



UNIVERSIDAD DEL PACIFICO



consorcio de investigación  
económica y social

---

## Política Monetaria en Economías Dolarizadas: Un Aporte Analítico<sup>1</sup>

---

Eduardo Morón

[emoron@up.edu.pe](mailto:emoron@up.edu.pe)

Centro de Investigación  
de la Universidad del Pacífico

Juan F. Castro

[castro\\_jf@up.edu.pe](mailto:castro_jf@up.edu.pe)

Centro de Investigación  
de la Universidad del Pacífico

**Enero 2004**

---

<sup>1</sup> El presente documento constituye el Informe Final del proyecto Política Monetaria en Economías Dolarizadas presentado en el marco del Concurso de Proyectos de Investigación 2002 auspiciado por el Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES). Los autores desean agradecer al CIES y al Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico (CIUP) por el apoyo económico. Nuestro agradecimiento también para Sebastián Sotelo quien realizó una excelente labor como asistente de investigación. Como siempre, cualquier error u omisión es de entera responsabilidad de los autores.

## ***Abstract***

El tema de los descalces cambiarios y los efectos de hoja de balance han pasado a ser esenciales luego de la serie de crisis que surgieron a fines de los noventa. Sin embargo, un tema que ha sido sólo marginalmente analizado es cómo la propia política monetaria y cambiaria del Banco Central puede afectar las decisiones de firmas y bancos, y en ese sentido, afectar el grado de descalce cambiario de la economía. Atendiendo a esto, en el presente estudio se ha formalizado el grado de descalce de la economía a través del planteamiento de un modelo de equilibrio parcial y se ha propuesto una revisión a la estructura del contrato óptimo planteado en Bernanke, *et al.* (1998) para el caso de dos monedas. Sobre la base de estos resultados se ha extendido el modelo de equilibrio general planteado en Céspedes, *et al.* (2000a) para considerar la posibilidad de que no toda la deuda esté denominada en moneda extranjera. Con esto, es ahora posible formalizar la manera como una economía puede mitigar los “efectos de hoja de balance” y “escapar” a la clasificación de vulnerable afectando el grado de descalce. Así, se ha abierto la posibilidad de que la autoridad monetaria afecte la magnitud en la que operan los “efectos de hoja de balance” a través de las consecuencias que tiene la política cambiaria sobre las decisiones de endeudamiento de las firmas.

# Índice

<b>1</b>	<b>Motivación</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>De puzzles y Vectores Autorregresivos</b> .....	<b>9</b>
2.1	El caso peruano y el <i>exchange rate puzzle</i> .....	10
2.2	El Perú de la última década a través de un VAR.....	12
<b>3</b>	<b>En un modelo de equilibrio parcial</b> .....	<b>15</b>
3.1	Lo que ya se ha hecho en el campo analítico.....	15
3.2	El costo de discriminar y el grado de descalce.....	19
3.3	El contrato óptimo y la demanda por capital: el caso de dos monedas.....	21
3.4	Endogenizando las decisiones de endeudamiento.....	31
<b>4</b>	<b>Hacia un modelo de equilibrio general</b> .....	<b>36</b>
4.1	El modelo linealizado y el rol del grado de descalce.....	39
<b>5</b>	<b>Una segunda dimensión: reconsiderando la evidencia empírica</b> .....	<b>45</b>
5.1	En un VAR asimétrico.....	46
5.1.1	La variable de estado, la velocidad de transición y el valor umbral.....	47
5.1.2	El Perú de la última década a través de un VAR asimétrico.....	48
<b>6</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>50</b>
<b>7</b>	<b>Referencias</b> .....	<b>52</b>

## Resumen Ejecutivo

Desde su aparición en la literatura econométrica (Sims (1980)), la metodología de Vectores Autorregresivos (VAR) se ha convertido en una herramienta de uso común en el análisis empírico de la política monetaria. Sin embargo, estos avances no han estado exentos de problemas. De hecho, en varias ocasiones se ha encontrado que el uso de VAR trae consigo resultados que no van de la mano con las predicciones provenientes de la teoría económica. Estas aparentes contradicciones –que reciben el nombre de *puzzles* en la literatura- son una evidencia de las limitaciones de la metodología.

En el caso peruano, el uso de VAR en el análisis de la política monetaria se dificulta aún más por la dolarización. Al momento de considerar una economía abierta, tradicionalmente se estudian las expansiones monetarias a partir de su efecto positivo sobre las exportaciones netas, vía depreciaciones del tipo de cambio real. En una situación como la descrita, sin embargo, la política monetaria no se transmite exclusivamente a través de los canales típicos. En particular, el canal de las exportaciones netas puede verse compensado por otros canales que operan en sentido contrario. Así, en primer lugar un alto grado de *pass-through* tenderá a aminorar los efectos expansivos de una depreciación nominal, al reducir su impacto sobre el tipo de cambio real. De otro lado, cabe esperar que una economía con un sector no transable cuyos pasivos están denominados en moneda extranjera, estará sujeta a los llamados “efectos de hoja de balance”. En este sentido, una depreciación real puede llegar a tener efectos contractivos en la medida en que trae consigo un incremento en el servicio de la deuda.

Es así que, de acuerdo con los resultados de un VAR identificado a la Cholesky para nuestra economía, no es posible distinguir con claridad los efectos que tiene una depreciación real sobre el producto y los precios. En particular, no se tiene evidencia para rechazar la hipótesis de que el efecto de un *shock* cambiario sobre estas variables sea estadísticamente nulo. Del mismo modo, no se pueden identificar estadísticamente los efectos de un incremento en la base monetaria sobre el tipo de cambio real ni el producto.

Estos resultados, lejos de indicar que la política monetaria y los *shocks* cambiarios no tienen efecto sobre los precios o el nivel de actividad, son más bien evidencia de las limitaciones asociadas con un VAR estándar. Al no poderse relacionar directamente con

un modelo teórico que contemple otro tipo de relaciones, un VAR no logrará identificar adecuadamente los distintos canales de transmisión en la economía, y, por el contrario, tenderá a mostrar los efectos netos de las variables.

Es así que surge la necesidad de utilizar instrumentos más adecuados que analicen la economía bajo una óptica más integral. Al respecto, creemos que un aspecto clave del análisis, difícilmente capturable a través de las formas reducidas propuestas en un VAR, es la posibilidad de formalizar los comportamientos que están detrás de los signos y magnitudes de los coeficientes estimados. Sin una herramienta como esta, difícilmente podremos racionalizar sus causas y hacer recomendaciones de política basadas en consideraciones de optimalidad. En este sentido, y si lo que se pretende es hacer recomendaciones de política, un aspecto gravitante del análisis aún no contemplado en la literatura, es la posibilidad de endogenizar las respuestas de los agentes frente a las acciones del Banco Central en materia cambiaria.

Con miras a sentar las bases para un modelo que permita revisar la optimalidad de una regla de política que busca mitigar las fluctuaciones del tipo de cambio en un contexto como el planteado líneas arriba, consideramos que el trabajo de Céspedes, Chang y Velasco (2000a) constituye un excelente punto de partida. En este sentido, la extensión propuesta pasa por permitir la inclusión de más de un tipo de deuda de modo que sea posible hablar de determinado grado de descalce en la economía. Para esto, resulta indispensable formalizar el proceso que determina el grado de descalce en la economía y revisar el modelo de equilibrio parcial que justifica la existencia de una prima por riesgo que afecta el costo de fondeo (Bernanke, *et al.* (1998)), de modo que éste incorpore la existencia de dos monedas.

Atendiendo a lo anterior, se ha propuesto un modelo de equilibrio parcial donde el grado de descalce (entendido como la proporción de deuda denominada en una moneda distinta a aquella en la que son generados los ingresos de la firma) viene dado por del comportamiento maximizador de un intermediario financiero que busca equilibrar los costos de recabar información sobre sus clientes con los beneficios que espera derivar de dicho esfuerzo. En particular, el proceso a través del cual el intermediario financiero monitorea las firmas y las identifica como “generadoras de soles” se da hasta el punto en que el costo marginal de dicho esfuerzo de monitoreo se iguala con el beneficio marginal

asociado a un menor grado de descalce, el cual depende positivamente de la volatilidad del tipo de cambio.

Por otro lado, la extensión propuesta para el contrato óptimo de Bernanke, *et al.* (1998) implica la introducción de un castigo para el retorno sobre el capital en caso la deuda esté denominada en una moneda distinta aquella en la que el intermediario financiero ha determinado están expresados los ingresos de la firma. La revisión del problema de *Costly State Verification* (CSV) luego de incorporar dicho castigo, nos permitió verificar formalmente que este tipo de deuda tendría asociada una mayor prima por riesgo.

En definitiva, sobre la base de este modelo de equilibrio parcial es posible formalizar la existencia de determinado grado de descalce en la economía, el que puede ser asociado directamente a lo que ocurre en el balance de una firma representativa. Asimismo, se admite la existencia de dos monedas pero se tiene sólo un nivel de prima por riesgo (en la medida en que las firmas accederán siempre a la fuente de financiamiento menos costosa; esto es, aquella que no implica la introducción del “castigo” antes mencionado). Esto resulta particularmente importante en la medida en que se quiere trabajar con estos resultados en el marco de un modelo de equilibrio general.

Luego de construir el “microfundamento” necesario, se procedió a revisar el modelo de equilibrio general planteado en Céspedes, *et al.* (2000a) para considerar la posibilidad de que no toda la deuda esté denominada en moneda extranjera. En el modelo original, la versión linealizada de la ecuación para la prima por riesgo juega un rol fundamental y determina la distinción entre una economía robusta (aquella donde una depreciación tiene los efectos convencionales) y vulnerable (aquella donde una depreciación tiene efectos contractivos). En particular, los “efectos de hoja de balance” son significativos (un aumento en el tipo de cambio real conduce a un incremento en la prima por riesgo y, con esto, a una caída en la inversión), si se tiene un ratio capital a deuda lo suficientemente bajo en el estado estacionario. Cabe señalar que esta condición depende directamente del valor de un conjunto de parámetros profundos del modelo. Por lo mismo, no existe una opción de política asociada a la distinción entre una economía robusta y vulnerable.

Por el contrario, la nueva versión linealizada de la ecuación para la prima por riesgo formaliza la manera como una economía puede mitigar los “efectos de hoja de balance” y

“escapar” a la clasificación de vulnerable afectando el grado de descalce. Así, y si nos remitimos a la forma funcional sugerida para el grado de descalce en el modelo de equilibrio parcial, se ha abierto la posibilidad de que la autoridad monetaria afecte la magnitud en la que operan los “efectos de hoja de balance” a través de las consecuencias que tiene la política cambiaria sobre las decisiones de endeudamiento de las firmas.

La exploración analítica aquí propuesta ha permitido añadir una dimensión adicional al análisis al permitir que la noción de vulnerabilidad esté en función del grado de descalce, y sentar las bases para que éste pueda ser modelado en función de las decisiones del banco central en materia cambiaria. No obstante, creemos que la definición de “vulnerable” quedaría incompleta si no se incorpora una dimensión adicional. En particular, nos referimos a la existencia de asimetrías en la respuesta del producto y los precios frente a *shocks* cambiarios de distinta magnitud.

Por lo mismo, en la última sección se analiza la evidencia empírica para determinar si los datos validan esta hipótesis. Para esto fue necesario simular las funciones de impulso respuesta construidas a partir de un VAR asimétrico. De acuerdo con los resultados obtenidos, existe evidencia a favor de la hipótesis que sugiere que los “efectos de hoja de balance” operan en función del tamaño del *shock* cambiario. En particular, depreciaciones reales de mayor magnitud tienen efectos menos expansivos sobre el producto. Asimismo, y en lo que respecta a la respuesta de los precios, es posible hablar de un coeficiente de *pass-through* que está en función del tamaño del *shock* cambiario, al punto que éste puede tener un efecto negativo sobre los precios cuando su magnitud es considerable.

# 1 Motivación

En la literatura sobre política monetaria el tema de dolarización ha sido cubierto con especial atención. La razón era la virtual ineficacia de la política monetaria en un escenario de irrestricto uso de una moneda alternativa como medio de pago<sup>2</sup>. Sin embargo, la naturaleza de la dolarización cambió mucho en estas economías y por lo tanto, también cambiaron las consecuencias sobre la política monetaria. En particular, el fenómeno evolucionó de una dolarización de transacciones a una dolarización de activos y pasivos<sup>3</sup>. En este sentido, el fenómeno de la dolarización no solo complicó la política monetaria al restringir el poder del Banco Central sino además, forzó a tener una regulación bancaria que estuviera a tono con la nueva forma de operación de un sistema bimonetario.

El tema de los descalces cambiarios y los efectos de hoja de balance han pasado a ser esenciales luego de la serie de crisis que surgieron a fines de los noventa. La literatura ha discutido con gran detalle el impacto que dichos descalces pueden tener tanto en el funcionamiento del sistema bancario como a nivel más agregado. El tema de las devaluaciones contractivas ha vuelto a ocupar los espacios de discusión. Sin embargo, un tema que ha sido sólo marginalmente analizado es cómo la propia política monetaria y cambiaria del Banco Central puede afectar las decisiones de firmas y bancos, y en ese sentido, afectar el grado de descalce cambiario de la economía.

En este documento planteamos la necesidad de tener un modelo que incluya este tipo de especificación para analizar apropiadamente la política monetaria en economías financieramente dolarizadas. Para esto, en la siguiente sección presentamos evidencia de un análisis VAR de los efectos de la política monetaria en el Perú. En la sección 3 discutimos en el contexto de un modelo de equilibrio parcial cual es el contrato de financiamiento óptimo para una economía donde las firmas pueden endeudarse en dos monedas. De esta manera modificamos el modelo de Bernanke *et al* (1998) en el que las firmas sólo pueden endeudarse en una única moneda y el grado de descalce esta exógenamente determinado. En la sección 4 presentamos el aporte esencial del

---

<sup>2</sup> Para una reciente discusión al respecto véase Berg y Borensztein (2000).

<sup>3</sup> La primera discusión al respecto se encuentra en Calvo y Vegh (1997).



documento: se plantea una revisión del modelo de equilibrio general de Céspedes, Chang y Velasco (2000a) sobre la base de los resultados obtenidos en la sección anterior. Finalmente, en la última sección discutimos evidencia empírica adicional que podría servir para justificar asimetrías en la reacción de los agentes frente a *shocks* externos en un contexto de una economías con descalces cambiarios importantes.

## **2 Analizando la política monetaria a través de Vectores Autorregresivos**

Desde su aparición en la literatura econométrica (Sims (1980)), la metodología de Vectores Autorregresivos (VAR) se ha convertido en una herramienta de uso común en el análisis empírico de la política monetaria<sup>4</sup>. Diversas modificaciones como las propuestas por Bernanke y Mihov (1995, 1997 y 1998), Leeper, Sims y Zha (1986) y Christiano, Eichenbaum y Evans (1996, 1998), han permitido que su uso en el estudio de los efectos de la política monetaria sobre distintas variables –generalmente el producto, la inflación y el tipo de cambio- se difunda en ambientes académicos y de conducción de política monetaria.

Sin embargo, estos avances no han estado exentos de problemas. De hecho, en varias ocasiones se ha encontrado que el uso de VAR trae consigo resultados que no van de la mano con las predicciones provenientes de la teoría económica. Estas aparentes contradicciones –que reciben el nombre de *puzzles* en la literatura- son una evidencia de las limitaciones de la metodología. Definitivamente, aún con la mejora que implican las descomposiciones estructurales, la metodología VAR se caracteriza por tener problemas de identificación y especificación.

A pesar de estas deficiencias, los *puzzles* han sido solucionados para el caso de economías cerradas. Así, uno de los primeros fue el encontrado por Leeper y Gordon (1992) y Christiano *et al.* (1992), al que se le dio el nombre de *liquidity puzzle*. De forma contraria a lo esperado, innovaciones positivas en los agregados monetarios ocasionaban incrementos en la tasa de interés. Para resolver esta aparente contradicción, trabajos como los de Sims (1992) y Bernanke y Blinder (1992) optan por observar directamente los

---

<sup>4</sup> Para un recuento más detallado del desarrollo de los vectores autorregresivos, ver Stock y Watson (2003) o el libro de Favero (2001).

*shocks* sobre la tasa de interés. De otro lado, Strongin (1995) y Bernanke y Mihov (1995) identifican los *shocks* de política monetaria usando como medida las reservas propias y prestadas del banco central.

Eichenbaum (1992), por su parte, observó que una política monetaria contractiva se relacionaba con incrementos en el nivel de precios. El llamado *price puzzle* es solucionado por Sims (1992) y Sims y Zha (1996) mediante la inclusión de los precios de los *commodities* en el VAR, con el fin de controlar por el componente sistemático de las reglas de política monetaria fijadas por los bancos centrales.

## **2.1 El caso peruano y el *exchange rate puzzle***

Además de los resultados contradictorios descritos hasta aquí, la inclusión del tipo de cambio en el análisis introduce nuevas complicaciones. Como encuentran Grilli y Roubini (1995), el trabajo empírico puede asociar políticas monetarias contractivas con depreciaciones del tipo de cambio nominal, un resultado que contradice la intuición económica. Este *exchange rate puzzle* aún no ha sido solucionado de manera consensual, a diferencia de los encontrados en economías cerradas.

La literatura empírica ha propuesto diferentes alternativas para lidiar con el problema. Aunque en general estas inconsistencias tienen sus raíces en una deficiente especificación del modelo econométrico o en un deficiente método para identificar las innovaciones de la política monetaria. En primer lugar Bagliano *et al.* (1999), en un trabajo hecho para Alemania, proponen introducir información exógena al VAR, proveniente de los mercados financieros. Con ello, el *puzzle* se soluciona identificando adecuadamente los *shocks* monetarios. Smets (1997), por su parte, intenta identificar los *shocks* de política monetaria a partir de un índice de condiciones monetarias. De otro lado, Jacobson *et al.* (1997) modelan los canales de transmisión a partir de un VAR con restricciones de largo plazo. Cuche (2000) y Clarida y Gertler (1997) ensayan una solución que pasa por estimar un VAR estructural que permite determinar que, para el caso suizo, la variable dominante en la política monetaria es el tipo de cambio. Mientras tanto, Kim y Roubini (1997) modelan explícitamente funciones de oferta y demanda de dinero, así como relaciones entre variables externas e internas. Finalmente, como lo notan Cushman y Zha (1997), es posible que parte del origen de los *puzzles* radique en que al analizar una economía pequeña y abierta no se hace diferencia entre dicha economía y la economía

mundial. Ese tratamiento simétrico es un claro ejemplo de los problemas de especificación que se pueden acarrear en el uso de SVAR.

En el caso peruano, el uso de VAR en el análisis de la política monetaria se dificulta aún más por la dolarización. La razón de esto radica en la medida que hay otro activo financiero que no es de directo control de la autoridad monetaria pero sirve –parcialmente- para realizar transacciones.

Como consecuencia del episodio inflacionario de la década de los ochenta, el Perú experimentó un proceso de dolarización, que se manifestó tanto en una sustitución monetaria como en una sustitución de activos. En la actualidad, aún cuando la inflación ha estado bajo control durante los últimos años -lo cual explica en buena medida la importante reducción del grado de sustitución de monedas-, se observa una fuerte persistencia en el grado de dolarización financiera de la economía, la cual no ha disminuido conjuntamente con la inflación. Prueba de ello es la evolución que los ratios de dolarización de depósitos y créditos han mostrado durante la década pasada (ver Figura 2.1).

**Figura 2.1 Ratios de dolarización del sistema bancario**



Fuente: BCRP.

Al momento de considerar una economía abierta, tradicionalmente se estudian las expansiones monetarias a partir de su efecto expansivo sobre las exportaciones netas, vía depreciaciones del tipo de cambio real. En una situación como la descrita, sin embargo, la política monetaria no se transmite exclusivamente a través de los canales típicos. En particular, el canal de las exportaciones netas puede verse compensado por otros canales que operan en sentido contrario. Así, en primer lugar un alto grado de *pass-through* tenderá a aminorar los efectos expansivos de una depreciación nominal, al reducir su impacto sobre el tipo de cambio real<sup>5</sup>. De otro lado, cabe esperar que una economía con un sector no transable cuyos pasivos están denominados en moneda extranjera, estará sujeta a los llamados “efectos de hoja de balance”. En este sentido, una depreciación real puede llegar a tener efectos contractivos en la medida en que trae consigo un incremento en el servicio de la deuda.

Estos resultados hacen aún más difícil la correcta identificación de los efectos de la política monetaria a partir de un VAR, puesto que se estima finalmente el efecto neto de todos los canales. En un contexto como el descrito, cabe esperar que la estimación de un modelo VAR convencional, lejos de clarificar la forma de operar de los *shocks* monetarios, tienda a oscurecer los vínculos entre las variables que lo conforman, lo que da lugar a nuevos *puzzles*.

## **2.2 El Perú de la última década a través de un VAR**

En esta sección se ilustran algunas de las limitaciones de la metodología. Específicamente, se muestran los resultados de un VAR identificado a *la* Cholesky estimado para la economía peruana<sup>6</sup>. Las variables consideradas en el modelo son, en orden de “exogeneidad”, DREX12 (depreciación del tipo de cambio real), DY12 (crecimiento del PBI), DCPI12 (inflación) y DM012 (crecimiento de la base monetaria)<sup>7</sup>. El instrumento de política se considera como la variable más endógena porque se asume que el Banco Central reacciona contemporáneamente ante variaciones en las otras variables del sistema.

---

<sup>5</sup> Cabe resaltar que, en la actualidad el coeficiente de transmisión de tipo de cambio a precios es relativamente bajo (ver Castro y Morón (2003)).

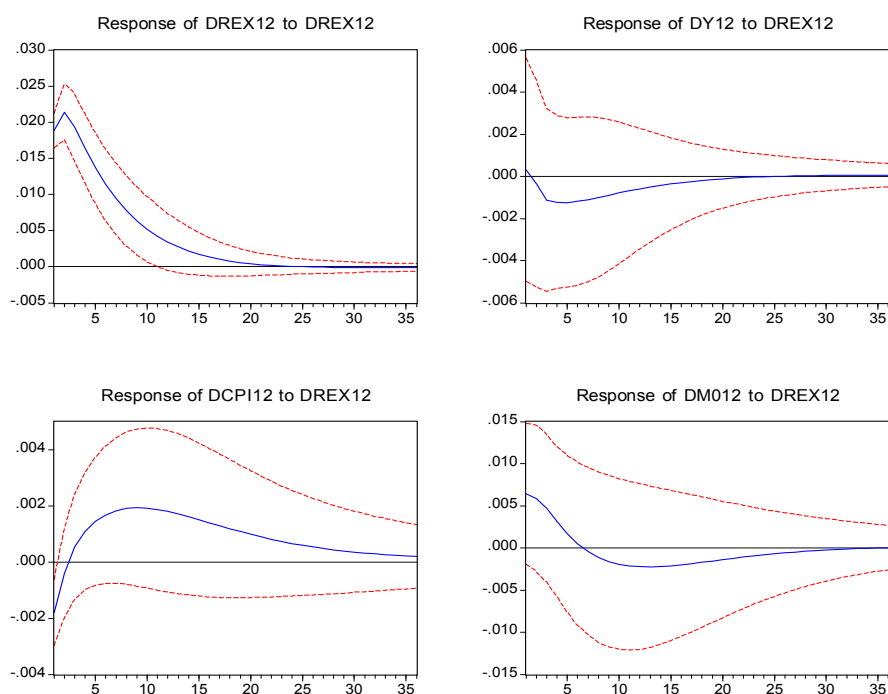
<sup>6</sup> La muestra incorpora información mensual del período comprendido entre enero de 1994 y junio de 2003.

<sup>7</sup> Todas las variaciones se toman con respecto al mismo mes del año anterior.

En las Figuras 2.2 y 2.3 se muestran las Funciones Impulso-Respuesta (FIR) de las distintas variables ante *shocks* en el tipo de cambio real y el instrumento de política monetaria. Al respecto, se observa que no es posible identificar con claridad los efectos que tiene la depreciación real sobre las demás variables endógenas. Así, en primer lugar, aún cuando el signo del impacto de esta variable sobre el producto es negativo -lo cual sería un indicio de que priman los “efectos de hoja de balance”-, no se tiene evidencia para rechazar la hipótesis de que esta FIR sea estadísticamente igual a cero. Este resultado se repite con el efecto sobre el nivel de precios de la economía: se observa que existe *pass-through* del tipo de cambio real a los precios -luego de unos primeros meses de efecto contractivo-, aunque la relación es estadísticamente nula.

**Figura 2.2**

Response to Cholesky One S.D. Innovations  $\pm 2$  S.E.

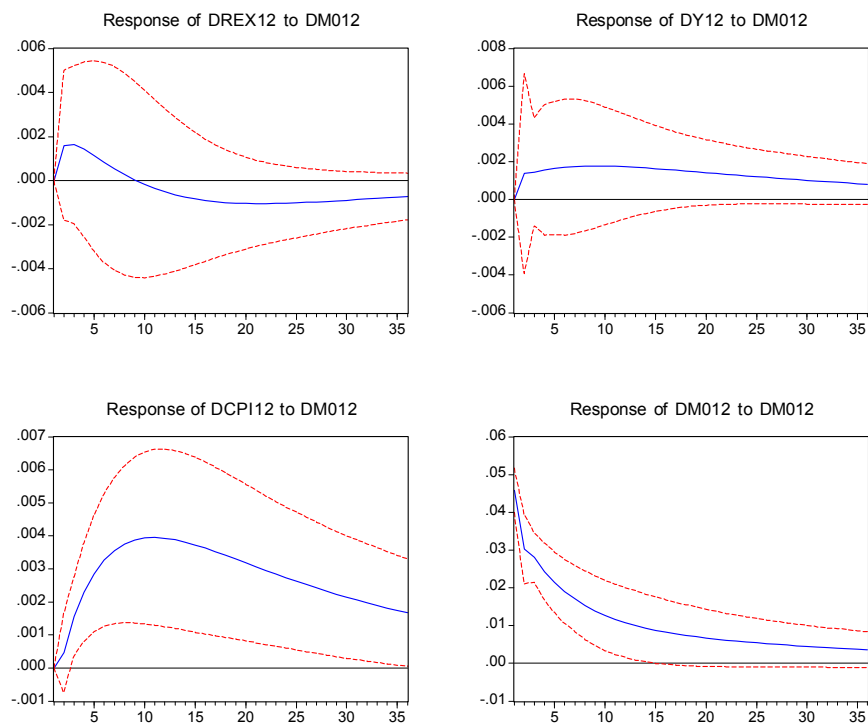


Del mismo modo, en la Figura 2.3 se nota que la única FIR estadísticamente significativa es la que indica que un incremento en la base monetaria se ve seguida de una variación positiva en el nivel de precios. Al igual que en el caso anterior, no se pueden identificar estadísticamente los efectos sobre el tipo de cambio real ni el producto.

Estos resultados, lejos de indicar que la política monetaria y los *shocks* cambiarios no tienen efecto sobre los precios o el nivel de actividad, son más bien evidencia de las limitaciones asociadas con un VAR estándar. Al no poderse relacionar directamente con un modelo teórico que contemple otro tipo de relaciones, un VAR no logrará identificar adecuadamente los distintos canales de transmisión en la economía, y, por el contrario, tenderá a mostrar los efectos netos de las variables.

**Figura 2.3**

Response to Cholesky One S.D. Innovations  $\pm 2$  S.E.



Es así que surge la necesidad de utilizar instrumentos más adecuados que analicen la economía bajo una óptica más integral. Al respecto, creemos que un aspecto clave del análisis, difícilmente capturable a través de las formas reducidas propuestas en un VAR, es la posibilidad de formalizar los comportamientos que están detrás de los signos y magnitudes de los coeficientes estimados. Sin una herramienta como esta, difícilmente podremos racionalizar sus causas y hacer recomendaciones de política basadas en consideraciones de optimalidad. En este sentido, y si lo que se pretende es hacer recomendaciones de política, un aspecto gravitante del análisis aún no contemplado en la

literatura, es la posibilidad de endogenizar las respuestas de los agentes frente a las acciones del Banco Central en materia cambiaria. En particular, y tal como se mencionó anteriormente, resulta indispensable revisar la optimalidad de una regla de política que busca mitigar las fluctuaciones del tipo de cambio, en un contexto donde el grado de dolarización sea el resultado del comportamiento optimizador de los agentes involucrados en respuesta a dichas fluctuaciones.

### 3 En un modelo de equilibrio parcial

#### 3.1 Lo que ya se ha hecho en el campo analítico

Los intentos por modelar de manera explícita la respuesta del producto frente a *shocks* cambiarios en un entorno de dolarización de pasivos, se sustentan en la inclusión de lo que la literatura ha denominado el “acelerador financiero”<sup>8</sup>. Este mecanismo, que se basa en la existencia de asimetrías de información en el mercado de préstamos, vincula los términos del crédito a la situación de la hoja de balance de los prestatarios, magnificando el efecto de *shocks* sobre las decisiones de inversión y, por tanto, sobre las fluctuaciones del producto.

Al respecto, en Bernanke, *et al.* (1998) se presenta de manera detallada cómo a partir de un modelo de equilibrio parcial con asimetrías de información, el contrato óptimo -aquel que resuelve el problema de *costly state verification* (CSV)<sup>9</sup> - tiene asociado la existencia de una relación positiva entre el costo del fondeo externo y el ratio de apalancamiento de las firmas (deuda sobre patrimonio).

Antes de extender el análisis a una economía abierta y considerar la existencia de deuda denominada en moneda extranjera, es importante tomar en cuenta que la inclusión del mecanismo antes descrito es suficiente para amplificar el efecto de *shocks* sobre las fluctuaciones del producto. En particular, y si definimos el patrimonio de las firmas como la diferencia entre el valor realizado del retorno sobre el capital menos el valor realizado de los costos de financiamiento, podemos reconocer dos canales a través de los cuales puede operar el “acelerador financiero”. El primero, enfatizado en Bernanke, *et al.* (1998),

---

<sup>8</sup> Véase Bernanke y Gertler (1989) y Kiyotaki y Moore (1997).

<sup>9</sup> Véase Townsend (1979).

opera a través de movimientos no anticipados en el precio de los activos. En particular, y en la medida en que el precio realizado del capital afecta su retorno<sup>10</sup>, una menor demanda por bienes de inversión reduce el retorno sobre el capital, lo cual, a su vez, afecta negativamente al patrimonio de las firmas. Una reducción en el patrimonio, dado un requerimiento de deuda, conduce a un mayor costo en el fondeo externo (por lo expuesto en el párrafo anterior) lo que termina reduciendo aún más la demanda por inversión y el precio del capital. En definitiva, es esta suerte de efecto multiplicador lo que explica la existencia de una mayor amplitud en las fluctuaciones del nivel agregado de actividad.

El segundo canal ya ha sido invocado de modo indirecto en la explicación anterior y se refiere a movimientos en el costo del crédito. Sin duda, un mayor costo asociado al fondeo externo también reduce el patrimonio de las firmas activando el mecanismo antes descrito. Al respecto, es a través de movimientos no anticipados en este componente que la dolarización de pasivos cobra un rol relevante como catalizador del “acelerador financiero”. Así, por ejemplo, un incremento no anticipado en el tipo de cambio terminaría elevando el servicio de deuda y, con esto, el costo de financiamiento.

Tomando en cuenta lo anterior, es posible afirmar que los efectos de hoja de balance son una de las formas en las que puede manifestarse el “acelerador financiero”, en particular, cuando éste es activado por un incremento en el costo realizado del financiamiento ante un aumento no anticipado en el tipo de cambio.

Consideramos que esta breve discusión es relevante en la medida en que los mecanismos de transmisión privilegiados en la literatura no son siempre los mismos y esto puede traer consecuencias importantes al momento de evaluar distintas opciones de política respecto al tipo de cambio. En particular, y si consideramos los dos trabajos más importantes en lo que respecta a la inclusión del “acelerador financiero” como canal amplificador de los efectos de hoja de balance, notaremos que, si bien la conclusión a la que llegan los autores es la misma, los canales privilegiados no son los mismos.

En el análisis propuesto por Céspedes, *et al.* (2000a y 2000b) es el segundo canal el que juega un rol primordial. De hecho, incrementos en el tipo de cambio tienen un efecto

---

<sup>10</sup> Si definimos el retorno sobre el capital como el valor realizado de su productividad marginal más el precio de reventa de los activos por la proporción del capital no depreciado.



negativo sobre el patrimonio de las firmas a través de un mayor servicio de deuda. No obstante, y en la medida en que estos autores asumen que el capital se deprecia totalmente cada período, no existe el canal asociado al precio de los activos. Esto contribuye a mitigar los efectos del tipo de cambio sobre el patrimonio de las firmas y a que éstos sean más que compensados por la mayor demanda de exportación (el típico efecto de sustitución entre bienes domésticos y extranjeros asociado a incrementos en el tipo de cambio real). Por lo mismo, bajo este contexto, un régimen de tipo de cambio flexible termina siendo superior.

En Gertler, *et al.* (2001), sin embargo, es el canal de precios de activos el que juega un rol primordial. Si bien un aumento en el tipo de cambio tiene un efecto negativo directo sobre el patrimonio de las firmas (tal como en Céspedes, *et al.*), es la presencia del primer canal lo que garantiza la superioridad de un régimen de tipo de cambio flexible. En particular, el aumento en la tasa de interés requerido para estabilizar el precio del dólar bajo un régimen de tipo de cambio fijo, si bien amortigua el efecto de un mayor servicio de deuda, tiene un efecto negativo sobre la demanda por capital y, por lo mismo, sobre el precio de los activos. En definitiva, en el esquema propuesto en Gertler, *et al.*, el impacto del tipo de cambio sobre la hoja de balance de las firmas es menos contractivo que la caída en el precio de activos originada por la mayor tasa de interés requerida bajo un esquema de tipo de cambio fijo.

Si bien los canales privilegiados en los trabajos considerados líneas arriba son distintos, en ambos casos la presencia de un “acelerador financiero” se sustenta en: (i) la existencia de una brecha entre el costo del fondeo externo (externo con respecto a la firma) y el costo de oportunidad de los recursos generados internamente por las empresas; y (ii) la posibilidad de endogenizar dicha brecha en función del nivel de apalancamiento de las firmas.

Tal como se indicó líneas arriba, un análisis formal del punto (ii) pasa por analizar las implicancias del contrato óptimo bajo el contexto de un problema de CSV. Al respecto, consideramos que la ampliación de los modelos antes expuestos para considerar la posibilidad de que la deuda de las firmas esté denominada tanto en moneda nacional como extranjera requiere una revisión de este contrato óptimo. De hecho, en los dos

trabajos mencionados se evalúa la existencia de crédito en sólo una de las dos monedas y no se endogeniza este resultado.

Al respecto, cabe recordar que la principal línea de avance propuesta en esta investigación consiste en endogenizar las decisiones de endeudamiento de las firmas de modo que éstas estén en función de las acciones de política de la autoridad monetaria. Por lo mismo, resulta indispensable considerar más de un tipo de deuda y lograr que, *ex ante*, la firma no sea indiferente ante ellas.

De hecho, y si en un modelo de equilibrio general imponemos directamente la existencia de deuda denominada en soles y dólares, la condición de paridad de tasas de interés (proveniente de las ecuaciones de Euler asociadas a la maximización intertemporal de las familias) garantiza que, *ex ante*, el costo marginal del financiamiento sea el mismo en las dos monedas. Obviamente, esto conllevará a que cualquier combinación de deuda sea óptima y que no exista una solución única a las decisiones de endeudamiento de las firmas. Una manera de evitar esto es logrando la presencia de segundos momentos en las condiciones de primer orden asociadas a la maximización de beneficios de las firmas<sup>11</sup> (maximizando, por ejemplo, la esperanza del logaritmo de los beneficios). Para esto, es posible invocar el modelo desarrollado en Ize y Parrado (2002), donde se demuestra cómo la combinación óptima de deuda está en función de los segundos momentos de la distribución conjunta del nivel de precios y el tipo de cambio. No obstante, y en la medida en que nuestra motivación inicial se sustenta en utilizar el “acelerador financiero” como canal de propagación de los efectos de hoja de balance, preferimos no alejarnos de especificaciones de equilibrio general que ya contemplen la presencia de este mecanismo (como las utilizadas en Céspedes, *et al.* (2000a y 2000b) o Gertler, *et al.* (2001)).

En este sentido, hemos preferido proponer una extensión a la literatura existente trabajando sobre la base de: (i) un modelo de equilibrio parcial que permita formalizar la relación existente entre el grado de descalce en el balance de una economía y el riesgo cambiario; (ii) una revisión del contrato óptimo propuesto en Bernanke, *et al.* (1998) incluyendo la posibilidad de que la firma se endeude en dos monedas. Con esto, será posible incluir más de una moneda en el balance de firma representativa en un modelo de equilibrio general como el presentado en Céspedes, *et al.* (2000a y 2000b) y evaluar el

---

<sup>11</sup> En un modelo donde los empresarios se definen como adversos al riesgo.

impacto de este descalce sobre la manera como el producto responde frente a innovaciones cambiarias.

### **3.2 El costo de discriminar y el grado de descalce**

Con miras a justificar la existencia de deuda denominada tanto en moneda nacional como extranjera en el balance de las firmas, consideremos el siguiente modelo de equilibrio parcial. El diseño de este modelo garantiza que sus resultados, conjuntamente con las nociones desarrolladas en el siguiente acápite, provean la justificación necesaria para que la firma representativa de un modelo de equilibrio general tenga un balance cuyo grado de descalce pueda ser modelado en función de las acciones de la autoridad monetaria en materia cambiaria.

Supongamos la existencia de un continuo de firmas, todas ellas con acceso a la misma tecnología y productoras de un único bien homogéneo cuyo precio se determina en un mercado competitivo y viene dado por  $P_t$  (expresado en moneda nacional). Si bien todas las firmas ofrecen el mismo bien y reciben  $P_t$  por cada unidad vendida, la información respecto a cuál es la denominación de sus ingresos no es igualmente accesible. Denotemos esta característica como  $\phi_i \in [0,1]$  y adelantemos la noción de que, dependiendo de esta característica, no todas las firmas serán correctamente identificadas como “generadoras de soles”. Lo anterior implica que, antes de resolver el problema de CSV, el intermediario deberá discriminar entre firmas de acuerdo a la moneda en que son generados sus ingresos.

Este proceso de selección tiene asociado un costo, el cual definiremos como una función directa de la característica  $\phi_i$ . Esto implica que el proceso de discriminación tiene asociado un costo de monitoreo, el cual suponemos distinto para cada firma. El intermediario financiero incurrirá en un menor costo de monitoreo en la medida en que la información sobre la moneda en que son generados los ingresos de la firma le pueda ser transmitida con mayor facilidad (un menor valor para  $\phi_i$ ).

Por otro lado, no es difícil suponer que el costo asociado a la existencia de un descalce entre la denominación de la deuda y la denominación de los ingresos de la firma depende

directamente del riesgo cambiario. En particular, y en la medida en que el intermediario decida no incurrir en el esfuerzo de discriminación y le otorgue un préstamo en moneda extranjera a la  $i$ -ésima firma, el costo esperado dependerá directamente de la volatilidad del tipo de cambio en la medida en que esta mayor volatilidad incrementa la probabilidad de *default*. Obviamente, dicho costo dependerá también del grado de descalce.

Con estas nociones en mente, podemos caracterizar la función de costos (CT) que enfrenta el intermediario el momento de decidir hasta qué punto incurrir en el esfuerzo de discriminación.

$$CT = \frac{1}{2} \phi_i^2 + (1 - \phi_i) \{1 + \exp[-\gamma(\sigma_e - \bar{\sigma})]\}^{-1} \quad (1.)$$

El primer término corresponde al costo de monitoreo que depende directamente de la característica  $\phi_i$ . El segundo término, por su parte, recoge el costo asociado a la existencia de un descalce entre la denominación de la deuda y los ingresos de una proporción  $(1 - \phi_i)$  de las firmas, el cual, como dijimos, estará en función de la volatilidad del tipo de cambio ( $\sigma_e$ ). Si el intermediario decide monitorear a la  $i$ -ésima firma y clasificarla como “generadora de soles” incurrirá en un mayor costo de monitoreo, sin embargo, y en la medida en que el grado de descalce se reducirá, también logrará reducir el costo asociado al riesgo cambiario (recogido en el segundo término de la ecuación (1.)).

De lo anterior se desprende que el intermediario financiero incurrirá en el esfuerzo de discriminación hasta el punto en que sea mínimo el costo total (CT). Formalmente, hasta que el costo marginal de discriminar sea igual a su beneficio marginal. Es así que la solución al problema de optimización descrito nos indicará la proporción de firmas que serán discriminadas y clasificadas como “generadoras de soles” ( $\phi_i^*$ ) así como el grado de descalce  $(1 - \phi_i^*)$ , en la medida en que todas las firmas con una característica  $\phi_i > \phi_i^*$  no serán discriminadas y accederán a un préstamo en moneda extranjera. Dada la función de costos propuesta, la solución para  $\phi_i^*$  viene dada por:

$$\phi_i^* = \{1 + \exp[-\gamma(\sigma_e - \bar{\sigma})]\}^{-1} \quad (2.)$$

Ahora bien, y para compatibilizar el proceso que determina la moneda en la que es generada la deuda con la existencia de una prima por riesgo, es necesario revisar la estructura del contrato óptimo propuesto en Bernanke, *et al.* (1998) incluyendo la posibilidad de que la firma se endeude en dos monedas.

### 3.3 El contrato óptimo y la demanda por capital: el caso de dos monedas

En lo que resta de esta sección nos ceñiremos a la notación empleada en Bernanke, *et al.* (1998) con la intención de revisar las implicancias asociadas al contrato óptimo cuando éste contempla la indexación de la deuda a una moneda distinta a aquella en la que se realizan los retornos del prestatario. Al igual que en el modelo original, este análisis de equilibrio parcial pretende investigar las consecuencias que tiene la existencia de asimetrías de información sobre la forma funcional que gobierna el costo del fondeo externo de las firmas.

Los agentes involucrados en este análisis son: (i) una firma (que debe evaluar en qué moneda será denominada la deuda que cubrirá sus requerimientos de inversión); y, (ii) un intermediario financiero (quien debe pagar un costo de monitoreo para observar el retorno realizado sobre el proyecto de inversión de la firma, y deberá balancear este retorno esperado con el costo de oportunidad de los fondos provistos). En el contexto del modelo presentado en el acápite anterior, suponemos que una vez que la  $i$ -ésima firma fue discriminada y clasificada como “generadora de soles” (si es que  $\phi_i \leq \phi_i^*$ ) o no fue discriminada y se le asignó, por defecto, la característica de “generadora de dólares” (si es que  $\phi_i > \phi_i^*$ ), el intermediario financiero debe decidir qué prima por riesgo asignarle dependiendo del resultado de esta clasificación.

Al final de cada período ( $t$ ), la firma ( $i$ ) evalúa la adquisición de una unidad de capital para ser usada en el período  $t+1$ . La cantidad de capital adquirida viene dada por  $K_{t+1}^i$  y el precio pagado por cada unidad es  $Q_t$ . El retorno *ex post* sobre el capital de la  $i$ -ésima firma viene dado por  $\varpi^i R_{t+1}^k$ , donde  $\varpi^i$  ( $\varpi^i \geq 0$ ) define un *shock* idiosincrático de esperanza igual a 1, y  $R_{t+1}^k$  es el retorno promedio realizado.

Las fuentes de financiamiento de la demanda por inversión son el patrimonio de la firma ( $N_{t+1}^i$ ) y la deuda que decida contraer, la que puede estar denominada tanto en moneda nacional ( $B_{t+1}^i$ ) como extranjera ( $B_{t+1}^{i*}$ ). Al momento de evaluar en qué moneda endeudarse (al final del período  $t$ ), el patrimonio disponible ( $N_{t+1}^i$ ) viene determinado por el valor realizado del retorno sobre el capital menos los costos de financiamiento ocurridos en  $t$ . De esta forma, y dependiendo de la moneda en la que decida contraer la deuda, esta vendría dada por:

$$B_{t+1}^i = S_t B_{t+1}^{i*} = Q_t K_{t+1}^i - N_{t+1}^i \quad (3.)$$

donde  $S_t$  denota al tipo de cambio nominal. El intermediario financiero obtiene los fondos de las familias y enfrenta un costo de oportunidad entre  $t$  y  $t+1$  igual a las tasas libres de riesgo  $R_{t+1}$  y  $R_{t+1}^*$  en moneda nacional y extranjera, respectivamente<sup>12</sup>. La condición de paridad de tasas de interés, por su parte, garantiza que  $R_{t+1} = R_{t+1}^* E_t(S_{t+1}/S_t)$ .

De acuerdo con el típico planteamiento de un problema de CSV, el prestamista debe pagar un costo de monitoreo si desea observar el retorno realizado sobre el capital de la firma. Se asume que dicho costo es una proporción ( $\mu$ ) del retorno realizado:

$\mu \omega^i R_{t+1}^i Q_t K_{t+1}^i$ <sup>13</sup>. En lo que sigue, y para simplificar la notación, suprimiremos los subíndices de tiempo y el superíndice  $i$  y, por el momento, desarrollaremos el problema para el caso en que una firma clasificada como “generadora de soles” decide endeudarse en moneda nacional. Una vez que se presente de modo explícito el problema de maximización a resolver, el análisis será directamente extendido al caso de moneda extranjera.

<sup>12</sup> Tal como se reconoce en Bernanke, *et al.*, las tasas libres de riesgo representan el costo de oportunidad relevante debido a que, en equilibrio, el intermediario financiero tiene un portafolio seguro (es capaz de diversificar el riesgo idiosincrático).

<sup>13</sup> El lector notará que este costo de monitoreo es distinto al introducido en el acápite anterior. En particular, este costo viene dado por una misma proporción del retorno realizado, mientras que aquel asociado al esfuerzo de discriminar depende positivamente de la característica  $\phi_i$ .

Así, y dados  $Q$ ,  $K$ ,  $R^k$  y  $B$ , el contrato óptimo especifica un valor umbral para el *shock* idiosincrático ( $\bar{\omega}$ ) tal que si  $\omega \geq \bar{\omega}$  la firma paga al prestamista el monto  $\bar{\omega}R^kQK$  y retiene la diferencia  $(\omega - \bar{\omega})R^kQK$ . Por otro lado, y si  $\omega < \bar{\omega}$ , la firma recibe nada mientras que el prestamista inicia el proceso de monitoreo y recibe  $(1 - \mu)\bar{\omega}R^kQK$ , neto de costos de monitoreo. Debido a que el costo de oportunidad relevante para el intermediario financiero es la tasa libre de riesgo ( $R$ ), en equilibrio, el prestamista debe percibir un retorno esperado igual a esta tasa; formalmente:

$$\{\bar{\omega} \Pr(\omega \geq \bar{\omega}) + (1 - \mu)E(\omega | \omega < \bar{\omega}) \Pr(\omega < \bar{\omega})\}R^kQK = R(QK - N) \quad (4.)$$

Si expresamos las funciones de densidad acumulada y de probabilidad de  $\omega$  como  $F(x) = \Pr(\omega < x)$  y  $f(\omega)$ , respectivamente, podemos (de acuerdo con lo indicado en (4.)) definir la proporción de retorno esperado que corresponde al prestamista en función del valor umbral  $\Gamma(\bar{\omega})$  de la siguiente manera:

$$\Gamma(\bar{\omega}) \equiv \int_0^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega + \bar{\omega} \int_{\bar{\omega}}^{\infty} f(\omega) d\omega \quad (5.)$$

De modo similar, es posible definir el costo de monitoreo esperado de la forma:

$$\mu G(\bar{\omega}) \equiv \mu \int_0^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega \quad (6.)$$

Con lo que la proporción neta de las ganancias que recibe el prestamista vendría dada por:  $\Gamma(\bar{\omega}) - \mu G(\bar{\omega})$ <sup>14</sup>. La proporción que corresponde a la firma, por su parte, está definida como el retorno esperado menos el pago al intermediario, para valores del *shock* por encima del valor umbral:

<sup>14</sup> Esta expresión resume de manera compacta el término entre corchetes en (4.).

$$\begin{aligned}
\int_{\bar{\omega}}^{\infty} \omega f(\omega) d\omega - \bar{\omega} \int_{\bar{\omega}}^{\infty} f(\omega) d\omega &= \int_0^{\infty} \omega f(\omega) d\omega - \int_0^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega - \bar{\omega} \int_{\bar{\omega}}^{\infty} f(\omega) d\omega \\
&= 1 - \left[ \int_0^{\bar{\omega}} \omega f(\omega) d\omega + \bar{\omega} \int_{\bar{\omega}}^{\infty} f(\omega) d\omega \right] = 1 - \Gamma(\bar{\omega})
\end{aligned} \tag{7.}$$

Con estas definiciones en mente, es posible plantear directamente el problema de optimización asociado al contrato:

$$\max_{K, \bar{\omega}} [1 - \Gamma(\bar{\omega})] R^k QK; \quad \text{s.a.} \quad [\Gamma(\bar{\omega}) - \mu G(\bar{\omega})] R^k QK = R(QK - N) \tag{8.}$$

Tal como en Bernanke, *et al.* (1998), es conveniente reformular el problema para incorporar de manera explícita la prima por riesgo (o prima sobre el fondeo externo) así como el ratio capital a patrimonio. De esta modo, y si definimos  $s = \frac{R^k}{R}$  y  $k = \frac{QK}{N}$ , es posible re-expresar (8.) de la forma:

$$\max_{k, \bar{\omega}} [1 - \Gamma(\bar{\omega})] sk; \quad \text{s.a.} \quad [\Gamma(\bar{\omega}) - \mu G(\bar{\omega})] sk = (k - 1) \tag{9.}$$

Ahora bien, la introducción de una segunda moneda implica que si la denominación de la deuda es distinta de aquella en la que están expresados los ingresos de la firma, el retorno del capital relevante para este contrato está sujeto no sólo a un riesgo idiosincrático sino también a un riesgo agregado, en particular, a un riesgo cambiario.

Al respecto, vale la pena mencionar que en Bernanke, *et al.* (1998) también se hace referencia a la posibilidad de que existan *shocks* agregados que afecten al retorno realizado del capital, no obstante, su tratamiento es genérico y la intención principal es demostrar que, luego de su introducción, la prima por riesgo mantiene una relación positiva con el ratio de apalancamiento. En este caso, la existencia de incertidumbre acerca de la futura evolución del nivel del tipo de cambio está incorporada al momento de expresar el retorno de la firma en la moneda en que es generada la deuda, lo que, si consideramos la condición de paridad de tasas de interés, implicaría que la estructura del contrato óptimo y del problema de optimización asociado sean idénticos para cualquier



denominación de la deuda. Por lo mismo, supondremos que si una firma solicita un préstamo en una moneda distinta a aquella en la que están expresados sus ingresos, el intermediario financiero no sólo se preocupará por el nivel del retorno expresado en la moneda en que es generada la deuda, sino también por su variabilidad. Al respecto, y si bien el planteamiento general del problema es parecido en términos de notación a aquel sugerido en Bernanke, *et al.*, es necesario tomar en cuenta que la naturaleza del coeficiente que resume este riesgo es distinta. Empecemos, no obstante, considerándolo de modo genérico con el fin de explorar las consecuencias de su inclusión en la función que vincula el nivel de endeudamiento con la prima por riesgo.

Supongamos para esto que si existe un descalce entre la denominación de la deuda y los ingresos de la firma, se plantea la solución a un contrato distinto donde el retorno sobre el capital relevante viene dado por  $\tau R^k$  (en vez de  $R^k$ ), donde  $\tau$  resume el riesgo cambiario al que hicimos referencia en el párrafo anterior ( $0 < \tau < 1$ ). Con esto en mente, y si trabajamos con una firma clasificada como “generadora de soles” y deuda denominada en moneda extranjera, la condición de igualdad entre los retornos esperados vendría dada por:

$$\{\bar{\omega} \Pr(\omega \geq \bar{\omega}) + (1 - \mu)E(\omega | \omega < \bar{\omega}) \Pr(\omega < \bar{\omega})\} [E_t(S_{t+1}/S_t)]^{-1} \tau R^k (Q/S_t) K = (R^*/S_t)(QK - N) \quad (10.)$$

El problema de optimización asociado al contrato óptimo, por su parte, sería:

$$\begin{aligned} \max_{K, \bar{\omega}} [1 - \Gamma(\bar{\omega})] \tau R^k [E_t(S_{t+1}/S_t)]^{-1} \frac{Q}{S_t} K; \\ \text{s.a. } [\Gamma(\bar{\omega}) - \mu G(\bar{\omega})] \tau R^k [E_t(S_{t+1}/S_t)]^{-1} \frac{Q}{S_t} K = \frac{R^*}{S_t} (QK - N) \end{aligned} \quad (11.)$$

Al igual que el caso de deuda denominada en moneda nacional, re-expresemos el problema tomando en cuenta las definiciones  $s = \frac{R^k}{R}$  y  $k = \frac{QK}{N}$ , así como la condición de paridad de tasas de interés  $R = R^* E_t(S_{t+1}/S_t)$ . Para esto basta con dividir entre  $R^*$  y  $N/S_t$  para obtener:

$$\begin{aligned} & \max_{k, \bar{w}} [1 - \Gamma(\bar{w})] \tau s k ; \\ & \text{s.a. } [\Gamma(\bar{w}) - \mu G(\bar{w})] \tau s k = (k - 1) \end{aligned} \quad (12.)$$

La única diferencia entre (9.) y (12.) es la presencia del coeficiente  $\tau$ . Antes de ahondar en su especificación, revisemos las implicancias de su inclusión en la estructura del contrato óptimo. Si definimos al multiplicador de Lagrange asociado a la restricción de igualdad de retornos esperados como  $\lambda$  y  $\Psi(\bar{w}) \equiv 1 - \Gamma(\bar{w}) + \lambda(\Gamma(\bar{w}) - \mu G(\bar{w}))$ , las condiciones de primer orden (CPO) asociadas al contrato denominado en moneda nacional y extranjera serían:

Moneda nacional

$$\begin{aligned} (1a) \quad \bar{w}: & \Gamma'(\bar{w}) - \lambda[\Gamma'(\bar{w}) - \mu G'(\bar{w})] = 0 \\ (1b) \quad k: & \Psi(\bar{w})s - \lambda = 0 \\ (1c) \quad \lambda: & [\Gamma(\bar{w}) - \mu G(\bar{w})]s k - (k - 1) = 0 \end{aligned}$$

Moneda extranjera

$$\begin{aligned} (2a) \quad \bar{w}: & \Gamma'(\bar{w}) - \lambda[\Gamma'(\bar{w}) - \mu G'(\bar{w})] = 0 \\ (2b) \quad k: & \Psi(\bar{w})\tau s - \lambda = 0 \\ (2c) \quad \lambda: & [\Gamma(\bar{w}) - \mu G(\bar{w})] \tau s k - (k - 1) = 0 \end{aligned}$$

Al igual que en Bernanke, *et al.* (1998), suponemos la existencia de una solución interior tal que  $0 < \bar{w} < \bar{w}^*$ <sup>15</sup>.

Así, las CPO (1a) y (2a) implican que es posible expresar el multiplicador de Lagrange en función de  $\bar{w}$ :

$$\lambda(\bar{w}) = \frac{\Gamma'(\bar{w})}{\Gamma'(\bar{w}) - \mu G'(\bar{w})} \quad (13.)$$

por lo que<sup>16</sup>:

<sup>15</sup> Los autores asumen ciertas condiciones de regularidad (satisfechas por la mayoría de distribuciones) que garantizan que el retorno esperado alcance un valor máximo para un único valor  $\bar{w}^*$  y que para valores de  $\bar{w}$  por debajo de este máximo, la función sea creciente y cóncava. Si el costo de oportunidad del prestamista es tan alto que no existe un valor de  $\bar{w}$  que genere el retorno esperado necesario, el prestatario es "racionado" del mercado. Por lo mismo, y si asumimos un equilibrio sin racionamiento, debe cumplirse que  $\bar{w} \leq \bar{w}^*$ .

<sup>16</sup> En Bernanke, *et al.* (1998), los autores demuestran que, bajo las condiciones de regularidad a las que se refiere la nota anterior, se verifica que  $\Gamma'(\bar{w}) - \mu G'(\bar{w}) > 0$  para  $\bar{w} < \bar{w}^*$  y  $\Gamma'(\bar{w})G''(\bar{w}) - \Gamma''(\bar{w})G'(\bar{w}) > 0$  para todo  $\bar{w}$ . Por lo mismo la desigualdad planteada en (14.) se verifica bajo el supuesto de una solución interior ( $0 < \bar{w} < \bar{w}^*$ ).

$$\lambda'(\bar{w}) = \frac{\mu[\Gamma'(\bar{w})G''(\bar{w}) - \Gamma''(\bar{w})G'(\bar{w})]}{[\Gamma'(\bar{w}) - \mu G'(\bar{w})]^2} > 0 \quad \text{para } \bar{w} \in ]0, \bar{w}^*[ \quad (14.)$$

Ahora bien, las CPO (1c) y (2c) definen una función implícita para el valor umbral:  $\bar{w}_1 = \bar{w}(s, k)$  y  $\bar{w}_2 = \bar{w}(\tau, s, k)$  en moneda nacional y extranjera, respectivamente. Si tomamos las derivadas parciales con respecto a la prima por riesgo y al ratio capital a patrimonio, tenemos:

Moneda nacional

$$(1d) \quad \frac{\partial \bar{w}_1}{\partial s} = \frac{-[\Gamma(\bar{w}_1) - \mu G(\bar{w}_1)]}{(\Gamma'(\bar{w}_1) - \mu G'(\bar{w}_1))s} < 0$$

$$(1e) \quad \frac{\partial \bar{w}_1}{\partial k} = \frac{1}{(\Gamma'(\bar{w}_1) - \mu G'(\bar{w}_1))sk^2} > 0$$

Moneda extranjera

$$(2d) \quad \frac{\partial \bar{w}_2}{\partial s} = \frac{-[\Gamma(\bar{w}_2) - \mu G(\bar{w}_2)]}{(\Gamma'(\bar{w}_2) - \mu G'(\bar{w}_2))s} < 0$$

$$(2e) \quad \frac{\partial \bar{w}_2}{\partial k} = \frac{1}{(\Gamma'(\bar{w}_2) - \mu G'(\bar{w}_2))\tau sk^2} > 0$$

Donde los signos de las expresiones presentadas en (1d), (1e), (2d) y (2e) se desprenden directamente del hecho de que  $\Gamma(\bar{w}) > \mu G(\bar{w})$  y de los resultados presentados en la nota número 15.

Con el fin de analizar la relación existente entre el ratio capital a patrimonio y la prima por riesgo, utilicemos el diferencial total de las CPO asociadas a k:

Moneda nacional

$$\Psi(\bar{w}_1)ds + s\Psi'(\bar{w}_1)\left[\frac{\partial \bar{w}_1}{\partial s} ds + \frac{\partial \bar{w}_1}{\partial k} dk\right] - \lambda'(\bar{w}_1)\left[\frac{\partial \bar{w}_1}{\partial s} ds + \frac{\partial \bar{w}_1}{\partial k} dk\right] = 0$$

$$\Rightarrow (1f) \quad \left[\frac{dk}{ds}\right]^1 = \frac{\Psi(\bar{w}_1) + \frac{\partial \bar{w}_1}{\partial s} [s\Psi'(\bar{w}_1) - \lambda'(\bar{w}_1)]}{\frac{\partial \bar{w}_1}{\partial k} [\lambda'(\bar{w}_1) - s\Psi'(\bar{w}_1)]}$$

## Moneda extranjera

$$\tau\Psi(\bar{\omega}_2)ds + \tau s\Psi'(\bar{\omega}_2)\left[\frac{\partial\bar{\omega}_2}{\partial s}ds + \frac{\partial\bar{\omega}_2}{\partial k}dk\right] - \lambda'(\bar{\omega}_2)\left[\frac{\partial\bar{\omega}_2}{\partial s}ds + \frac{\partial\bar{\omega}_2}{\partial k}dk\right] = 0$$

$$\Rightarrow (2f) \left[\frac{dk}{ds}\right]^2 = \frac{\tau\Psi(\bar{\omega}_2) + \frac{\partial\bar{\omega}_2}{\partial s}[\tau s\Psi'(\bar{\omega}_2) - \lambda'(\bar{\omega}_2)]}{\frac{\partial\bar{\omega}_2}{\partial k}[\lambda'(\bar{\omega}_2) - \tau s\Psi'(\bar{\omega}_2)]}$$

Ahora bien, y si resolvemos la derivada de  $\Psi(\bar{\omega})$ , tenemos que:

$$\begin{aligned}\Psi'(\bar{\omega}) &= -\Gamma'(\bar{\omega}) + \lambda(\bar{\omega})(\Gamma'(\bar{\omega}) - \mu G'(\bar{\omega})) + \lambda'(\bar{\omega})(\Gamma(\bar{\omega}) - \mu G(\bar{\omega})) \\ &= \lambda'(\bar{\omega})(\Gamma(\bar{\omega}) - \mu G(\bar{\omega}))\end{aligned}\quad (15.)$$

dado el resultado asociado a la primera CPO. Usando lo expresado en (15.) y la CPO para  $\lambda$  tenemos (para el caso de moneda nacional):

$$\lambda'(\bar{\omega}_1) - s\Psi'(\bar{\omega}_1) = \lambda'(\bar{\omega}_1)[1 - s(\Gamma(\bar{\omega}_1) - \mu G(\bar{\omega}_1))] = \lambda'(\bar{\omega}_1)k^{-1}\quad (16.)$$

mientras que para el caso de moneda extranjera también se cumple que:

$$\lambda'(\bar{\omega}_2) - \tau s\Psi'(\bar{\omega}_2) = \lambda'(\bar{\omega}_2)[1 - \tau s(\Gamma(\bar{\omega}_2) - \mu G(\bar{\omega}_2))] = \lambda'(\bar{\omega}_2)k^{-1}\quad (17.)$$

Usando las relaciones planteadas en (16.) y (17.), es posible simplificar el impacto de la prima por riesgo sobre el ratio capital a patrimonio -(1f) y (2f)- para obtener:

### Moneda nacional

$$(1g) \left[\frac{dk}{ds}\right]^1 = \frac{\Psi(\bar{\omega}_1)k - \lambda'(\bar{\omega}_1)\frac{\partial\bar{\omega}_1}{\partial s}}{\lambda'(\bar{\omega}_1)\frac{\partial\bar{\omega}_1}{\partial k}} > 0$$

### Moneda extranjera

$$(2g) \left[\frac{dk}{ds}\right]^2 = \frac{\Psi(\bar{\omega}_2)\tau k - \lambda'(\bar{\omega}_2)\frac{\partial\bar{\omega}_2}{\partial s}}{\lambda'(\bar{\omega}_2)\frac{\partial\bar{\omega}_2}{\partial k}} > 0$$

El signo de estos efectos se desprende de las desigualdades planteadas en (14.), (1d), (1e), (2d) y (2e), e implican que el contrato óptimo (tanto en moneda nacional como

extranjera para todo  $\tau > 0$ ) tiene asociada una relación positiva entre el ratio capital/patrimonio y la prima por riesgo.

Al respecto, vale la pena mencionar que este resultado sustenta las formas funcionales utilizadas en la literatura para modelar la prima por riesgo asociada al fondeo externo y que gobiernan el mecanismo del “acelerador financiero”. En particular, las desigualdades planteadas en (1g) y (2g) implican que, dado un requerimiento de deuda, una caída en el patrimonio de las firmas conducirá a un aumento en el costo del financiamiento y, por lo mismo, a una caída en la demanda por capital activando, de esta forma, el mecanismo descrito en el primer acápite.

Las implicancias de haber introducido la posibilidad de que la firma decida endeudarse en una moneda distinta a aquella en la son generados sus ingresos pueden deducirse si comparamos (1g) y (2g), tomando en cuenta lo expresado en (1d), (1e), (2d) y (2e). De hecho, (1g) puede considerarse como un caso particular de (2g) asociado a un  $\tau = 1$ . Lo que aquí nos interesa es determinar cuál es efecto sobre  $\left(\frac{dk}{ds}\right)$  de pequeñas desviaciones de  $\tau$  alrededor de 1. Es decir, cuál es el efecto que tiene la introducción de  $\tau$  sobre la sensibilidad de la prima por riesgo frente a cambios en el ratio capital / patrimonio. De hecho, estas desviaciones ocurren y afectan a las características del contrato cuando existe un descalce entre la moneda en la que está expresada la deuda y los ingresos de la firma, en cuyo caso el retorno sobre el capital relevante para el problema de optimización vendría dado por  $\tau \bar{w} R^k$ ;  $0 < \tau < 1$ .

Una comparación formal de las expresiones dadas en (1g) y (2g) requiere considerar que la existencia de un nuevo contrato con un  $\tau \neq 1$  implica que las funciones involucradas en (2g) deben ser evaluadas en valores distintos a los del caso base (moneda nacional;  $\tau = 1$ ). Por ejemplo, y dada la introducción de un  $\tau$  tal que  $0 < \tau < 1$  (una caída en el valor de  $\tau$ ), la CPO (2c) implica la existencia de un menor valor para  $k$  y un valor mayor para  $\bar{w}$  (dado que  $[\Gamma(\bar{w}) - \mu G(\bar{w})]$  es creciente en  $\bar{w}$ ). De hecho, cabe esperar que frente a una reducción en el retorno promedio del capital, la probabilidad de *default* y el pago promedio en caso no haya *default* aumenten<sup>17</sup>, mientras que el ratio capital/patrimonio

<sup>17</sup> Estos efectos, asociados a un aumento en  $\bar{w}$ , serán explorados con más detalle en el siguiente acápite.

(directamente asociado al ratio de apalancamiento) se reduzca. Con esto en mente, consideremos la derivada de  $\frac{dk}{ds}$  con respecto a  $\tau$ :

$$\begin{aligned} \frac{d^2k}{ds\partial\tau} \left[ \lambda'(\bar{\omega}_2) \frac{\partial\bar{\omega}_2}{\partial k} \right]^2 = & \\ \left\{ \lambda'(\bar{\omega}_2) \frac{\partial\bar{\omega}_2}{\partial k} \right\} \left\{ \Psi(\bar{\omega}_2)k + \tau \left[ \Psi'(\bar{\omega}_2) \frac{\partial\bar{\omega}_2}{\partial\tau} k + \Psi(\bar{\omega}_2) \frac{\partial k}{\partial\tau} \right] - \left[ \lambda'(\bar{\omega}_2) \frac{\partial^2\bar{\omega}_2}{\partial s\partial\bar{\omega}_2} \frac{\partial\bar{\omega}_2}{\partial\tau} + \lambda''(\bar{\omega}_2) \frac{\partial\bar{\omega}_2}{\partial s} \right] \right\} & \\ - \left\{ \Psi(\bar{\omega}_2)\tau k - \lambda'(\bar{\omega}_2) \frac{\partial\bar{\omega}_2}{\partial s} \right\} \left\{ \lambda'(\bar{\omega}_2) \left[ \frac{\partial^2\bar{\omega}_2}{\partial k\partial\tau} + \frac{\partial^2\bar{\omega}_2}{\partial k\partial\bar{\omega}_2} \frac{\partial\bar{\omega}_2}{\partial\tau} \right] + \lambda''(\bar{\omega}_2) \frac{\partial\bar{\omega}_2}{\partial k} \right\} & \end{aligned} \quad (18.)$$

Si consideramos sólo los efectos de primer orden (aquellos asociados a las expresiones donde  $\tau$  está directamente presente), notaremos, sin ninguna ambigüedad, que existe una relación positiva entre  $\frac{dk}{ds}$  y  $\tau$ :

$$\underbrace{\left[ \lambda'(\bar{\omega}_2) \frac{\partial\bar{\omega}_2}{\partial k} \right]}_{(+)} \underbrace{\left[ \Psi(\bar{\omega}_2)k \right]}_{(+)} - \underbrace{\left[ \Psi(\bar{\omega}_2)\tau k - \lambda'(\bar{\omega}_2) \frac{\partial\bar{\omega}_2}{\partial s} \right]}_{(+)} \underbrace{\left[ \lambda'(\bar{\omega}_2) \frac{\partial^2\bar{\omega}_2}{\partial k\partial\tau} \right]}_{(-)} > 0 \quad (19.)$$

No obstante, y si extendemos el análisis para considerar también todos los términos de segundo orden (incorporando efectos como los descritos líneas arriba), es posible aún garantizar la presencia de una relación positiva si es que se cumple que<sup>18</sup>:

$$\begin{aligned} \lambda'(\bar{\omega}_2) \frac{\partial\bar{\omega}_2}{\partial k} \Psi(\bar{\omega}_2) \left[ k + \frac{\partial k}{\partial\tau} \right] + \lambda'(\bar{\omega}_2) \left[ \Psi(\bar{\omega}_2)\tau k - \lambda'(\bar{\omega}_2) \frac{\partial\bar{\omega}_2}{\partial s} \right] \left[ \frac{\partial^2\bar{\omega}_2}{\partial k\partial\tau} + \frac{\partial^2\bar{\omega}_2}{\partial k\partial\bar{\omega}_2} \frac{\partial\bar{\omega}_2}{\partial\tau} \right] > & \\ \lambda'(\bar{\omega}_2) \frac{\partial\bar{\omega}_2}{\partial k} \left[ \Psi'(\bar{\omega}_2) \frac{\partial\bar{\omega}_2}{\partial\tau} \tau k + \lambda'(\bar{\omega}_2) \frac{\partial^2\bar{\omega}_2}{\partial s\partial\bar{\omega}_2} \frac{\partial\bar{\omega}_2}{\partial\tau} \right] & \end{aligned} \quad (20.)$$

<sup>18</sup> Nótese que en la expresión que sigue se han descartado los términos asociados a efectos de tercer orden y se han agrupado los términos según su signo (todos los de signo positivo figuran al lado izquierdo de la expresión).

En general, y debido a que los términos al lado izquierdo de (20.) incorporan las expresiones referidas a los efectos de primer orden, es razonable suponer que la desigualdad planteada se verifica, por lo menos, para valores de  $\tau$  en la vecindad de 1.

Dado lo anterior, podemos afirmar que si  $0 < \tau < 1$ , el impacto de la prima por riesgo sobre el ratio capital/patrimonio es menor para la deuda denominada en una moneda distinta a aquella en la que están expresados los ingresos de la firma:  $\left(\frac{dk}{ds}\right)^1 > \left(\frac{dk}{ds}\right)^2$ . Este resultado permitirá, tal como se formaliza en la siguiente sección, definir dos primas por riesgo distintas dependiendo de la moneda en que es generada la deuda.

### **3.4 Endogenizando las decisiones de endeudamiento**

En las secciones anteriores se han sentado las bases para un modelo de equilibrio parcial que permita formalizar y endogenizar el proceso a través del cual se determina del grado de descalce en una economía. En este proceso, el intermediario financiero juega un papel fundamental. En primer lugar, debe decidir hasta qué punto incurrir en el esfuerzo de discriminar a las firmas de acuerdo a la moneda en que son generados sus ingresos. Una vez determinada la proporción de firmas que serán discriminadas y clasificadas como “generadoras de soles”, debe decidir qué prima por riesgo asignar dependiendo de la moneda en que se decida generar la deuda.

En este punto, la revisión propuesta al modelo de Bernanke, *et al.* (1998) ha permitido demostrar cómo, ante la introducción de un coeficiente de “riesgo cambiario”, el ratio capital/patrimonio puede mostrar una sensibilidad distinta frente a cambios en la prima por riesgo dependiendo de si existe o no un descalce entre la moneda en la que se decida firmar el contrato y aquella en la que están expresados los ingresos de la firma. Es la existencia de estas dos sensibilidades la que nos permitirá introducir una brecha entre la prima por riesgo asociada a un préstamo denominado en la misma moneda que los ingresos de la firma, y aquella asociada a un préstamo que genere un descalce en el balance de la firma.

Para esto, hemos supuesto que, dado un préstamo denominado en una moneda distinta a aquella en la que son generados los ingresos de la firma, el intermediario financiero no

sólo se preocupa por el retorno esperado del capital en términos de la moneda en la que es generada la deuda, sino también por su variabilidad.

De hecho, en el problema planteado por Bernanke, *et al.* (1998) se asume que las firmas son neutrales al riesgo mientras que las familias (los proveedores de fondos) son adversas al riesgo. Por lo mismo, el contrato que firma el intermediario financiero garantiza que las empresas absorban cualquier tipo de riesgo agregado que pueda afectar al retorno realizado sobre el capital. En particular, y dada su neutralidad respecto al riesgo, la firma está dispuesta a ofrecer al prestamista un retorno libre de cualquier tipo de riesgo sistemático: condicional al retorno realizado sobre el capital, el prestatario ofrece al intermediario un pago que le garantice un retorno igual, en valor esperado, al de la tasa libre de riesgo. En este sentido, un retorno sobre el capital menor al esperado incrementa la probabilidad de *default* y esto, a su vez, debe conducir a un aumento en el pago  $\bar{\omega}R^kQK$ , para lo que el valor umbral  $\bar{\omega}$  asociado al riesgo idiosincrático debe incrementarse<sup>19</sup>.

Tal como se desprende de (4.), un aumento en  $\bar{\omega}$  tiene asociado dos efectos contrarios sobre el retorno esperado. Por un lado, se incrementa la probabilidad de *default*, lo que reduce el retorno esperado (a través de una caída en  $\Pr(\omega \geq \bar{\omega}) = 1 - F(\bar{\omega})$ ) y, por el otro, aumenta el pago prometido en caso no haya *default*, lo que incrementa el retorno esperado. Al respecto, y si tomamos en cuenta los supuestos a los que nos referimos en las notas 15 y 16, podemos concluir que un aumento en el valor umbral  $\bar{\omega}$  conllevará a un incremento en el retorno esperado.

Ahora bien, y si extendemos el análisis al caso de dos monedas y nos remitimos a la expresión dada en (10.), notaremos cómo la inclusión del coeficiente  $\tau$  recoge el efecto anterior. En particular, si resumimos la posibilidad de que exista de “un retorno promedio menor al esperado” o su equivalente “incremento en la probabilidad de *default*” con un  $\tau$  tal que  $0 < \tau < 1$ , queda claro cómo este “castigo” sobre el  $R^k$  relevante para el contrato

---

<sup>19</sup> Frente a la mayor probabilidad de *default* dado el bajo retorno promedio sobre el capital, la firma debe garantizar al prestamista un pago mayor en caso no haya *default*:  $\bar{\omega}R^kQK$ . Estos dos efectos (asociados a la presencia de un retorno promedio menor) son recogidos en un aumento en  $\bar{\omega}$ : (i) es más fácil que exista un *shock* idiosincrático tal que la firma entre en *default* (caída en  $\Pr(\omega \geq \bar{\omega}) = 1 - F(\bar{\omega})$  dado el aumento en  $\bar{\omega}$ ); (ii) el pago que la firma promete en caso no haya *default* se incrementa ( $\bar{\omega}R^kQK$  depende positivamente de  $\bar{\omega}$ ).



conduciría, *ceteris paribus*, a un incremento en  $\bar{\omega}$ <sup>20</sup>. De lo anterior se desprende que, para un nivel dado de variabilidad sobre el tipo de cambio, dicho castigo será aplicado al momento de evaluar el contrato asociado a una deuda denominada en una moneda distinta a aquella que corresponde a los ingresos de la firma.

Al respecto, vale la pena notar cómo, *ex-ante*, la condición de paridad de tasas de interés garantiza que la única diferencia que existe entre (4.) y (10.) sea la presencia de  $\tau$ . Por lo mismo, argumentar que al intermediario financiero le preocupa sólo el valor esperado del retorno denominado en la moneda en que será firmado el contrato no sería suficiente para lograr que exista una brecha entre las primas por riesgo a cobrar en cada moneda. En este sentido, la inclusión de  $\tau$  debe resumir la preocupación del prestamista por la variabilidad de dicho retorno. De hecho, la incorporación de esta “preocupación” controla por lo dicho en los párrafos anteriores: la mayor probabilidad de *default* (asociada al hecho de que sea más probable que la realización del retorno expresado en la moneda en que es generada la deuda esté por debajo de lo esperado), está directamente asociada a la variabilidad de dicho retorno, la que se incrementa al momento de evaluar un préstamo en una moneda distinta a aquella que corresponde a los ingresos de la firma.

Con estas nociones en mente, supondremos que el intermediario financiero asignará hasta dos niveles de prima por riesgo dependiendo de si la capacidad de repago de la firma está o no afectada por el tipo de cambio. En particular, y de acuerdo con los resultados del modelo de Bernanke, *et al.* (1998), esta prima por riesgo estará en función del ratio capital/patrimonio de la firma.

La forma funcional específica será aquella sugerida en Céspedes, *et al.* (2000a y 2000b)<sup>21</sup>, a saber:

---

<sup>20</sup> Al momento de analizar la presencia de riesgo agregado en el contrato óptimo, en Bernanke, *et al.* (1998) se propone evaluar la condición de igualdad de retornos en el valor realizado del retorno sobre el capital. Es decir, la restricción sobre el problema de maximización incorpora el valor realizado del *shock* agregado, de modo que esta restricción se verifica para los distintos estados posibles asociados al retorno sobre el capital (existe un conjunto de restricciones contingentes al valor realizado del *shock*). En el presente análisis, y en lugar de considerar a  $\tau$  como una variable aleatoria cuya realización no es observable en el momento en que se contrae la deuda, se asume que este coeficiente sí es observable a la firma del contrato y que, en particular, incorpora la posibilidad de observar un retorno distinto al esperado.

<sup>21</sup> Los autores justifican esta forma funcional sobre la base del signo asociado a  $\left(\frac{dk}{ds}\right)$ .

$$(1 + \eta_{t+1}) = F \left[ \frac{Q_t K_{t+1}}{N_{t+1}} \right] ; F(g) = g^\theta, \theta > 0 \quad (21.)$$

donde  $(1 + \eta_{t+1})$  denota la prima por riesgo sobre el financiamiento externo. Con esta función en mente, y si consideramos que el coeficiente  $\theta$  controla directamente la sensibilidad de la prima por riesgo ante cambios en el ratio capital/patrimonio, notaremos que éste depende inversamente de las sensibilidades  $(dk/ds)^1$  y  $(dk/ds)^2$ .

En este sentido, definiremos las primas por riesgo para deuda denominada en la misma moneda que los ingresos de la firma y para deuda denominada en una moneda distinta

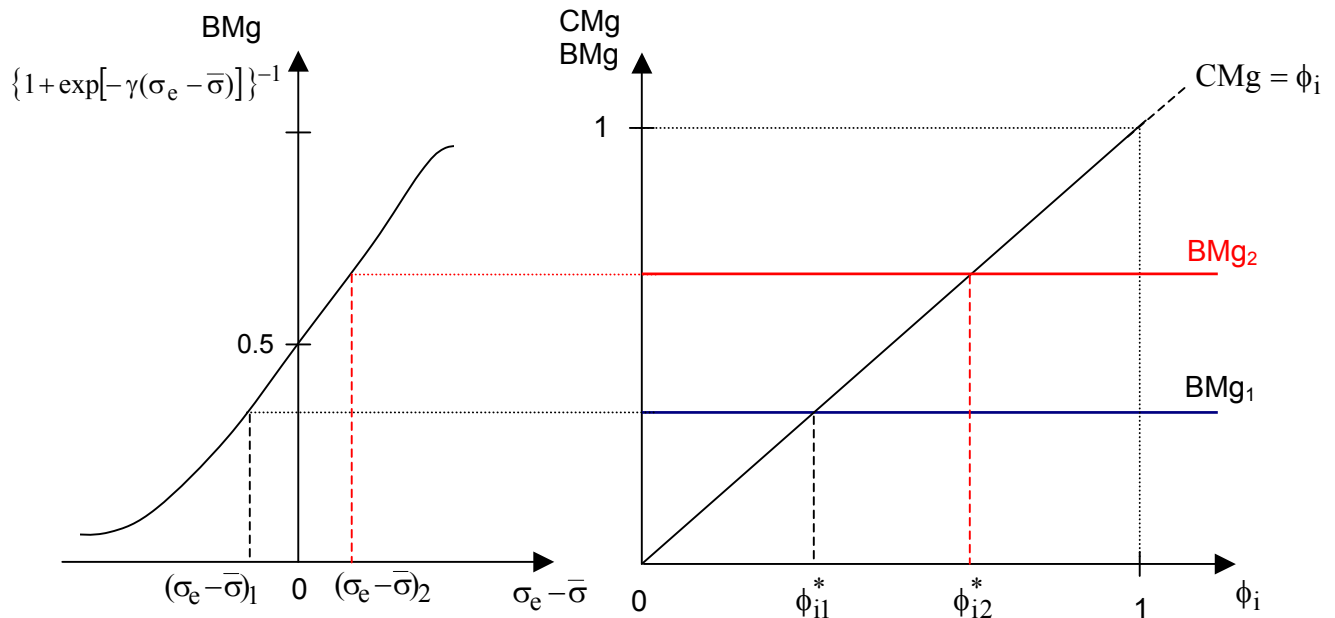
como  $(1 + \eta_{t+1})^1 = \left[ \frac{Q_t K_{it}}{P_t N_{it}} \right]^{\theta_1}$  y  $(1 + \eta_{t+1})^2 = \left[ \frac{Q_t K_{it}}{P_t N_{it}} \right]^{\theta_2}$ , respectivamente. Ahora

bien, y si recordamos que  $\tau$  ( $0 < \tau < 1$ ) será aplicado al momento de considerar el segundo tipo de deuda y que frente a su inclusión  $(dk/ds)^1 > (dk/ds)^2$ , se debe cumplir que  $\theta_2 > \theta_1$ .

Nótese que, dado un mismo retorno esperado sobre el capital, la  $i$ -ésima firma optará siempre por el tipo de deuda que tenga asociada la menor prima por riesgo. Por lo mismo, la única prima relevante será la primera, no obstante, la denominación de la deuda no será la misma para todas las firmas. En particular, y para aquellas firmas correctamente identificadas como “generadoras de soles” (todas aquellas con una característica  $\phi_i \leq \phi_i^*$ ) las primas por riesgo para la deuda denominada en soles y dólares serán  $(1 + \eta_{t+1})^1$  y  $(1 + \eta_{t+1})^2$ , respectivamente. Lo contrario ocurrirá para todas aquellas firmas que no sean discriminadas y, por lo mismo, clasificadas, por defecto, como “generadoras de dólares”. De esta manera, todas aquellas firmas con una característica  $\phi_i \leq \phi_i^*$  accederán a un préstamo en soles y todas aquellas con una característica  $\phi_i > \phi_i^*$  a un préstamo en dólares. La prima por riesgo relevante en ambos casos será  $(1 + \eta_{t+1})^1$ .

Para entender mejor de qué manera será la autoridad monetaria capaz de influir sobre el grado de descalce en esta economía, consideremos el siguiente gráfico y ahondemos en el rol que tienen los parámetros  $\gamma$  y  $\bar{\sigma}$  en la función de beneficio marginal.

**Figura 3.1**



Tal como se desprende de la Figura 3.1 y de la forma funcional elegida para lo que entendemos como el beneficio marginal de discriminar, un aumento en la volatilidad del tipo de cambio ( $(\sigma_e - \bar{\sigma})_2 > (\sigma_e - \bar{\sigma})_1$ ), *ceteris paribus*, conducirá a un incremento en dicho beneficio y, por tanto, a que una mayor proporción de firmas sea discriminada e identificada como “generadora de soles”, accediendo, por tanto a un préstamo en moneda nacional. Así, el grado de descalce en esta economía caerá de  $(1 - \phi_{i1}^*)$  a  $(1 - \phi_{i2}^*)$ . De esta forma, el modelo de equilibrio parcial aquí propuesto formaliza la relación existente entre el riesgo cambiario y la proporción de firmas cuyo balance se encuentra descalzado. En particular, y conforme mayor sea dicho riesgo, los intermediarios financieros tendrán mayores incentivos para recolectar información sobre el balance de sus clientes y asignarles una prima por riesgo acorde con su capacidad para generar ingresos en moneda extranjera. En suma, el grado de descalce en el balance de esta economía será el resultado del comportamiento maximizador de un intermediario financiero que busca

equilibrar los costos de recabar información sobre sus clientes con los beneficios que espera derivar de dicho esfuerzo.

Ahora bien, y en lo que respecta al rol de los parámetros  $\gamma$  y  $\bar{\sigma}$ , resulta claro que ambos controlarán el impacto que tiene la volatilidad del tipo de cambio sobre el grado de descalce. En particular, un mayor valor para  $\gamma$  implicará que pequeñas desviaciones de  $\sigma$  respecto de  $\bar{\sigma}$  se traduzcan en cambios más pronunciados en la decisión de discriminar o no por parte del intermediario financiero. Así, por ejemplo, en la medida en que  $\gamma \rightarrow \infty$  el grado de descalce oscilará entre 1 ( $\sigma < \bar{\sigma}$ ), 0.5 ( $\sigma = \bar{\sigma}$ ) y 0 ( $\sigma > \bar{\sigma}$ ). Por el contrario, y si  $\gamma \rightarrow 0$ , el grado de descalce estará concentrado alrededor de 0.5 y se requerirán grandes desviaciones de  $\sigma$  respecto de  $\bar{\sigma}$  para modificarlo. En este sentido,  $\gamma$  controlará el grado en el que una reducida o elevada volatilidad en el tipo de cambio se traducirá en un menor o mayor beneficio de discriminar, respectivamente. El parámetro  $\bar{\sigma}$ , por su parte, puede entenderse como una volatilidad promedio y servirá para cuantificar que es lo que entendemos por una reducida ( $\sigma < \bar{\sigma}$ ) o elevada ( $\sigma > \bar{\sigma}$ ) volatilidad en el tipo de cambio.

#### 4 Hacia un modelo de equilibrio general

El objetivo de esta sección es revisar los principales resultados del modelo utilizado en Céspedes, *et al.* (2000a y 2000b) una vez que se haya introducido la posibilidad de que la firma representativa pueda endeudarse tanto en moneda nacional como extranjera<sup>22</sup>. Vale la pena notar que en el modelo original la única fuente de financiamiento está denominada en moneda extranjera y, por lo mismo, éste no permite asociar la existencia de una depreciación real contractiva con el grado de descalce de la economía (por construcción, toda la deuda está siempre denominada en una moneda distinta a aquella en la que son generados los ingresos de la firma).

Al respecto, el modelo de equilibrio parcial desarrollado en el acápite anterior provee la justificación necesaria para que sólo cierta proporción de la deuda quede denominada en

---

<sup>22</sup> Dado este objetivo, preferimos no repetir todas las relaciones asociadas al modelo y centramos sólo en aquellos aspectos donde nuestra extensión cobra relevancia. Para una presentación completa del modelo, se recomienda revisar Céspedes, *et al.* (2000a).

moneda extranjera y exista una única prima por riesgo relevante. De acuerdo a las nociones desarrolladas hasta ahora, dicha proporción será igual a  $\lambda = (1 - \phi_i^*)$ .

Tal como en el modelo original, los capitalistas juegan un rol fundamental. Ellos son los responsables de la producción del bien doméstico<sup>23</sup> (el cual se ofrece en un mercado competitivo obteniendo  $P_t$  -en moneda nacional- por cada unidad vendida) y tienen acceso a una tecnología común dada por:

$$Y_t = AK_t^\alpha L_t^{1-\alpha} \quad (22.)$$

Al final de cada período (t), éstos disponen de un nivel de patrimonio  $P_t N_t$  expresado en moneda nacional y pueden acceder a un préstamo expresado tanto en moneda nacional como extranjera. Son éstas las dos fuentes de financiamiento para su gasto en inversión ( $Q_t K_{t+1}$ ). Por lo mismo, la restricción presupuestaria de los capitalistas viene dada por:

$$Q_t K_{t+1} - P_t N_t = S_t D_{t+1}^* + D_{t+1} \quad (23.)$$

Donde  $Q_t$  es el costo de una unidad de capital<sup>24</sup>, y  $D_{t+1}^*$  y  $D_{t+1}$  son los niveles de deuda denominada en moneda extranjera y nacional, respectivamente. Tomando en cuenta que el grado de descalce viene dado por  $\lambda$ , es posible expresar la relación entre la deuda denominada en soles y dólares de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \lambda(Q_t K_{t+1} - P_t N_t) &= S_t D_{t+1}^* \\ (1 - \lambda)(Q_t K_{t+1} - P_t N_t) &= D_{t+1} \end{aligned} \quad (24.)$$

<sup>23</sup> El bien doméstico se idéntica con el superíndice H mientras que el extranjero con el superíndice F.

<sup>24</sup> Tal como en el modelo original, se asume que los bienes de capital son producidos por los capitalistas combinando bienes importados y nacionales con una tecnología de agregación similar a la de la función de consumo:  $C_t = \kappa(C_t^H)^\gamma (C_t^F)^{1-\gamma}$ ;  $\kappa = (\gamma^\gamma (1-\gamma)^{1-\gamma})^{-1}$ . Con esto, el costo de una unidad de capital resulta igual al costo mínimo de una unidad de consumo:  $Q_t = P_t^\gamma S_t^{1-\gamma}$ , donde  $S_t$  denota el tipo de cambio nominal.

Las tasas de interés relevantes para la deuda expresada en moneda extranjera y nacional entre los períodos  $t$  y  $t+1$  vienen dadas por  $(1+i_{t+1})$  y  $(1+i_{t+1}^*)$ , y suponemos se verifica la condición de paridad descubierta  $(1+i_{t+1}) = (1+i_{t+1}^*)E_t(S_{t+1}/S_t)$ . Ahora bien, y de acuerdo con lo descrito en la sección anterior, el costo de una unidad de financiamiento está afectado por una prima por riesgo, la que suponemos es una función creciente del ratio (capital / patrimonio) de la firma:

$$(1+\eta_{t+1}) = \left[ \frac{Q_t K_t}{P_t N_t} \right]^\theta \quad (25.)$$

Al final de cada período, los capitalistas deciden el nivel de inversión  $K_{t+1}$  de modo que se iguale el retorno sobre el capital con el costo de financiamiento. Por simplicidad se asume que el capital se deprecia completamente cada período. Con esto, el retorno sobre el capital expresado en moneda extranjera vendría dado por  $R_{t+1}K_{t+1}/S_{t+1}$ , el cual, dada la tecnología indicada en (22.), es igual a  $\alpha P_{t+1} Y_{t+1}/S_{t+1}$ . La igualdad entre el retorno esperado sobre el capital y el costo de financiamiento, por tanto, implica que:

$$\frac{\alpha E_t(P_{t+1} Y_{t+1}/S_{t+1})}{Q_t K_{t+1}/S_t} = (1+\eta_{t+1}) \left[ \lambda(1+i_{t+1}^*) + (1-\lambda) \frac{(1+i_{t+1})}{E_t(S_{t+1}/S_t)} \right] = (1+\eta_{t+1})(1+i_{t+1}^*) \quad (26.)$$

Si asumimos que, al inicio de cada período, los capitalistas consumen una proporción  $1-\delta$  de su ingreso neto del repago de deuda, su patrimonio viene dado por:

$$P_t N_t = \delta \left\{ \alpha P_t Y_t - (1+\eta_{t+1}) \left[ (1+i_t^*) S_t D_t^* + (1+i_t) D_t \right] \right\} \quad (27.)$$

Al igual que en el modelo original, la expresión dada en (27.) nos muestra la relación negativa que existe entre el patrimonio y el tipo de cambio real ( $E_t = S_t/P_t$ ) y, por lo mismo, indica cómo es que una depreciación real, *ceteris paribus*, conducirá a un incremento en la prima por riesgo.

#### 4.1 El modelo linealizado y el rol del grado de descalce

A partir de las ecuaciones que caracterizan el equilibrio en el modelo planteado por Céspedes, *et al.* (2000a y 2000b) y tomando en cuenta las modificaciones introducidas al momento de considerar más de un tipo de deuda, el sistema linealizado (alrededor del estado estacionario) viene dado por:

$$y_t = \alpha k_t + (1 - \alpha)l_t \quad (28.)$$

$$q_t - p_t = (1 - \gamma)(s_t - p_t) \quad (29.)$$

$$y_t = \omega(k_{t+1} + q_t - p_t) + (1 - \omega)(s_t - p_t + x_t) \quad (30.)$$

$$E_t(y_{t+1}) - (q_t - p_t) - k_{t+1} = i_{t+1}^* + \eta_{t+1}' + (s_{t+1} - p_{t+1}) - (s_t - p_t) \quad (31.)$$

donde  $\varpi = \alpha\gamma\delta/(1 - \gamma + \alpha\gamma)$ , las variables en minúscula denotan desviaciones porcentuales respecto a su valor de estado estacionario, y  $i_{t+1}^*$  y  $\eta_{t+1}'$  denotan desviaciones respecto a su valor de estado estacionario. La ecuación (28.) es la versión linealizada de la función de producción, mientras que la expresión dada en (29.) corresponde a la definición del índice de precios  $Q_t = P_t^\gamma S_t^{1-\gamma}$ . La ecuación (30.), por su parte, es la versión linealizada de la condición de equilibrio en el mercado de bienes  $P_t Y_t = \gamma Q_t (K_{t+1} + C_t) + S_t X_t$ , donde  $C_t$  y  $X_t$  denotan la demanda de consumo y exportaciones, respectivamente; (30.) nos muestra cómo la porción de producto no consumida por los trabajadores es invertida o exportada. La ecuación (31.), finalmente, representa la versión linealizada de la condición de igualdad entre el retorno esperado sobre el capital y el costo del financiamiento (dada en (26.)). Vale la pena notar que estas cuatro ecuaciones resultan idénticas a las modelo original.

Las consecuencias de haber considerado que el balance de la firma representativa puede mostrar un descalce distinto de 1 ( $0 < \lambda < 1$ ) se manifiestan al momento de linealizar la ecuación para la prima por riesgo (25.). En particular, y dado un grado de descalce igual a  $\lambda$ , la evolución de la prima por riesgo viene ahora dada por:

$$\eta_{t+1}' - \eta_t' = \theta \{ (q_t - p_t + k_{t+1} - y_t) + \dots \quad (32.)$$

$$\dots + \varphi [(s_t - p_t - E_{t-1}(s_t - p_t)) - (y_t - E_{t-1}(y_t)) - (1 - \lambda)(s_t - E_{t-1}(s_t))] \}$$

donde  $\varphi = [(\lambda \text{QK}/\text{SD}^*) - 1]^{-1}$ ;  $\text{QK}/\text{SD}^*$ , por su parte, denota el ratio del valor de la inversión al de deuda denominada en moneda extranjera en el estado estacionario<sup>25</sup>.

Tal como en el modelo original, la ecuación que formaliza la evolución de la prima por riesgo (32.) juega un papel fundamental. Utilizando lo indicado en (30.) y recordando la definición del tipo de cambio real ( $e_t = s_t - p_t$ ), es posible reemplazar  $q_t - p_t + k_{t+1}$  en (32.) para obtener:

$$\eta_{t+1}' - \eta_t' = -\theta \frac{1-\omega}{\omega} x_t + \theta \frac{1-\omega}{\omega} (y_t - e_t) + \theta \varphi [(e_t - E_{t-1}(e_t)) - (y_t - E_{t-1}(y_t))] + \dots \quad (33.)$$

$$\dots - \theta \varphi (1 - \lambda)(s_t - E_{t-1}(s_t))$$

Empecemos a explorar la variación en la prima por riesgo considerando el caso particular en que toda la deuda está denominada en moneda extranjera ( $\lambda = 1$ ). El primer término a la derecha en (33.) captura los efectos de *shocks* sobre la demanda por exportaciones mientras que el segundo los efectos de cambios en el nivel de producto expresado en dólares. En ambos casos, el efecto sobre la prima por riesgo opera a través de la demanda por inversión: un aumento en las exportaciones, dado un nivel de producto, debe ser compensado por una menor demanda por inversión, lo que reduce la prima por riesgo; lo contrario ocurre frente a un aumento en el nivel de producto dado un nivel de exportaciones.

El tercer término, por su parte, captura el efecto de cambios inesperados en el patrimonio neto de las firmas: frente a un aumento inesperado en el tipo de cambio real o una caída inesperada en el producto, se da una caída en el patrimonio neto lo que afecta positivamente a la prima por riesgo. En el primer caso, la caída en el patrimonio se da a través del mayor servicio de deuda; mientras que en el segundo la caída ocurre debido al

<sup>25</sup> Utilizando las ecuaciones (23.), (25.), (26.) y (27.) evaluadas en el estado estacionario, es posible

demostrar que  $\frac{\text{QK}}{\text{SD}^*} = 1 + \frac{1}{\lambda} \left[ \left[ \frac{1}{\delta(1+i^*)} \right]^{1/\theta} - 1 \right]^{-1} + (1-\lambda)/\lambda$ .



menor retorno sobre el capital invertido. Ignoremos por ahora la presencia del cuarto término dado que estamos analizando el caso particular en que  $\lambda = 1$ .

Nótese que, dejando las expectativas pasadas constantes, un aumento en el tipo de cambio real puede conducir tanto a un incremento como una reducción en la prima por riesgo. Para que el impacto sea positivo, el efecto sobre el patrimonio debe dominar al efecto sobre el producto expresado en moneda extranjera. En este punto, es posible identificar la condición necesaria para que los “efectos de hoja de balance” sean significativos; es decir para que un aumento en el tipo de cambio real conduzca a un incremento en la prima por riesgo y, con esto, a una caída en la inversión. En términos de lo expresado en (33.) dicha condición se traduce en:  $\varphi > (1 - \tau) / \tau$  donde  $\varphi = [(QK / SD^*) - 1]^{-1}$ . Tomando en cuenta la definición de  $\varphi$ , la posibilidad de observar un aumento en la prima por riesgo asociado a una depreciación real requiere un ratio de capital a deuda lo suficientemente bajo en el estado estacionario. Tal como se desprende de la solución planteada para el ratio  $QK / SD^*$  (ver nota 25), dicha posibilidad depende únicamente del valor de estado estacionario de la tasa de interés internacional y de los parámetros  $\delta$  y  $\theta$  (recordemos que  $\lambda = 1$ ).

La solución y condiciones descritas anteriormente son las asociadas al modelo original y de éstas se desprende la distinción planteada en Céspedes, *et al.* (2000a) entre una economía robusta ( $\varphi < (1 - \tau) / \tau$ ) y vulnerable ( $\varphi > (1 - \tau) / \tau$ ) en términos financieros. En particular, y al momento de examinar en términos analíticos la dinámica del modelo frente a un *shock* externo (como un aumento no anticipado en la tasa de interés internacional), esta distinción juega un rol primordial.

Para una economía clasificada como robusta, la respuesta frente al *shock* externo es relativamente convencional dado que los “efectos de hoja de balance” no son significativos. Al momento del *shock* el producto expresado en moneda extranjera experimenta una caída instantánea (dada la depreciación real y el hecho de que el stock de capital está predeterminado). Esta caída en el producto es sólo temporal y se revierte en el período siguiente: el producto expresado en moneda extranjera se encuentra por encima y la prima por riesgo por debajo de su estado estacionario, punto a partir del cual se inicia la convergencia hacia el equilibrio.

En el caso de una economía clasificada como robusta, por el contrario, y debido a que la prima por riesgo se incrementa con la depreciación inicial, el producto se sitúa por debajo de su estado estacionario tanto en el período inicial como en el siguiente. Bajo este escenario, y dependiendo de que tan positiva sea la diferencia  $\varphi - [(1 - \varpi) / \varpi]$ , el producto se situará por debajo de su estado estacionario por un período prolongado.

Ahora bien, y si extendemos el análisis a un caso más general donde  $(0 < \lambda < 1)$ , lo primero que es necesario notar es la presencia de un cuarto término en la ecuación para la evolución de la prima por riesgo (33.). Éste responde a la inclusión de la tasa de interés doméstica en la ecuación para el patrimonio neto (27.), lo que se debe al hecho de que una proporción  $1 - \lambda$  de la deuda está ahora expresada en moneda nacional. Tal como se desprende de lo indicado en (33.), la presencia de este término adicional implica la existencia de un efecto adicional asociado al tipo de cambio; en particular, al componente no esperado del tipo de cambio nominal. Al respecto, nótese que la posibilidad de que los efectos negativos de un aumento en el tipo de cambio sobre el patrimonio sean ahora menores (dado que sólo una proporción  $\lambda$  del servicio de deuda se encarecería) están asociados sólo al componente no esperado del tipo de cambio debido a que su valor esperado en el período pasado ( $E_{t-1}(s_t)$ ) opera negativamente sobre el patrimonio (y por tanto positivamente sobre la prima por riesgo) a través de incrementos en la tasa de interés doméstica.

Bajo este escenario, y si dejamos las expectativas constantes, un aumento en el tipo de cambio real conducirá a un incremento en la prima por riesgo si se cumple que  $\varphi\lambda > (1 - \varpi) / \varpi$  donde  $\varphi = [(\lambda QK / SD^*) - 1]^{-1}$ . Al respecto, vale la pena notar que la única diferencia con la condición asociada al modelo original es la presencia del coeficiente  $\lambda$  en el término a la izquierda de la desigualdad. De hecho, y dada la solución de equilibrio para  $QK / SD^*$ , se cumple que:

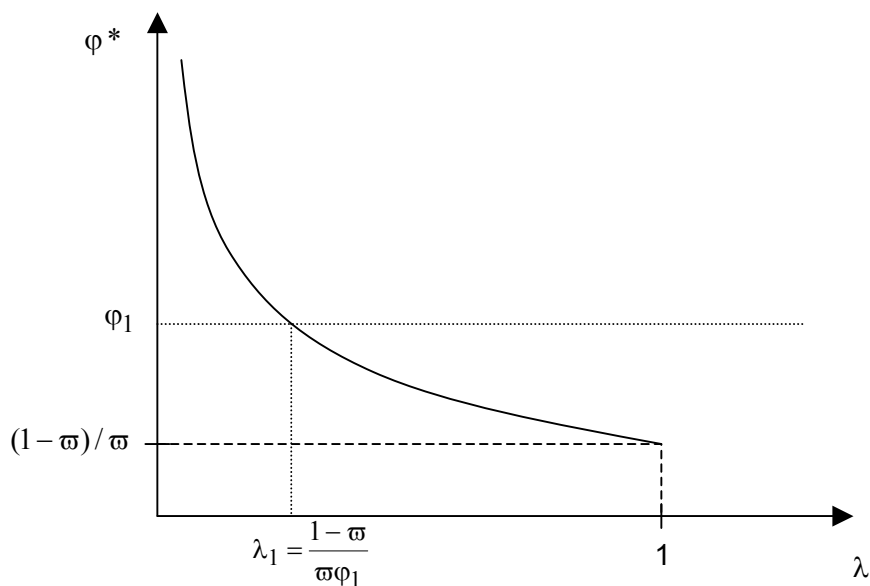
$$\varphi = \left[ \left( \frac{QK}{SD^*} \Big|_{\lambda=1} \right) - 1 \right]^{-1} = \left[ \left( \lambda \frac{QK}{SD^*} \Big|_{0 < \lambda < 1} \right) - 1 \right]^{-1} \quad (34.)$$

Por lo mismo, la diferencia entre nuestro resultado y el del modelo de Céspedes, *et al.* (2000a) no radica en el valor del coeficiente  $\varphi$ : éste sigue estando en función únicamente

del valor de estado estacionario de la tasa de interés internacional y de los parámetros  $\delta$  y  $\theta$ . Lo anterior no implica, sin embargo, que la condición para clasificar una economía como vulnerable o robusta en términos financieros dependa, dado un valor para  $\varpi$ , sólo de estos parámetros ya que ahora sólo una proporción  $\lambda$  de la deuda está expresada en moneda extranjera.

Lo anterior implica que, dado un mismo valor para  $\varpi$  y un  $\lambda$  tal que  $0 < \lambda < 1$ , el valor de  $\varphi$  requerido para clasificar una economía como vulnerable es ahora mayor. Considérese el siguiente gráfico luego de definir como  $\varphi^*$  al valor crítico de  $\varphi$  a partir del cual una economía se clasifica como vulnerable.

**Figura 4.1**



Si partimos de una situación donde el grado de descalce es igual a 1 (toda la deuda está denominada en moneda extranjera,  $\lambda = 1$ ), está claro que una economía con un valor para  $\varphi$  como  $\varphi_1$  sería clasificada, de acuerdo con el modelo original, como vulnerable dado que  $\varphi_1 > (1-\varpi)/\varpi$ . Tomando en cuenta la solución de equilibrio para  $QK/SD^*$ , la posibilidad de encontrarnos frente a una economía como esta depende únicamente del valor de estado estacionario de la tasa de interés internacional y de los parámetros  $\delta$

(proporción no consumida del ingreso neto de los capitalistas) y  $\theta$  (parámetro que gobierna la relación positiva entre la prima por riesgo y el ratio capital/patrimonio). Por lo mismo, y dado un valor para  $\varpi$ , la única manera de “escapar” de dicha clasificación y evitar los efectos recesivos asociados a una depreciación real en el contexto del modelo de Céspedes, *et al.* (2000a) sería modificando alguno de dichos parámetros. Esto implica que no existe una opción de política asociada a la distinción entre una economía robusta y vulnerable.

Ahora bien, si admitimos la presencia de más de un tipo de deuda, se abre la posibilidad de que esta economía “escape” de los “efectos de hoja de balance” (y sea clasificada como robusta) si es capaz de reducir el grado de descalce por debajo de  $\lambda_1 = (1 - \varpi) / \varpi \varphi_1$ .

En suma, el presente análisis ha permitido aportar a la discusión analítica a dos niveles:

- (i) Se ha formalizado el grado de descalce de la economía a través del planteamiento de un modelo de equilibrio parcial. De acuerdo a éste, la proporción de deuda denominada en una moneda distinta a aquella en la que son generados los ingresos de las firmas viene dada por del comportamiento maximizador de un intermediario financiero que busca equilibrar los costos de recabar información sobre sus clientes con los beneficios que espera derivar de dicho esfuerzo. Por otro lado, la revisión propuesta a la estructura del contrato óptimo planteado en Bernanke, *et al.* (1998) para el caso de dos monedas, ha permitido asociar el nivel de la prima por riesgo a la existencia de un descalce en el balance de la firma. Cabe resaltar que estas dos extensiones se realizaron tomando en cuenta la necesidad de que sirvan como microfundamento para un modelo de equilibrio general. Es así que se tiene un mismo nivel de prima por riesgo pero deuda denominada en dos monedas. El grado de descalce que se desprende de este modelo de equilibrio parcial, por su parte, puede ser directamente asociado a lo que ocurre en el balance de una firma representativa.
- (ii) Se ha extendido el modelo de equilibrio general planteado en Céspedes, *et al.* (2000a) para considerar la posibilidad de que no toda la deuda esté

denominada en moneda extranjera. Con esto, la nueva versión linealizada de la ecuación para la prima por riesgo formaliza la manera como una economía puede mitigar los “efectos de hoja de balance” y “escapar” a la clasificación de vulnerable afectando el grado de descalce. Así, y si nos remitimos a la forma funcional sugerida para el grado de descalce en el modelo de equilibrio parcial, se ha abierto la posibilidad de que la autoridad monetaria afecte la magnitud en la que operan los “efectos de hoja de balance” a través de las consecuencias que tiene la política cambiaria sobre las decisiones de endeudamiento de las firmas.

## **5 Una segunda dimensión: reconsiderando la evidencia empírica**

La exploración analítica aquí propuesta ha permitido añadir una dimensión adicional al análisis al permitir que la noción de vulnerabilidad esté en función del grado de descalce, y sentar las bases para que éste pueda ser modelado en función de las decisiones del banco central en materia cambiaria. No obstante, creemos que la definición de “vulnerable” quedaría incompleta si no se incorpora una dimensión adicional. En particular, nos referimos a la existencia de asimetrías en la respuesta del producto y los precios frente a *shocks* cambiarios de distinta magnitud.

El razonamiento que sustenta la presencia de estas asimetrías predice que, dado un grado de descalce en la economía, ésta reaccionará de manera distinta dependiendo del tamaño del *shock* al que es sometida. En particular, la presencia de asimetrías en la respuesta del producto podría implicar la existencia de un efecto expansivo asociado a depreciaciones reales pequeñas pero un efecto recesivo asociado a depreciaciones reales de mayor magnitud. Es decir, que los “efectos de hoja de balance” se “activan” a partir de determinado tamaño de *shock* cambiario. Este fenómeno añade una dimensión adicional al análisis en la medida en que no basta determinar el grado de descalce para clasificar una economía como vulnerable, sino que también es necesario determinar si el tamaño del *shock* cambiario al que ésta es sometida sobrepasa el valor umbral a partir del cual cobran relevancia los “efectos de hoja de balance”.

Atendiendo a la motivación anterior, el objetivo de esta sección es analizar hasta qué punto la evidencia empírica valida la presencia de efectos asimétricos. De ser éstos significativos, esta exploración servirá para motivar extensiones analíticas que permitan racionalizar dichos efectos e incorporarlos en un modelo de equilibrio general.

## 5.1 En un VAR asimétrico

Tal como se indicó al momento de presentar los resultados de un VAR convencional en la primera sección, el tipo de evidencia provista por estos modelos tiende a esconder la presencia de relaciones complejas en la medida en sólo presenta el efecto neto de las variables. Así, por ejemplo, si la magnitud y dirección de la respuesta de determinada variable está en función del tamaño del *shock* al que es sometido el sistema, un VAR como el presentado anteriormente tenderá a mostrar sólo el efecto promedio al punto que éstos podrían resultar no significativos.

Por construcción, un VAR convencional es simétrico en el sentido de no diferenciar las respuestas de las variables en función del momento en que es introducido el *shock* ni el tamaño del mismo. En este sentido, lo que aquí se propone es explorar la respuesta del producto y los precios frente a *shocks* cambiarios permitiendo que esta esté en función del estado de la economía y el tamaño del *shock*.

Para esto, se propone utilizar la metodología sugerida en Weise (1999) y la extensión a una economía abierta propuesta en Castro y Torres (2001). En líneas generales, la técnica consiste en estimar un VAR que involucre el nivel de actividad, precios, tipo de cambio y determinado instrumento de política. Este modelo incorpora, además, una función de transición gradual cuyos valores (acotados entre 0 y 1)<sup>26</sup> dependerán de determinada variable de estado. En particular, dicha función tiene la forma:

$$G(\gamma, c; z_t) = (1 + \exp\{-\gamma(z_t - c)\})^{-1}, \gamma > 0 \quad (35.)$$

donde  $z_t$  denota la variable de estado elegida. Dependiendo de la diferencia  $(z_t - c)$ , esta función arrojará, en el límite, un valor igual a cero (cuando la diferencia se aproxime

---

<sup>26</sup> La noción de “función de transición gradual” puede comprenderse mejor si la entendemos como una variable *dummy* continua.

a menos infinito) o a uno (cuando la diferencia se aproxime a infinito). El parámetro  $\gamma$  gobierna la velocidad con lo que se da la transición entre estos valores, y el parámetro  $c$  determina dónde ocurre dicha transición. En la medida en que  $\gamma$  se aproxime a cero,  $G$  convergirá a una constante y el modelo será lineal; por otro lado, y en la medida en que dicho parámetro se aproxime a infinito, la transición se dará de manera abrupta dependiendo de si la diferencia entre la variable de estado ( $z_t$ ) y el parámetro  $c$  es positiva o negativa. Nótese que en el caso particular en que  $\gamma \rightarrow \infty$  y la variable de estado sea el tiempo, el parámetro  $c$  representaría la fecha más probable de quiebre. La transición abrupta entre 1 y 0 determina que, en este caso,  $G$  sea la clásica variable dicotómica utilizada para la corrección de quiebre estructural.

### **5.1.1 La variable de estado, la velocidad de transición y el valor umbral**

Antes de realizar las simulaciones que permitirán estimar la función de impulso respuesta asimétrica, es necesario determinar si la presencia de asimetrías es significativa al tiempo que se elige cuál será la variable de estado a considerar y cuáles serán los valores asignados a los parámetros  $\gamma$  y  $c$ .

Las variables consideradas en el análisis fueron el crecimiento del PBI desestacionalizado (DY), la tasa de inflación mensual (DCPI), el crecimiento de la base monetaria desestacionalizada (DM) y la depreciación real (DREX) para el período enero-1994 a junio-2003. Para elegir la variable de estado, se realizó una prueba F para comparar el grado de ajuste entre un VAR simétrico (modelo restringido) y uno que incorpora como *dummy* multiplicativa a la variable de estado evaluada (modelo sin restringir). Los resultados se muestran en la tabla siguiente:

**Tabla 5.1 Resultados de las pruebas de linealidad<sup>27</sup>**

Variable de estado (zt)	Ecuación				LR
	DY	DCPI	DM	DREX	
Crecimiento del producto	18.532 (0.000)**	0.599 (0.875)	0.778 (0.705)	0.872 (0.602)	225.369 (0.000)**
Inflación rezagada	0.783 (0.699)	1.02712 (0.439)	0.843 (0.634)	1.612 (0.086)	84.520 (0.044)*
Depreciación real	0.743 (0.742)	18.91413 (0.000)**	2.200 (0.012)*	1.278 (0.233)	241.339 (0.000)**

Ho: Coeficientes asociados a los términos que introducen la asimetría son iguales a cero. *P-values* asintóticos en paréntesis .

\*\* Denota el rechazo de la hipótesis nula al 1% de significancia.

\* Denota el rechazo de la hipótesis nula al 5% de significancia.

De acuerdo con los resultados reportados en la Tabla 5.1, se eligió a la depreciación real como variable de estado<sup>28</sup>: dada su inclusión, no es posible aceptar la hipótesis nula de ausencia de efectos asimétricos a nivel global (estadístico LR) ni tampoco para las ecuaciones de la inflación y el crecimiento de la base monetaria.

Una vez elegida la variable de estado, es necesario determinar los valores de los parámetros  $\gamma$  y  $c$  óptimos para la simulación. Para esto, y tomando en cuenta que depreciaciones y apreciaciones reales caracterizan dos estados claramente identificables, se decidió fijar el valor umbral en cero ( $c = 0$ ) y, de acuerdo con lo sugerido en Weise (1999), buscar el valor de  $\gamma$  que minimiza el logaritmo del determinante de la matriz de varianzas y covarianzas de los errores del VAR. Este resultó ser igual a uno.

### 5.1.2 El Perú de la última década a través de un VAR asimétrico

Una vez incorporada la función de transición especificada en (35.) con la variable de estado y parámetros elegidos, se realizaron una serie de simulaciones con el fin de calcular una función de impulso respuesta generalizada (á la Koop, et al. (1996))

<sup>27</sup> Las probabilidades (*p-values*) fueron calculadas tomando en cuenta la distribución asintótica de los estadísticos. Además, para las pruebas F individuales se computaron dichas probabilidades con un *bootstrap* basado en la construcción de 1,000 series de data artificial sobre la base de los residuos del modelo lineal. Debido a que los resultados de ambos ejercicios resultaron similares sólo se reportan los *p-values* analíticos.

<sup>28</sup> La elección de las candidatas a variable de estado responde a la necesidad de considerar aquellas incluidas en el modelo original de modo que sea posible evaluar la presencia de asimetrías asociadas al tamaño del *shock* introducido.

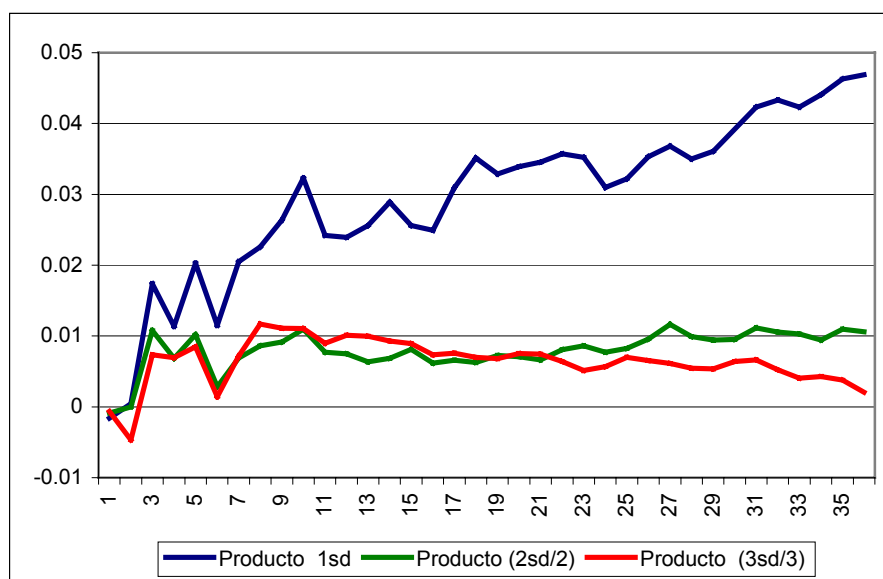


condicionada al momento en que es introducido el *shock* o “historia” (si este ocurre bajo un contexto donde el tipo de cambio real ha mostrado una tendencia creciente o decreciente) y a las posibles realizaciones de innovaciones futuras. Así, es posible obtener diferentes resultados para dicha función dependiendo de la “historia” y del tamaño del *shock* introducido.

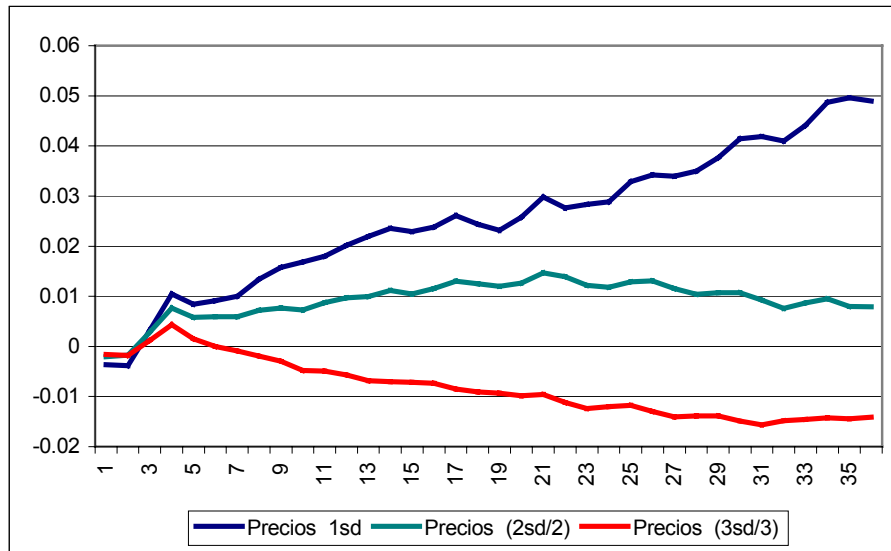
Tal como se muestra en el Gráfico 5.1, existe evidencia a favor de la hipótesis que sugiere que los “efectos de hoja de balance” operan en función del tamaño del *shock* cambiario. En particular, depreciaciones reales de mayor magnitud tienen efectos menos expansivos sobre el producto.

En lo que respecta a la respuesta de los precios, notamos también la presencia de asimetrías. En particular, es posible hablar de un coeficiente de *pass-through* que está en función del tamaño del *shock* cambiario, al punto que éste puede tener un efecto negativo sobre los precios cuando su magnitud es considerable.

**Gráfico 5.1**  
**Respuesta acumulada (36 meses) del producto frente**  
**a shocks cambiarios de diferente magnitud**



**Gráfico 5.2**  
**Respuesta acumulada (36 meses) de la inflación**  
**a *shocks* cambiarios de diferente magnitud**



## 6 Conclusiones

La exploración analítica aquí presentada ha permitido formalizar el grado de descalce en una economía y ha sentado las bases para la construcción de un modelo de equilibrio general donde éste dependa de las decisiones de la autoridad monetaria en materia cambiaria. En lugar de repetir aquí el detalle de dicho proceso de formalización (el que se resume al final de la sección 4), preferimos ahondar en la relevancia de un trabajo como este y discutir cuáles son los elementos aún pendientes en la agenda de investigación.

Un modelo de equilibrio general que incorpore los “efectos de hoja de balance” de modo que éstos dependan de las decisiones de endeudamiento de las firmas y éstas, a su vez, de la volatilidad del tipo de cambio, constituye una herramienta importante por varios motivos. En primer lugar, es necesario recordar que el principal objetivo consiste en evaluar la optimalidad de un regla de política monetaria en una economía caracterizada por un alto grado de dolarización financiera. Este fenómeno complica el uso de herramientas basadas en formas reducidas (como un VAR) para analizar los canales de transmisión de *shocks* monetarios y torna necesaria una exploración analítica que permita

entender y formalizar el comportamiento y decisiones que están detrás de los signos y magnitudes de los coeficientes estimados a partir de la evidencia empírica. Asimismo, el alto grado de dolarización de nuestra economía implica la necesidad de trabajar con un modelo donde los efectos reales del tipo de cambio no se limiten a los convencionales. Más aún, y si lo que se pretende es analizar la optimalidad de determinada regla de política, no basta con incorporar la posibilidad de una depreciación sea contractiva sino también endogenizar este resultado en función de las decisiones de la autoridad monetaria.

Con este trabajo se ha pretendido cubrir los elementos mencionados en el párrafo anterior. Así, la agenda pendiente se centra ahora en incorporar la forma funcional sugerida para el grado de descalce en el marco del modelo de equilibrio general y proceder a calibrarlo y simularlo bajo distintas reglas de política. Asimismo, sobre la base de la evidencia empírica recogida en la última sección de este informe, es también necesario centrar nuestro esfuerzo en formalizar la presencia de efectos reales asimétricos que estén en función del tamaño de los *shocks* cambiarios. De esta forma, se tendrá un modelo de equilibrio general completo donde la noción de vulnerabilidad dependerá tanto del grado de descalce como del tamaño de los *shocks* cambiarios a los que es sometida la economía.

## 7 Referencias

Ball, L. (1998), "Policy Rules for Open Economies", NBER Working Paper 6760, Cambridge: National Bureau of Economic Research

Ball, L. (2000), "Policy Rules and External Shocks", NBER Working Paper 7910, Cambridge: National Bureau of Economic Research.

Bernanke, B. y M. Gertler (1989), "Agency Costs, Net Worth, and Business Fluctuations", *American Economic Review*, Vol. 79, pp. 14-31.

Bernanke, B., M. Gertler y S. Gilchrist (1998), "The Financial Accelerator in a Quantitative Business Cycle Framework", NBER Working Paper 6455, Cambridge: National Bureau of Economic Research.

Castro, J.F. y E. Morón (2000), "Uncovering Central Bank's Monetary Policy Objectives: Going Beyond Fear of Floating", mimeo, Lima: Universidad del Pacífico.

Castro, J.F. y J. Torres (2001), "Análisis Asimétrico de *Shocks* Monetarios y Cambiarios", mimeo, Lima: Consorcio de Investigación Económica y Social.

Céspedes, L.F., R. Chang y A. Velasco (2000a), "Balance Sheets and Exchange Rate Policy", NBER Working Paper 7840, Cambridge: National Bureau of Economic Research

Céspedes, L.F., R. Chang y A. Velasco (2000b), "Balance Sheets, Exchange Rate Regimes, and Credible Monetary Policy", mimeo, Nueva York: NYU.

Clarida, R., J. Galí y M. Gertler (1998), "Monetary Policy Rules in Practice: Some International Evidence", *European Economic Review*, Vol. 42, pp. 1033 -1067.

Clarida, R., J. Galí y M. Gertler (1999), "The Science of Monetary Policy: A New Keynesian Perspective", *Journal of Economic Literature*, Vol. XXXVII, pp. 1661-1707.

Clarida, R., J. Galí y M. Gertler (2001), "Optimal Monetary Policy in Open vs. Closed Economies: an Integrated Approach", NBER Working Paper 8604, Cambridge: National Bureau of Economic Research.

Dancourt, O., F. Jiménez, W. Mendoza, E. Morón y B. Seminario (2002), "Modelo de Corto Plazo para la Economía Peruana", mimeo, Lima: Consorcio de Investigación Económica y Social.

Dolado, J., R. María-Dolores y M. Naveira (2000), "Asymmetries in Monetary Policy: Evidence for Four Central Banks", CEPR Discussion Paper 2441, Londres: Centre for Economic Policy Research.

Gertler, M., S. Gilchrist y F. Natalucci (2001), "External Constraints on Monetary Policy and the Financial Accelerator", mimeo, Nueva York: NYU.

Kiyotaki, Nobuhiro y John Moore (1997), "Credit Cycles", *Journal of Political Economy*, Vol. 105, pp. 211-248.

Koop, G., H. Pesaran y S. M. Potter (1996), "Impulse Response Analysis in Non-Linear Multivariate Models", *Journal of Econometrics*, Vol. 74, pp. 119 – 147.

Masson, P., M. Savastano y S. Sharma (1997), "The Scope for Inflation Targeting in Developing Countries", IMF Working Paper 97/130, Washington DC: International Monetary Fund.

Mishkin, F. y M. Savastano (2000), "Monetary Strategies for Latin America", NBER Working Paper 7617, Cambridge: National Bureau of Economic Research.

Morón, E. y D. Winkelried (2001), "Monetary Policy Rules for Financially Vulnerable Economies", mimeo, Lima: Universidad del Pacífico.

Stock, J. y M. Watson (2001), "Vector Autoregressions", *Journal of Economic Perspectives*, Fall.

Svensson, L. (1997), "Inflation Forecast Targeting: Implementing and Monitoring Inflation Targets", *European Economic Review*, Vol. 41.

Svensson, L. (2000), "Open Economy Inflation Targeting", *Journal of International Economics*, Vol. 50, pp. 155-184.

Townsend, Robert M. (1979), "Optimal Contracts and Competitive Markets with Costly State Verification", *Journal of Economic Theory*, Vol. 21, pp. 265-293.

Weise, C. (1999) "The Asymmetric Effects of Monetary Policy: A Nonlinear Vector Autoregression Approach", *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 31, No. 1, pp. 85 - 108.