nivel de precios únicamente en un período.

Como se ha mostrado, en el modelo sin restricciones al crédito, el parámetro autorregresivo  $\lambda$  es igual a cero y, por ende, los costos asociados a la restricción crediticia son cero.

## Apéndice teórico

Algunas de las debilidades del modelo KM pueden resumirse en las siguientes preguntas:

- ¿Por qué las firmas no restringidas siempre cumplen sus promesas?

A pesar de que los modelos de deuda discutidos antes sugieren que en presencia de problemas de información los contratos de deuda con colateral son óptimos, no existe ninguna razón para pensar que en un mundo donde algunos agentes pueden incumplir sus promesas exista algún agente con la capacidad de comprometerse creíblemente. Y si esto sucediera, ¿cómo harían los prestamistas para identificar de qué tipo de agente se trata? Los agentes riesgosos siempre tendrían incentivos para hacerse pasar por agentes con capacidad de compromiso.

- ¿Qué pasaría si los choques no fueran completamente no-anticipados?

Debido a la dificultad técnica de incluir *default* en un modelo dinámico, KM han concentrado sus esfuerzos a las trayectorias de previsión perfecta, a las que agregan choques totalmente no anticipados, ignorando el hecho que ante un choque que les genere pérdidas de capital los agentes harán *default*, de acuerdo con el modelo de deuda colateralizada. Queda entonces por responder la pregunta de qué pasaría si los agentes conocieran de la existencia de choques aleatorios y pudieran formar expectativas acerca de éstos.

- ¿Por qué no hay inversión en esta economía?

La existencia de una función inversa de oferta de tierra con pendiente positiva garantiza la fluctuación de los precios ante cambios en la demanda. Sin embargo, este tipo de función sólo es posible, en un contexto de equilibrio general, al introducir una estructura compleja en la producción (por ejemplo, una con costos de instalación) del bien, o una oferta fija (éste es el camino tomado por KM). Esta opción tiene la desventaja de que no existe inversión agregada en el modelo, simplemente se modela la redistribución de un acervo fijo de tierra entre dos agentes heterogéneos<sup>29</sup>.

---

<sup>29</sup> A pesar de que en este trabajo se considera la inversión, en el estado estacionario ésta sólo cubre la depreciación del capital. Esto hace que en estado estacionario no haya crecimiento, aunque éste podría incluirse sin mayores inconvenientes, a costa de una mayor complejidad.

- ¿Por qué el financiamiento internacional no cumple ningún papel?

Aunque la estructura de los contratos financieros es el eje del modelo KM, la financiación internacional no cumple ningún papel en su modelo. Los únicos agentes que pueden financiarse en el exterior son los no restringidos; de esta manera, la financiación externa es ilimitada e incondicional. Como lo muestra la experiencia internacional, la financiación externa es una de las fuentes más importantes (si no la más importante) de fluctuaciones en los precios de los activos en economías emergentes.