

EFFECTOS DE SALTOS DE VOLATILIDAD EN EL EQUILIBRIO DE UNA ECONOMÍA ESTOCÁSTICA, PEQUEÑA Y ABIERTA: EL CASO MEXICANO 1995-2009

*Claudia Estrella Castillo Ramírez*¹

*Pablo Pérez Akaki*²

*Francisco Venegas-Martínez*³

Resumen

En este trabajo se desarrolla un modelo de una economía estocástica, pequeña y abierta en donde las variables financieras y económicas relevantes se describen a través de procesos de difusión con saltos. En el equilibrio macroeconómico se determinan el tipo de cambio y la inflación. Asimismo se examina cómo los saltos en la volatilidad afectan dicho equilibrio. Por último, para el caso mexicano, 1995-2009, se lleva a cabo un análisis empírico sobre los efectos de la volatilidad condicional, de procesos de difusión con saltos, en los fundamentales de la economía.

1. Introducción

La burbuja inmobiliaria de los Estados Unidos de América (EUA) seguida de una debacle financiera mundial en 2008-2009 generó saltos bruscos e inesperados en el tipo de cambio (peso/dólar), como consecuencia de ello se requieren modelos explicativos que proporcionen dinámicas más realistas para analizar el comportamiento de dicha variable y

¹ Profesora-Investigadora del Departamento de Sistema de la Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Azcapotzalco.

² Profesor del departamento de Posgrado de la Facultad de Estudios Superiores Acatlán de la Universidad Nacional Autónoma de México.

³ Profesor de la Escuela Superior de Economía del Instituto Politécnico Nacional.

medir sus efectos sobre otros fundamentales. Para ello, los procesos de difusión combinados con procesos de Poisson suministran una herramienta adecuada; la componente de difusión modela los pequeños cambios que se ven todos los días y la componente de los saltos bruscos y repentinos.

En un entorno económico mundial cada vez más globalizado, los agentes económicos se ven expuestos a diferentes tipos de riesgo, en particular al riesgo cambiario, pues dada la integración de mercados de bienes y financieros, las variaciones en el tipo de cambio pueden afectar negativamente a diferentes sectores de las economías, especialmente a importadores/exportadores e inversionistas internacionales, así como a gobiernos que sufragan el servicio de sus deudas. Las lecciones de la crisis mundial 2008-2009 han obligado a replantear el papel y los objetivos de las autoridades económicas y financieras.

De acuerdo con Robert Mundell (1963), los objetivos de política económica internacional son tres y, de acuerdo con Krugman (1999), son alcanzables a lo mucho dos de ellos simultáneamente: una política monetaria independiente, un tipo de cambio estable y una plena movilidad de capitales. A menudo, el objetivo a sacrificar es la estabilidad del tipo de cambio. La situación anterior, junto con la experiencia de la crisis financiera internacional en 2008-2009, ha traído de nuevo al centro del debate la discusión sobre el régimen de tipo de cambio más conveniente para las diferentes economías, llevando estas posturas hacia los extremos: los países pueden adoptar un tipo de cambio totalmente flexible sin que las autoridades intervengan en éste u optar por un tipo de cambio totalmente fijo (o superfijo) a tal grado que se renuncien a su propia política monetaria, en lo que se ha denominado la solución de "dos polos" (Fischer, 2001), lo cual bajo el análisis de la trinidad irreconciliable implicaría renunciar ya sea a la estabilidad o a la política monetaria.

Por ejemplo, en 1989, la crisis Asiática tuvo efectos severos en países que utilizaron un tipo de cambio fijo, una tasa fija de devaluación, una banda ajustable de tipo de cambio o un plan de convertibilidad, como: Brasil, Ecuador, Tailandia, Corea, Indonesia, Bosnia, entre otros. De acuerdo al Fondo Monetario Internacional (FMI), aproximadamente el 18% de los países en el mundo tienen uno de los regímenes anteriormente mencionados; esta proporción es más o menos similar a la que se tuvo en 1990

y en 2000. Más recientemente, de acuerdo con el FMI, en 2008, al menos 88 países mantenían un régimen de tipo de cambio fijo o semifijo.

Estudios sobre las ventajas de las alternativas extremas han probado que un tipo de cambio flexible estimula la productividad en los países que adoptaron este régimen, aunque pueden presentarse periodos de gran volatilidad que afectan al sector real y que provocan desconfianza en los inversionistas internacionales. Mientras que los países que adoptan un tipo de cambio superfijo logran, en el corto plazo, mejores resultados en el control de la inflación (Gosh *et al.* 1996, Bleaney y Fielding 2002 y Edwards 2002), aunque en el largo plazo se pueden presentar crisis de credibilidad (Calvo 1986). No obstante, existe también el reconocimiento de que la elección del tipo de cambio depende de las condiciones económicas de cada país y de sus objetivos (Hausman, *et al.* 2001).

En esta discusión sobre el régimen del tipo de cambio aparece una postura que sostiene que además de los dos polos, algunos países, principalmente en desarrollo, han decidido adoptar un régimen de tipo de cambio flexible con la intervención constante de sus autoridades monetarias para reducir su volatilidad dada la alta transmisión que existe hacia las tasas de interés, lo que se ha llamado el “miedo a la flotación” (Calvo y Reinhart 2000, Reinhart, 2000 y Hausman, 2001). Por su parte, Edwards (2001) en una posición contraria sostiene que no es posible llamarle miedo a la flotación, sino una política óptima de reacción: si los países en desarrollo permiten cierta volatilidad de su moneda, esta volatilidad provoca desconfianza de los inversionistas internacionales y desinterés en éstos mercados, condenando a los países a pagar tasas de interés más altas por su deuda internacional lo que podría retrasar su crecimiento económico.

La razón para intervenir en el mercado cambiario, de acuerdo con Edwards (2000) es la reducción de los efectos negativos que la volatilidad del tipo de cambio puede provocar en las variables reales de la economía, tales como los encontrados por Gosh *et al.* (1996) en un análisis de los países con tipo de cambio flexible que enfrentan una mayor volatilidad en la producción y en el empleo, resultados que pueden deteriorar la credibilidad de las autoridades en su lucha por el control de la inflación y el bienestar de los agentes. Estos estudios examinan los efectos que

tiene la volatilidad del tipo de cambio, mas no explican la razón de esta volatilidad. Para entender entonces el comportamiento del tipo de cambio y su volatilidad, Grinols y Turnovsky (1994) propusieron un modelo que utiliza procesos de difusión para conducir el comportamiento de las variables económicas, lo que permite tener una descripción técnicamente sencilla de los efectos de la volatilidad del tipo de cambio en los diferentes sectores de la economía.

En el presente trabajo, como extensión de los modelo de Grinols y Turnovsky (1993) y (1994), y Turnovsky (2000), se desarrolla un modelo macroeconómico dinámico en donde el comportamiento de las variables económicas fundamentales se describe a través de procesos de difusión con saltos (movimientos brownianos combinados con saltos de Poisson). En el modelo propuesto, la economía descrita está poblada por consumidores idénticos en preferencias y dotaciones, maximizadores de utilidad, que eligen en todo momento la cantidad de un bien genérico a consumir y los activos financieros en los que invertirán. Entre los activos disponibles en la economía se encuentran: un bono denominado en moneda doméstica, un bono denominado en moneda extranjera y activos de capital de una empresa doméstica representativa de la economía. Existe además un gobierno que decide el gasto, las tasas impositivas y la cantidad de dinero en circulación.

Este modelo es congruente con los modelos teóricos contemporáneos de determinación del tipo de cambio, pues incorporan la influencia que los flujos de bienes desde y hacia el exterior tienen en el equilibrio de largo plazo; considera al tipo de cambio como una variable que equilibra los flujos financieros de los inversionistas internacionales y justifica que el comportamiento en ésta variable también se ve afectado por la relación entre los niveles de precios dentro y fuera de la economía. En este sentido, el tipo de cambio juega tres roles en la economía: 1) equilibra los flujos de bienes, 2) equilibra los flujos de efectivo y 3) equilibra los precios domésticos de los bienes en relación con los precios en el exterior.

La inclusión de procesos de difusión con saltos permite la discriminación entre los choques frecuentes y los no frecuentes de las variables exógenas del modelo y permite identificar los efectos de éstos en el tipo de cambio de equilibrio. Al respecto, Beine y Laurent (2003) han encon-

trado que la intervención de los bancos centrales en el mercado cambiario, la cual podría ser por miedo a la flotación, puede llevar a las observaciones aberrantes que provocan el alejamiento de la normalidad del tipo de cambio. Sin embargo, no es la única causa de saltos en el tipo de cambio, pues también pueden ser provocados por el desempleo, la inflación y los diferenciales de las tasas de interés. En suma, los saltos específicamente del tipo de cambio obedecen a variables relacionadas con las fuerzas de mercado, y son parte del riesgo sistemático (Cao, 2001). En este sentido, en el presente trabajo se analizan, en el equilibrio, los efectos de la volatilidad en el tipo de cambio sobre las políticas monetaria y fiscal, la producción y la inflación. En conclusión, lo más importante de este análisis es que además de considerar los movimientos frecuentes, que se observan todos los días, en el tipo de cambio, se analizan también los efectos de los movimientos bruscos y repentinos, que ocasionalmente ocurren, los cuales son descritos por un proceso de Poisson.

Uno de los objetivos de la presente investigación es la descripción del comportamiento de un tipo de cambio congruente con los resultados empíricos mostrados en la literatura, es decir, caracterizado por un exceso de curtosis, sesgo y colas pesadas. La evidencia empírica sobre las variables financieras y económicas presentada en Akgiray y Booth (1988), Jarrow y Rosefeld (1984), Park, Ahn y Fujihara (1993), Venegas-Martínez (2001) y (2005), Cao (2001) y Beine y Laurent (2003), entre muchos otros, muestra que las series (económicas y financieras) están caracterizadas por discontinuidades en su comportamiento, lo que cuestiona el supuesto de normalidad, característico de los procesos de difusión, situación que ha motivado la búsqueda de mejores modelos que expliquen hechos estilizados y entre ellos destacan los procesos de difusión con saltos Poisson (mezclas de movimientos geométricos brownianos con saltos de Poisson).

El trabajo se organiza de la siguiente manera: la Sección 2 desarrolla formalmente el modelo macroeconómico, la Sección 3 ofrece evidencia empírica sobre los saltos y la influencia que éstos tienen en la determinación del tipo de cambio y la última sección ofrece las conclusiones, así como las limitaciones y ventajas del trabajo realizado, también se mencionan algunas sugerencias para futuras investigaciones.

2. Modelo macroeconómico

La economía descrita en este modelo es la de un país que no puede influir en los precios externos y que se mantendrá, por siempre, en esta condición, es decir, su comportamiento será permanentemente el de una economía tomadora de precios. El nivel general de precios de esta economía satisface:

$$\frac{dP_t}{P_t} = \pi_p dt + du_{p,t} + v_p dS_{p,t}. \quad (1)$$

Esta ecuación describe el cambio porcentual instantáneo del nivel general de precios (la inflación instantánea) como un proceso estocástico que sigue una tendencia física π_p a lo largo del tiempo, pero que presenta desviaciones aleatorias de dicha tendencia, debido en primer lugar, el término $du_{p,t}$ que modela los pequeños movimientos que se observan todos los días mediante una variable aleatoria normal con media cero y varianza $\sigma_p^2 dt$ (movimiento browniano o proceso de Wiener) y, en segundo lugar, por el término $dS_{p,t}$ que produce saltos bruscos que ocasionalmente se presentan y son caracterizados por una variable aleatoria Poisson con media y varianza $\lambda_p dt$ (proceso de Poisson), donde v_p representa el tamaño medio del salto esperado. La probabilidad de que un salto ocurra es proporcional a $\lambda_p dt$. En otras palabras,

$$\left\{ \begin{array}{l} \Pr(\text{un salto unitario durante } dt) = \Pr(dS_{p,t} = 1) = \lambda_p dt, \\ \Pr(\text{ningún salto durante } dt) = \Pr(dS_{p,t} = 0) = 1 - \lambda_p dt + o(dt), \\ \Pr(\text{más de un salto durante } dt) = \Pr(dS_{p,t} \geq 1) = o(dt), \end{array} \right.$$

donde, como siempre, el significado de $o(dt)$ es que $o(dt)/dt \rightarrow 0$ cuando $dt \rightarrow 0$. Se supone que el movimiento browniano y el proceso Poisson son (estocásticamente) independientes entre sí. De la misma manera el comportamiento de los precios externos (Q_t) y el tipo de cambio (E_t) son modelados por procesos de difusión con saltos:

$$\frac{dQ_t}{Q_t} = \pi_q dt + du_{q,t} + v_q dS_{q,t} \quad (2)$$

y

$$\frac{dE_t}{E_t} = e dt + du_{e,t} + v_e dS_{e,t} \quad (3)$$

Donde $du_{i,t}$ son variables aleatorias normales con $E(du_{i,t})^2 = \sigma_i^2 dt$ y $E(dS_{i,t}) = \lambda_i dt$, para $i = q, e$. Estas variables se vinculan entre sí por medio de la condición de paridad de poder de compra $P_t = Q_t E_t$, condición que permite expresar los parámetros del proceso de precios domésticos en función del proceso de precios externos (exógeno) y del tipo de cambio (endógeno) y de las covarianzas entre estos procesos. En este caso, a través de la aplicación del lema Itô (véase el Apéndice A) se obtiene la ecuación diferencial estocástica del índice de precios doméstico, el cual satisface:

$$\begin{aligned} \frac{dP_t}{P_t} = \frac{d(Q_t E_t)}{(Q_t E_t)} &= (\pi_q + e + \sigma_{qe}) dt + du_{q,t} + du_{e,t} \\ &+ v_q dS_{q,t} + v_e dS_{e,t}. \end{aligned}$$

De esta manera, se tiene que

$$\pi_p = \pi_q + e + \sigma_{qe}, \quad du_{p,t} = du_{q,t} + du_{e,t}$$

y

$$v_p du_{p,t} = (v_q, v_e) \begin{pmatrix} dS_{q,t} \\ dS_{e,t} \end{pmatrix} = v_q dS_{q,t} + v_e dS_{e,t}$$

2.1 Comportamiento de los consumidores

Considere una economía (doméstica) poblada por consumidores con preferencias y dotaciones idénticas, los cuales tienen vida infinita y maximizan su satisfacción por un bien de consumo y por la tenencia de saldos monetarios reales. En este contexto, los saldos reales producen satisfacción únicamente por sus servicios de liquidez. De esta manera, la función de utilidad (satisfacción o felicidad) tiene dos argumentos: un bien genérico de consumo de carácter perecedero y dinero en términos de los bienes que el individuo puede comprar (poder adquisitivo). En la economía doméstica el consumidor representativo tiene la siguiente función de utilidad (esperada) total descontada del tipo von Neumann-Morgenstern.

$$V_0 = E_0 \left\{ \int_0^{\infty} \left[\theta \ln(c_t) + \gamma \ln \left(\frac{M_t}{P_t} \right) \right] e^{-\delta t} dt \mid F_0 \right\} \quad (4)$$

Donde c_t representa el consumo, M_t es la cantidad de dinero nominal, θ y γ son parámetros que definen para el consumidor la importancia relativa entre el consumo y saldos reales, δ es la tasa subjetiva de descuento, E_0 representa la esperanza matemática en el tiempo $t = 0$ y F_0 la información de mercado disponible hasta el tiempo $t = 0$. Se supone que θ , γ y δ son todas constantes positivas.

Asimismo, las decisiones del consumidor representativo determinan el nivel de su riqueza real, a_t , la cual está dada por:

$$a_t = \frac{M_t}{P_t} + \frac{B_t}{P_t} + \frac{E_t B_t^*}{P_t} + K_t \quad (5)$$

Donde B_t representa la cantidad de bonos nominales domésticos, B_t^* es la cantidad de bonos nominales externos (denominados en moneda extranjera, específicamente dólares) y K_t la cantidad de títulos de capital que el consumidor tiene en su poder. De esta manera, el cambio marginal de la riqueza a lo largo del tiempo satisface:

$$da_t = a_t (N_{m,t} dR_{m,t} + N_{b,t} dR_{b,t} + N_{b^*,t} dR_{b^*,t} + N_{k,t} dR_{k,t}) - c_t(1 + \tau_c)dt - d\tau_t \quad (6)$$

Donde $N_{i,t}$ es la proporción de la riqueza asignada en los diferentes activos, $i = m, b, b^*, k$ y que por lo tanto cumplen la condición:

$$N_{m,t} + N_{b,t} + N_{b^*,t} + N_{k,t} = 1 \quad (7)$$

Las cantidades $R_{i,t}$ representa los rendimientos de los activos, τ_c es un impuesto (*ad valorem*) al consumo y τ_t es un impuesto a la riqueza. Se supone que τ_t tiene una ecuación de comportamiento dada por

$$d\tau_t = a_t (\bar{\tau} dt + du_{\tau,t} + v_{\tau} dS_{\tau,t}). \quad (8)$$

Por su parte, los rendimientos de los activos financieros, aplicando el lema de Itô (véase Apéndice A) con la ecuación (1) como proceso subyacente (ver Apéndice A), están dados por

$$dR_{m,t} = r_m dt - du_{p,t} + \left(\frac{1}{1+v_p} - 1 \right) dS_{p,t} \quad (9)$$

$$dR_{b,t} = r_b dt - du_{p,t} + \left(\frac{1}{1+v_p} - 1 \right) dS_{p,t} \quad (10)$$

$$dR_{b^*,t} = r_{b^*} dt - du_{q,t} + \left(\frac{1}{1+v_p} - 1 \right) dS_{q,t} \quad (11)$$

$$dR_{k,t} = r_k dt + du_{k,t} + v_k dS_{p,t} \quad (12)$$

Donde $r_m = -\pi_p + \sigma_p^2$, $r_b = i(1 - \tau_i) - \pi_p + \sigma_p^2$, $r_b^* = i^*(1 - \tau_{i^*}) - \pi_q + \sigma_q^2$ y τ_i y τ_{i^*} representan respectivamente los impuestos sobre las tasas de interés (nominales) domésticas y externas. En las ecuaciones (9) y (10) el término de salto satisface formalmente:

$$\begin{aligned} \left(\frac{1}{1+v_p} - 1 \right) dS_{p,t} &= \left(\frac{1}{1+v_q} - 1, \frac{1}{1+v_e} - 1 \right) \begin{pmatrix} dS_{q,t} \\ dS_{e,t} \end{pmatrix} \\ &= \left(\frac{1}{1+v_q} - 1 \right) dS_{q,t} + \left(\frac{1}{1+v_e} - 1 \right) dS_{e,t} \end{aligned}$$

Los parámetros de la ecuación de rendimientos sobre los activos de capital se determinarán, posteriormente, de manera endógena.

El problema de maximización de utilidad esperada sujeta a (6) y (7) es un problema de optimización intertemporal cuya técnica de solución es la programación dinámica estocástica en tiempo continuo (o control óptimo estocástico en tiempo continuo). En este caso, las condiciones de primer orden se obtienen por medio de la condición de Hamilton-Jacobi-Bellman (HJB) (véase el Apéndice B). A partir de dichas condiciones se tiene que la siguiente solución para el consumo está dada por:

$$c_t = \frac{\theta \delta}{(\gamma + \theta)(1 + \tau_c)} a_t \quad (13a)$$

Lo cual indica que el consumo es proporcional a la riqueza cualquiera que sea el nivel de esta última. Asimismo, se observa que el consumo es una función creciente de la tasa subjetiva de descuento y decre-

ciente de los impuestos al consumo y de la valoración (subjettiva) de los saldos reales en la función de utilidad (γ). Asimismo, las condiciones de primer orden conducen a:

$$\frac{\delta(1-\theta)}{N_{m,t}} + r_m = -\sigma_{WP} + \frac{\lambda_e v_e}{1 + (1 - N_{m,t} - N_{b,t} - N_{b^*,t})v_e} + \frac{\lambda_q v_q}{1 + (1 - N_{m,t} - N_{b,t} - N_{b^*,t})v_q} + \delta\phi \quad (13b)$$

$$r_b = r_m + \frac{\delta(1-\theta)}{N_{m,t}} \quad (13c)$$

$$r_k = \sigma_{Wk} - \frac{\lambda_k v_k}{1 + (1 - N_{m,t} - N_{b,t} - N_{b^*,t})v_k} + \delta\phi \quad (13d)$$

$$y$$

$$r_{b^*} = -\sigma_{WP^*} + \frac{\lambda_e v_e}{1 + (1 - N_{m,t} - N_{b,t} - N_{b^*,t})v_e} + \delta\phi \quad (13e)$$

A partir de la solución simultánea del sistema de ecuaciones anterior, se tiene que:

$$N_{m,t} = \frac{\gamma\delta}{(\gamma + \theta) i(1 - \tau_i)} \quad (14)$$

Lo anterior indica que la proporción óptima de la riqueza que se destina a la tenencia de efectivo es función creciente de la tasa subjettiva de descuento, pero decreciente de la tasa de interés doméstica. También, de dichas condiciones de primer orden se obtiene la siguiente relación entre el rendimiento del capital y la tasa de interés de los bonos domésticos:

$$r_k - r_b = \sigma_{Wk} - \frac{\lambda_k v_k}{1 + (1 - N_{m,t} - N_{b,t} - N_{b^*,t})v_k} + \delta\phi + \pi_p - \sigma_p^2 - \frac{\delta(1-\theta)}{N_{m,t}} \quad (15)$$

Esta expresión describe el excedente del rendimiento de los activos de capital sobre los bonos domésticos. Por último, se obtiene el diferencial de rendimientos entre los bonos extranjeros y domésticos:

$$r_{b^*} - r_b = -\sigma_{WP^*} + \frac{\lambda_q v_q}{1 + (1 - N_{m,t} - N_{b,t} - N_{b^*,t})v_q} + \delta\phi + \pi_p - \sigma_p^2 - \frac{\delta(1-\theta)}{N_{m,t}} \quad (16)$$

La cual representa excedente del rendimiento del bono externo respecto al bono doméstico. Las expresiones anteriores permiten la determinación de las demandas de bonos externos y activos de capital en la economía. Las ecuaciones (15) y (16) pueden resolverse simultáneamente para determinar las expresiones de $N_{k,t}$ y $N_{b^*,t}$ en las trayectorias de equilibrio (ver Apéndice C), que más adelante se utilizarán en la solución del equilibrio.

2.2. Comportamiento de las empresas

La función de producción de de la empresa representativa en esta economía satisface:

$$dY_t = \alpha K_t dt + \alpha K_t du_{y,t} + \alpha K_t v_y dS_{y,t} \quad (17)$$

De esta manera, la producción se comporta como un proceso de difusión con saltos que depende del acervo de capital en la economía, K_t , y de un factor constante de productividad α . Se supone que las ganancias del capital pueden generarse por medio de incrementos en los precio de los activos o por el pago de dividendos, los cuales se gravan a tasas diferenciadas. Si la política de dividendos de las empresas es el pago de una proporción constante φ de los ingresos después de impuestos, se obtienen, endógenamente, todos los términos de la ecuación (12), es decir:

$$r_k = (1 - \tau_y)[1 - \varphi\tau_d - (1 - \varphi)\tau_g]\alpha = (1 - \tau_y)(1 - \tau_k)\alpha \quad (18a)$$

$$du_{k,t} = (1 - \tau_y)[1 - \varphi\tau_d - (1 - \varphi)\tau_g]\alpha du_{y,t} = (1 - \tau_y)(1 - \tau_k)\alpha du_{y,t} \quad (18b)$$

$$v_k dS_{k,t} = (1 - \tau_y)[1 - \varphi\tau_d - (1 - \varphi)\tau_g]\alpha v_y dS_{y,t} = (1 - \tau_y)(1 - \tau_k)\alpha v_y dS_{y,t} \quad (18c)$$

Donde τ_d representa la tasa impositiva sobre los dividendos, τ_g es la tasa de impuestos sobre las ganancias de capital y τ_y representa la tasa a la que se gravan los ingresos corporativos. El rendimiento en los activos de capital se ve favorecido con la mayor productividad del capital y se afecta negativamente con cualquier tipo de impuestos.

2.3. Comportamiento del gobierno

En esta economía se tiene un gobierno cuyas acciones son: 1) ejercer el gasto público recaudado por medio de los impuestos, 2) la impresión del dinero y 3) la emisión de bonos mediante operaciones de mercado abierto. En este caso, el gobierno tiene como restricción presupuestal:

$$d\left(\frac{M_t}{P_t}\right) + d\left(\frac{B_t}{P_t}\right) = dG_t - d\tau_t + \left(\frac{M_t}{P_t}\right)dR_{m,t} + \left(\frac{B_t}{P_t}\right)dR_{b,t} \quad (19)$$

Donde G_t representa el proceso de gasto de gobierno, el cual se describe como:

$$dG_t = g\alpha K_t dt + g'\alpha K_t du_{g,t} + v_g\alpha K_t dS_{g,t} \quad (20)$$

Por su parte, de manera autónoma, M_t representa la masa monetaria y se supone que su comportamiento a lo largo del tiempo sigue un proceso de la forma:

$$dM_t = \mu dt + du_{m,t} + v_m dS_{m,t} \quad (21)$$

En la expresión (20) los parámetros g , g' y v_g se interpretan, respectivamente, como la tendencia, constante de proporcionalidad del riesgo y magnitud esperada del salto del proceso de gasto de gobierno, mientras que en la expresión (21) los parámetros correspondientes son μ , 1 y v_m respectivamente. Debido a que g' es el parámetro asociado con la varianza del gasto de gobierno, se supondrá, sin pérdida de generalidad que σ_g^2 es 1.

Como puede verse en la expresión (19), el gobierno tiene ingresos por medio de la recaudación de impuestos, que cobra tanto a las empresas, $\tau_{b,t}$ como a los consumidores, $\tau_{e,t}$ y que se satisfacen, respectivamente:

$$d\tau_{b,t} = \tau_c c_t dt + a_t(\bar{\tau} dt + du_{\tau_t} + v_t dS_{\tau_t}) + i\tau_t N_{b,t} a_t dt \\ + (1 - \tau_y)[\phi\tau_d + (1 - \phi)\tau_g](\alpha dt + \alpha du_{y,t} + \alpha v_y dS_{y,t}) \quad (22)$$

y

$$d\tau_{e,t} = \alpha\tau_y K_t (dt + du_{y,t} + v_y dS_{y,t}) \quad (23)$$

Adicionalmente, el gobierno adopta una política de endeudamiento definida a partir de una razón constante entre la cantidad de dinero y la cantidad de bonos en la economía, expresada como $M_t / B_t = \xi$, cociente que se interpreta como la política de esterilización de la autoridad monetaria.

2.4. Equilibrio doméstico macroeconómico

En el modelo no existe acumulación de reservas, lo cual implica un tipo de cambio totalmente flexible en el que el ingreso neto de divisas (saldo de las exportaciones netas y los intereses obtenidos del exterior) se corresponden completamente con el volumen de bonos extranjeros: si el saldo es positivo, los bonos extranjeros en poder de los nacionales aumenta y viceversa, lo cual se expresa mediante

$$d\left(\frac{B_t^*}{Q_t}\right) = dY_t - dc_t - dK_t - dG_t + \left(\frac{B_t^*}{Q_t}\right) dR_{b^*,t} \quad (24)$$

Si se sustituyen las expresiones (11), (17) y (20) en la expresión anterior, se encuentra la condición para el equilibrio doméstico en el mercado de bienes:

$$\begin{aligned} d\left(\frac{B_t^*}{Q_t}\right) + dK_t = & \left(\alpha(1-g)K_t - c_t + (i^* - q + \sigma_q^2) \frac{B_t^*}{Q_t} \right) dt \\ & + \alpha K_t (du_{y,t} - g' du_{g,t}) - \frac{B_t^*}{Q_t} du_{q,t} \\ & + \alpha K_t (v_y dS_{y,t} - v_g dS_{g,t}) + \frac{B_t^*}{Q_t} \left(\frac{1}{1 + v_q} - 1 \right) dS_{q,t} \end{aligned} \quad (25)$$

La expresión resultante da cuenta de la acumulación de riqueza en manos de los agentes domésticos a partir de la acumulación de bonos extranjeros y de capital físico. A este par de instrumentos se les identifica como los activos comercializables internacionalmente.

2.5 Equilibrio macroeconómico

En el modelo propuesto se identifican como factores externos a las políticas monetaria y fiscal, la política de deuda, la inflación externa y la productividad. Son variables endógenas el proceso del nivel general de precios, los rendimientos de los activos, la acumulación de capital, el consumo, los impuestos y el tipo de cambio. Se procede a continuación a la determinación de las diferentes expresiones de equilibrio que deben satisfacer las variables endógenas del modelo.

2.5.1 Nivel de precios de equilibrio

El equilibrio intertemporal del portafolio de inversión de los consumidores implica que la razón entre la tenencia de bonos domésticos, $N_{b,t}$ y la cantidad de activos comercializables internacionalmente, $N_{k,t} + N_{b^*,t}$ permanece constante, de lo cual se deduce que el comportamiento del nivel general de precios en equilibrio está dado por (véase el Apéndice C sobre la determinación de una solución factible de $N_{m,t}$, $N_{b,t}$, $N_{b^*,t}$ y $N_{k,t}$):

$$P_t = \left(\frac{N_{b^*,t} + N_{k,t}}{N_{m,t}} \right) \left(\frac{M_t}{B_t^* / Q_t + K_t} \right) \quad (26)$$

Observe que la expresión anterior la dinámica de los precios depende de las trayectorias en equilibrio de la oferta monetaria, los bonos externos y el capital. Si se igualan los componentes de tendencia, riesgo y saltos en la expresión (26) y, posteriormente, se igualan con el lado derecho de la expresión resulta que:

$$\pi_t = \mu - \alpha(1-g)\eta - (1-\eta)(i_t^* - \pi_q + \sigma_q^2) + \frac{\theta\delta\eta}{(1+\tau_c)(\theta+\gamma)N_{k,t}} \quad (27)$$

$$+ \alpha^2\eta^2\sigma_y^2 + \alpha^2\eta^2g'^2\sigma_g^2 + (1-\eta)^2\sigma_q^2$$

Donde las componentes de riesgo de M_t , B_t^* , Q_t y K_t se suponen, por simplicidad, no correlacionadas y donde se ha denotado $\eta = N_{k,t} / (N_{k,t} + N_{b^*,t})$; en el caso del componente de riesgo del proceso de precios, la expresión resultante es:

$$du_{p,t} = du_{m,t} - \alpha\eta du_{y,t} + \alpha\eta g' du_{g,t} + (1-\eta) du_{q,t} \quad (28)$$

Y en el caso del componente de saltos, los precios se comportan como:

$$v_p dS_{p,t} = v_m dS_{m,t} - \alpha\eta (v_y dS_{y,t} - v_g dS_{g,t}) - (1 - \eta) \left(\frac{1}{1 + v_q} - 1 \right) dS_{q,t} \quad (29)$$

La expresión (27) muestra una condición ampliamente conocida del comportamiento de la inflación: un incremento de la tasa de expansión monetaria genera un incremento en la inflación de la magnitud, así como también lo hace un incremento en el gasto público y en la importancia del consumo en la función de utilidad. Por otro lado, incrementos en la tasa de productividad y en el rendimiento real de los bonos externos disminuyen la inflación.

Adicionalmente, la expresión (27) permite ver que la incertidumbre sobre el comportamiento de la producción, el gasto de gobierno y el tipo de cambio tiene efectos sobre la inflación, resultado que se confirma en la ecuación (28). Asimismo en (27) se corrobora que la incertidumbre en la política monetaria, la producción, el gasto de gobierno y la inflación externa conducen un escenario de incertidumbre en el comportamiento de la inflación. Por último, la ecuación (29) justifica que los saltos en el proceso inflacionario son conducidos por saltos otras variables fundamentales: anuncios inesperados sobre la política monetaria, el gasto de gobierno, la producción doméstica y la inflación externa.

2.5.2 Impuestos de equilibrio

La solución conjunta de (1), (8), (20), (21), (22), (23) y la política de endeudamiento del gobierno, una vez sustituidas en la restricción presupuestaria gubernamental (19), permiten encontrar los parámetros del proceso de impuestos a la riqueza (8) en función de los parámetros del modelo y del resto de impuestos definidos para el consumo, las ganancias de capital, los dividendos y los ingresos corporativos, expresiones que resultan en

$$\bar{v} = agN_{k,t} + iN_{b,t} + (N_{m,t} + N_{b,t})(\sigma_{mp} - \mu) - (i\tau_t N_{b,t} + \tau_c c_t + \alpha[(1 - \tau_y)\tau_k + \tau_y]N_{k,t}) \quad (30)$$

$$du_{\tau,t} = \alpha g' N_{k,t} du_{g,t} - (N_{m,t} + N_{b,t}) du_{m,t} - \alpha[(1 - \tau_y)\tau_k + \tau_y] N_{k,t} du_{y,t} \quad (31)$$

$$v_t dS_{\tau,t} = \alpha N_{k,t} v_g dS_{g,t} - (N_{m,t} + N_{b,t}) v_y dS_{m,t} - \alpha[(1 - \tau_y)\tau_k + \tau_y] N_{k,t} v_y dS_{y,t} \quad (32)$$

Llama la atención el exceso de impuestos que se cobran en esta economía, pues han sido gravados el consumo, la riqueza, las ganancias de capital y los dividendos para los consumidores y los ingresos corporativos en el caso de las empresas, manteniendo todos estos parámetros exógenos, excepto los impuestos a la riqueza, los cuales se determinaron en función del resto de parámetros de las expresiones de equilibrio. La presencia de una gran cantidad de términos referidos al cobro de impuestos permite un análisis de los diferentes efectos que cada cual tiene en el bienestar económico y así poder determinar la mejor forma de recaudación del gobierno.

Las expresiones (30) a (32) pueden ser analizadas en dos momentos, a partir de las variables del modelo y a partir de las diferentes tasas impositivas. En el primer ejercicio, el gobierno requerirá mayores tasas en el caso de incrementos en el gasto de gobierno, ante incrementos de las tasas de interés, pues requerirá más recursos para pagar su deuda y ante incrementos en los precios. Por el contrario, podría tener disminución en las tasas si aumenta la oferta monetaria, a partir de la menor cantidad de bonos que eso representa y de la baja en los rendimientos reales que la emisión de dinero provoca. En el segundo ejercicio de análisis, los incrementos de cualquier otra tasa demandan una reducción del impuesto a la riqueza, efectos que se canalizan a partir del incremento en la productividad (o la tendencia en el proceso de producción). Finalmente, los efectos en los procesos de riesgo y saltos en los impuestos a la riqueza siguen un comportamiento similar a la tendencia respecto al gasto de gobierno y la emisión de dinero.

2.5.3 Parámetros estocásticos del capital, tipo de cambio, precios e impuestos

En primer lugar, se aborda nuevamente la condición de que en el equilibrio las asignaciones de dinero y el activo de capital son constantes, $N_{m,t}$ y $N_{k,t}$, lo cual implica que los componentes de sus procesos estocásticos con similares, por lo tanto se tiene:

$$dN_{m,t} / dt = d[(M_t / P_t) / a_t] / dt = 0$$

y

$$dN_{k,t} / dt = d[K_t/a_t] / dt = 0$$

Condiciones que generan las relaciones:

$$du_{k,t} = du_{a,t} = du_{m,t} - du_{p,t} \tag{33}$$

$$v_k dS_{k,t} = \left(1 - \frac{1}{1+v_a}\right) dS_{a,t} = v_m dS_{m,t} - \left(1 - \frac{1}{1+v_p}\right) dS_{p,t} \tag{34}$$

Considerando el supuesto de paridad de poder de compra y sustituyendo la expresión (28) en (33) resulta la expresión:

$$du_{e,t} = du_{m,t} + g' \alpha \eta du_{g,t} - \alpha \eta du_{y,t} - \eta du_{q,t} \tag{35}$$

Que ofrece una medida para cuantificar el grado de riesgo del tipo de cambio a partir del riesgo de los procesos exógenos de oferta monetaria, gasto público, producción e inflación externa.

Por otro lado, se calculan ahora los parámetros de los procesos de saltos, λ_i y v_i , $i=k, p, \tau, e$, a partir del cálculo del primero y segundo momentos del proceso Poisson de saltos, que resultan respectivamente en $v_i \lambda_i$ y $v_i^2 \lambda_i$, expresiones cuyo cociente permite el cálculo del parámetro del tamaño del salto y posteriormente son útiles para expresar la probabilidad del salto en función de los parámetros exógenos. Las expresiones resultantes para el proceso de precios son:

$$v_p = \frac{v_m^2 \lambda_m + \alpha^2 \eta^2 (v_y^2 \lambda_y + v_g^2 \lambda_g) + (1 - \eta)^2 \left(\frac{1}{1+v_q} - 1\right)^2 \lambda_q}{v_m \lambda_m - \alpha \eta (v_y \lambda_y - v_g \lambda_g) + (1 - \eta) \left(\frac{1}{1+v_q} - 1\right) \lambda_q} \tag{36}$$

y

$$\lambda_p = \frac{\left(v_m \lambda_m - \alpha \eta (v_y \lambda_y - v_g \lambda_g) + (1 - \eta) \left(\frac{1}{1+v_q} - 1\right) \lambda_q\right)^2}{v_m^2 \lambda_m + \alpha^2 \eta^2 (v_y^2 \lambda_y + v_g^2 \lambda_g) + (1 - \eta)^2 \left(\frac{1}{1+v_q} - 1\right)^2 \lambda_q} \tag{37}$$

Mientras que las expresiones para los parámetros de saltos del capital son:

$$v_k = \frac{v_m^2 \lambda_m \left(1 - \frac{1}{1+v_p}\right)^2 + \frac{\alpha^2 \eta^2}{(1+v_p)^2} (v_y^2 \lambda_y + v_g^2 \lambda_g) + \frac{(1-\eta)^2}{(1+v_p)^2} \left(\frac{1}{1+v_q} - 1\right)^2 \lambda_q}{v_m \lambda_m \left(1 - \frac{1}{1+v_p}\right) + \frac{\alpha \eta}{(1+v_p)} (v_y \lambda_y - v_g \lambda_g) - \frac{(1-\eta)}{(1+v_p)} \left(\frac{1}{1+v_q} - 1\right) \lambda_q} \quad (38)$$

y

$$\lambda_k = \frac{\left(v_m \lambda_m \left(1 - \frac{1}{1+v_p}\right) + \frac{\alpha \eta}{(1+v_p)} (v_y \lambda_y - v_g \lambda_g) - \frac{(1-\eta)}{(1+v_p)} \left(\frac{1}{1+v_q} - 1\right) \lambda_q\right)^2}{v_m^2 \lambda_m \left(1 - \frac{1}{1+v_p}\right)^2 + \frac{\alpha^2 \eta^2}{(1+v_p)^2} (v_y^2 \lambda_y + v_g^2 \lambda_g) + \frac{(1-\eta)^2}{(1+v_p)^2} \left(\frac{1}{1+v_q} - 1\right)^2 \lambda_q} \quad (39)$$

De la misma forma se establecen los parámetros del tipo de cambio, los cuales resultan en:

$$v_e = \frac{v_m^2 \lambda_m + \alpha^2 \eta^2 (v_y^2 \lambda_y + v_g^2 \lambda_g) + \left((1-\eta) \left(\frac{1}{1+v_q} - 1\right) - v_q\right)^2 \lambda_q}{v_m \lambda_m - \alpha \eta (v_y \lambda_y - v_g \lambda_g) + \left((1-\eta) \left(\frac{1}{1+v_q} - 1\right) - v_q\right) \lambda_q} \quad (40)$$

y

$$\lambda_e = \frac{\left(v_m \lambda_m - \alpha \eta (v_y \lambda_y - v_g \lambda_g) + \left((1-\eta) \left(\frac{1}{1+v_q} - 1\right) - v_q\right) \lambda_q\right)^2}{v_m^2 \lambda_m + \alpha^2 \eta^2 (v_y^2 \lambda_y + v_g^2 \lambda_g) + \left((1-\eta) \left(\frac{1}{1+v_q} - 1\right) - v_q\right)^2 \lambda_q} \quad (41)$$

Y finalmente para los impuestos los parámetros son:

$$v_\tau = \frac{\alpha^2 N_{k,t} (v_g^2 \lambda_g + (\tau_k(1-\tau_y) - \tau_y)^2 v_y^2 \lambda_y) + (N_{m,t} + N_{b,t})^2 v_m^2 \lambda_m}{\alpha N_{k,t} (v_g \lambda_g - (\tau_k(1-\tau_y) - \tau_y) v_y \lambda_y) - (N_{m,t} + N_{b,t}) v_m \lambda_m} \quad (42)$$

y

$$\lambda_t = \frac{(\alpha N_{k,t}(v_g \lambda_g - (\tau_k(1 - \tau_y) - \tau_y)v_y \lambda_y) - (N_{m,t} + N_{b,t})v_m \lambda_m)^2}{\alpha^2 N_{k,t}(v_g^2 \lambda_g + (\tau_k(1 - \tau_y) - \tau_y)^2 v_y^2 \lambda_y) + (N_{m,t} + N_{b,t})^2 v_m^2 \lambda_m} \quad (43)$$

2.5.4 Condiciones de equilibrio

Se procede finalmente a la definición de las ecuaciones finales del modelo, que describirán el comportamiento del tipo de cambio y la inflación a partir de los procesos exógenos del modelo. El primer paso es la reexpresión de la ecuación (15) sustituyendo las covarianzas contenidas en esa ecuación, resultando en:

$$\begin{aligned} r_k - r_b &= -g'^2 \alpha^2 \eta^2 \sigma_g^2 - (1 - \eta)^2 \sigma_q^2 + \alpha^2 \eta \sigma_y^2 \\ &+ \lambda_k v_k (1 + N_{k,t} v_k) - \lambda_p \left(\frac{1 + (1 - N_{m,t} - N_{b,t}) v_p}{1 + v_p} \right) \left(\frac{1}{1 + v_p} - 1 \right) \\ &= (1 - \tau_y)(1 - \tau_k) \alpha - i (1 - \tau_i) + \pi_p - \sigma_p^2 \end{aligned} \quad (44)$$

Donde la última igualdad se obtiene de las expresiones (10), (12) y (18a). De la misma forma se estima el diferencial entre los bonos externos y los domésticos, resultando:

$$\begin{aligned} r_{b^*} - r_b &= -g'^2 \alpha^2 \eta^2 \sigma_g^2 - \eta(1 - \eta) \sigma_q^2 - \alpha^2 \eta^2 \sigma_y^2 \\ &+ \lambda_q \left(\frac{1}{1 + v_q} - 1 \right) \left(\frac{1 + (1 - N_{b^*,t}) v_q}{1 + v_q} \right) - \lambda_p \left(\frac{1}{1 + v_p} - 1 \right) \left(\frac{1 + (1 - N_{m,t} - N_{b,t}) v_p}{1 + v_p} \right) \end{aligned} \quad (45)$$

Y cuando se sustituyen (10) y (11) en (45) se obtiene:

$$i(1 - \tau_i) = i^* (1 - \tau_i^*) + e - \sigma_m^2 + \left(\frac{\lambda_q v_q}{1 + v_q} \right) \left(\frac{1 + (1 - N_{b^*,t}) v_q}{1 + v_q} \right) - \left(\frac{\lambda_p v_p}{1 + v_p} \right) \left(\frac{1 + (1 - N_{m,t} - N_{b,t}) v_p}{1 + v_p} \right) \quad (46)$$

Expresión que se identifica con una paridad de tasas de interés no cubierta y que ofrece elementos para justificar porqué la paridad de tasas de interés no cubierta puede diferir, en la medida que exista riesgo de la oferta monetaria y se presenten probabilidades de saltos en los precios internos y externos.

Por último, hay que considerar que $\sigma_{qe} = \eta\sigma_q^2$ y que la paridad de poder de compra implica que $\pi_p = \pi_q + e + \sigma_{qe}$, por lo tanto se puede escribir:

$$\pi_p = \pi_q + e - \eta\sigma_q^2 \quad (47)$$

Con lo cual se conforma un sistema de ecuaciones en el que (27), (44), (46) y (47) son utilizadas para determinar la solución de i , e , π_p y η .

Entonces, se requiere sustituir las ecuaciones (18c), (46) y (47) en (44) y despejar η , resultando

$$\eta^* = \frac{\alpha - i^* (1 - \tau_i^*) + \pi_q + \lambda_k v_k (1 + N_{k,t} v_k) + \lambda_q v_q \left(\frac{1}{1 + v_q} - 1 \right) \left(\frac{1 + (1 - N_{b^*,t}) v_q}{1 + v_q} \right)}{\sigma_q^2 + \alpha^2 \sigma_y^2} \quad (48)$$

Expresión donde se reflejan los efectos que tienen algunas variables exógenas en la sustitución de los activos comercializables del portafolio de inversión: la proporción del portafolio destinada al activo de capital aumenta con la productividad, con la inflación externa y las probabilidades de saltos del activo doméstico y disminuye con el aumento de la tasa de interés externa, la inestabilidad de los precios externos y el riesgo en el crecimiento de la producción. Sustituyendo (46) y (48) en (44) y despejando π_p se encuentra:

$$\pi_p = i^* (1 - \tau_i^*) + e - \alpha + \alpha^2 \eta^{*2} \sigma_y^2 - \lambda_k v_k (1 + N_{k,t} v_k) - \lambda_q v_q \left(\frac{1}{1 + v_q} - 1 \right) \left(\frac{1 + (1 - N_{b^*,t}) v_q}{1 + v_q} \right) \quad (ER)$$

Que es la condición entre inflación y tipo de cambio que mantiene en equilibrio las tasas de interés reales.

Ahora bien, partiendo de la condición (7) y de la razón de deuda del gobierno (ξ) se deduce que:

$$\psi^* = N_{k,t} + N_{b^*,t} = \tag{49}$$

$$= 1 - \frac{(1+\xi)\gamma\delta(\theta+\gamma)^{-1}}{i^*(1-\tau_i^*) + e^{-\sigma_m^2} - \lambda_q v_q \left(\frac{1}{1+v_q} - 1 \right) \left(\frac{1+(1-N_{b^*,t})v_q}{1+v_q} \right) + \left(\frac{\lambda_p v_p}{1+v_p} \right) \left(\frac{1+(1-N_{m,t}-N_{b,t})v_p}{1+v_p} \right)}$$

Expresión que cuando se sustituye junto con (47) en (27) resulta:

$$\begin{aligned} \pi_p = & \mu - i^*(1 - \tau_i^*) + \pi_q + \eta^* [i^*(1 - \tau_i^*) - \pi_q - \alpha(1 - g) + \sigma_q^2] \\ & + \eta^{*2} [\alpha^2 \sigma_y^2 + \sigma_q^2 + g^2 \alpha^2 \sigma_g^2] + \frac{\theta \delta}{(1 + \tau_c)(\theta + \gamma) \psi^*} \end{aligned} \tag{EP}$$

La cual representa la combinación de inflación y tipo de cambio que mantiene en equilibrio el portafolio de inversión del agente representativo y que junto con la ecuación (ER) forma un sistema de ecuaciones que definen el equilibrio macroeconómico.

Como puede apreciarse, la ecuación (ER) describe una relación lineal positiva entre el tipo de cambio y la inflación doméstica, relación que puede justificarse a partir de las condiciones de arbitraje internacional, mientras que la (EP) expresa una relación indirecta e inversa entre estas variables, en respuesta al ajuste de los portafolios de inversión por parte de los inversionistas.

A continuación se efectuará un análisis del efecto que tienen las políticas económicas en el equilibrio expresado por (ER) y (EP).

2.6 Efectos de la política económica en el equilibrio económico

El primer paso es la evaluación de los efectos de la política monetaria en el equilibrio económico, lo cual se cuantifica a partir del análisis de μ , σ_M^2 , λ_M y v_M y sus repercusiones en (ER) y (EP). Cuando se registra un incremento en μ es la (EP) la que se afecta, provocando un aumento tanto de la inflación como del tipo de cambio, situación que se explica a partir de la paridad del poder de compra. Por otro lado, si el incremento se registra en σ_M^2 el efecto es en la misma ecuación pero indirectamente por medio de ψ , provocando incrementos en ambas variables de equilibrio, lo cual indica que la incertidumbre en la aplicación de la política monetaria tendrá efectos inflacionarios y devaluatorios en la moneda doméstica. Ahora bien, si el incremento se registra en los parámetros

del término de saltos de la política monetaria, los efectos son ambiguos a través de los parámetros de los saltos de los precios y el capital, resultando en un efecto incierto en la inflación y el tipo de cambio de equilibrio. En segundo lugar se evalúa el efecto que tiene en el equilibrio la política de gasto público, por medio de los parámetros que la definen, g , g' , λ_g y v_g , en donde el primer parámetro identifica la tendencia y el segundo la incertidumbre.

Los incrementos tanto de la tendencia como de la volatilidad del gasto público genera un desplazamiento hacia arriba de la curva (EP) y con ello un incremento tanto de la inflación como del tipo de cambio, resultado que se justifica por el aumento inflacionario que genera el gasto público y la sustitución de la cartera de inversión hacia los instrumentos de inversión comercializables externamente, trayendo una depreciación de la moneda. Por su parte, los incrementos en los parámetros de saltos en el gasto público tienen efectos inciertos en el equilibrio.

De manera particular se puede deducir que si $v_i \geq 0$ y $\lambda_i \geq 0$ para $i = m, y, q, g$, bajo las condiciones:

$$\frac{2\alpha\eta v_y}{1+v_p} > v_m > \frac{\alpha\eta v_g}{2v_p} \quad (50)$$

Se cumple que $\partial\lambda_q/\partial\lambda_m$ y $\partial\lambda_y/\partial\lambda_m$ son positivas y si:

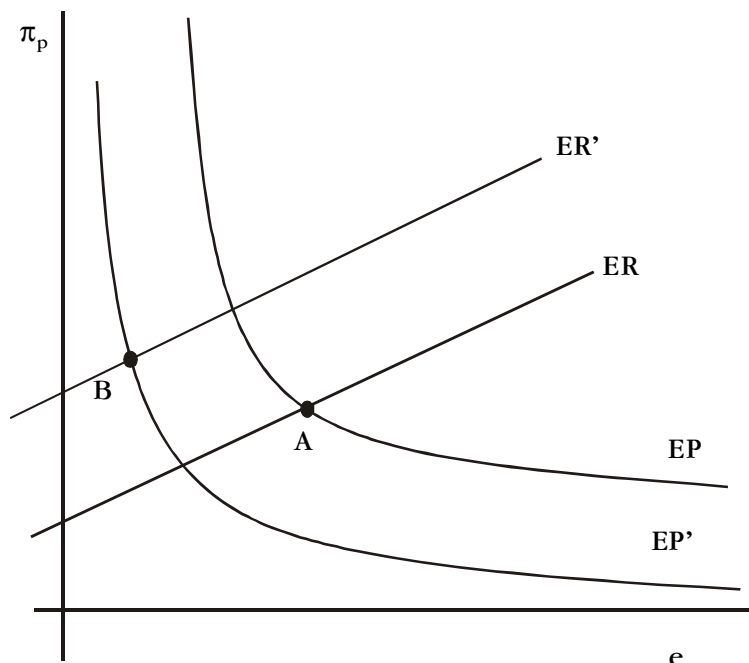
$$2v_m > \alpha\eta v_g > \frac{v_m}{2} \quad (51)$$

Las derivadas $d\lambda_p/d\lambda_m$ y $d\lambda_q/d\lambda_m$ son positivas.

Un incremento en la probabilidad de saltos del proceso de precios, propiciada por un salto en el proceso de gasto de gobierno o de la política monetaria provoca una sustitución de las inversiones en efectivo y en bonos domésticos a favor del capital y los bonos extranjeros, registrándose un desplazamiento hacia abajo de la curva (EP), con un tipo de cambio más bajo para todos los niveles de inflación. Por otro lado, un incremento de las probabilidades de salto del proceso de crecimiento del capital físico, provocado por el incremento de las probabilidades de saltos en cualquiera de los instrumentos de política económica, provoca un desplazamiento de la (ER) hacia arriba, en donde a cada

nivel de inflación le corresponde un tipo de cambio más alto. Como ambos efectos suceden simultáneamente, el efecto total en el equilibrio económico implica un tipo de cambio más bajo y una inflación más alta respecto al equilibrio original, tal como se muestra en la Gráfica 1.

GRÁFICA 1. EQUILIBRIOS DE TIPO DE CAMBIO E INFLACIÓN DEFINIDOS POR ER y EP



Nota: Los cambios de ER a ER' y de EP a EP' corresponden a incrementos iniciales en la probabilidad de saltos en la oferta monetaria y/o el gasto público.

2.7 Efectos de la política económica en la volatilidad del tipo de cambio y la inflación

A partir de las ecuaciones (28) y (35) es permitido expresar el comportamiento de la volatilidad de las variables de equilibrio en función de los componentes de los procesos exógenos al modelo, lo que lleva a:

$$\sigma_p^2 = \sigma_m^2 + \alpha^2 \eta^2 (\sigma_y^2 + g^2 \sigma_g^2) + (1 - \eta)^2 \sigma_q^2 \quad (52)$$

Expresión que describe el componente de volatilidad del proceso de precios y

$$\sigma_e^2 = \sigma_m^2 + \alpha^2 \eta^2 (\sigma_y^2 + g^2 \sigma_g^2) + \eta^2 \sigma_q^2 \quad (53)$$

Describe el componente correspondiente del tipo de cambio, expresiones que son muy semejantes y que permiten descubrir que los efectos de un incremento en la volatilidad de la política monetaria y el gasto de gobierno tienen efectos similares en la volatilidad de los procesos endógenos de equilibrio.

2.8 Efectos en el tipo de cambio e inflación por factores externos

En esta sección se estudiará el efecto que tiene el proceso de inflación y las tasas de interés externas en el comportamiento de las variables de equilibrio doméstico lo cual ayuda a entender el grado de aislamiento de la economía de factores externos.

En primer lugar se analiza cómo la inflación externa, a través de su tendencia, volatilidad y probabilidad de saltos puede influir en el equilibrio representado por (ER) y (EP):

- a) En (ER) no existe una influencia directa de la tendencia de la inflación externa, π_q , pero sí influye por medio de η^* , teniendo un efecto total de $2\alpha^2 \sigma_y^2 \eta^*$ lo que indica que a partir del equilibrio de tasas de interés, la inflación doméstica se verá afectada positivamente cuando la inflación externa también aumenta. Este efecto genera una condición de mayor inflación para todos los niveles del tipo de cambio, equivalente a un desplazamiento de (ER) a (ER') como el mostrado en la Gráfica 1.
- b) Los efectos en (EP) de un incremento de la inflación externa generan un efecto directo de aumento en la inflación doméstica y un efecto indirecto por medio de η^* , donde el signo del efecto total será positivo sin ambigüedad si $r_{b^*} \geq \alpha(1-g)$, con lo que se muestra que en el portafolio de inversión, el incremento de la inflación externa también genera una mayor inflación doméstica, a partir de la sustitución de activos en el portafolio de inversión a favor de los activos internacionalmente comercializables. Gráficamente el efecto

es el de un desplazamiento de (EP') a (EP), de tal manera que el nuevo equilibrio entre inflación y tipo de cambio será en niveles superiores de ambos.

En segundo lugar se analiza el efecto de un incremento en la volatilidad de la inflación externa, situación que afecta a (EP) de forma directa y a ambas de manera indirecta y negativa por medio de η^* . Particularmente en la (ER) se tiene que el incremento de la volatilidad provoca relaciones de equilibrio en valores más bajos de inflación, mientras que en la (EP) el resultado es ambiguo y depende de los parámetros. Sin embargo, si se cumple la condición que $\eta^* > 1/2$, la (EP) también implica relaciones menores de inflación respecto al tipo de cambio. Bajo este último supuesto, el nuevo equilibrio se da en una combinación más baja entre tipo de cambio e inflación.

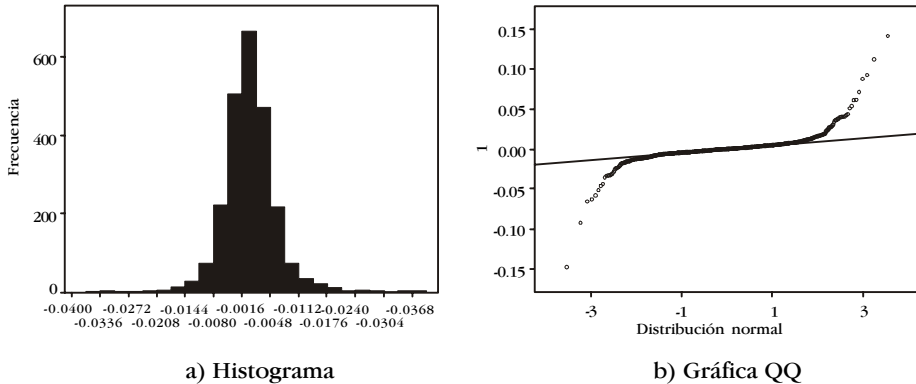
El tercer análisis a efectuar en torno a la inflación externa es el de su probabilidad de saltos y los efectos de un cambio en este componente en el equilibrio económico: cuando la probabilidad de un salto en la tasa de inflación externa aumenta, en la (ER) la inflación doméstica se verá positivamente afectada si $\sigma_q^2 + \alpha^2 \sigma_y^2 < 1$, negativamente afectada si $1 < \sigma_q^2 + \alpha^2 \sigma_y^2$ y la inflación doméstica será neutral a los saltos en la inflación externa si $\sigma_q^2 + \alpha^2 \sigma_y^2 = 1$. Por otro lado, los saltos en la inflación externa no tienen un efecto bien definido en la (EP), sino que depende de los parámetros del modelo, por lo cual se concluye que el efecto es ambiguo.

3. Evidencia empírica

El primer análisis que se presenta es la evidencia sobre la no normalidad del tipo de cambio, la cual puede observarse claramente en la Gráfica 2, que muestra en el panel a) el histograma de los rendimientos del tipo de cambio correspondientes al periodo del 2 de enero de 1995 hasta el 21 de julio de 2009, y en el panel b) la curva QQ de los rendimientos comparados con una distribución teórica normal. Como puede observarse en la Gráfica 2, el histograma de los rendimientos del tipo de cambio no muestran un comportamiento normal, pues el histograma presenta una elevación prolongada en la media (kurtosis = 66.3) y colas pesadas, mientras que la Gráfica QQ ofrece evidencia del alejamiento de los datos de rendimientos comparados con la distribución teórica de

una normal. Ante estos resultados y respaldados en el estadístico de Jarque-Bera, que tiene un valor de 439.552 para esta serie, es factible sostener la no normalidad de los rendimientos del tipo de cambio y a partir de las características de esta variable, es posible modelarla mediante un proceso de difusión con saltos.

GRÁFICA 2. TIPO DE CAMBIO DIARIO PESO-DÓLAR, 1995-2009



El segundo paso en el análisis empírico es la prueba de las ecuaciones de equilibrio (ER) y (EP) mediante la estimación simultánea del tipo de cambio, la inflación y sus varianzas, en el que influyen tanto las variables exógenas como las propias variables explicadas, contemporáneas y rezagadas, en donde se incluyan tanto las tendencias como las volatilidades de las variables, lo cual se conseguirá mediante un modelo VAR.

El uso del VAR para la descripción del comportamiento de las variables de equilibrio del modelo es una posibilidad, si bien limitada por la linealidad de verificar las relaciones, viable en la determinación del sentido de las relaciones entre las variables endógenas y las exógenas y endógenas rezagadas, lo cual permite la inclusión de la volatilidad condicional en el modelo de ajuste, lo que es el resultado fundamental de este trabajo. Sin embargo, los estudios sobre el comportamiento del tipo de cambio utilizando modelos no lineales con variables económicas explicativas han sido poco exitosos (Qi y Wu, 2003).

La volatilidad condicional de un proceso de difusión con saltos incorpora tanto la varianza descrita por el movimiento browniano como la del proceso de saltos Poisson, procesos que por definición son inde-

pendientes entre si y que implica que la varianza total es una simple suma de las varianzas de ambos procesos.

CUADRO 1. ESTIMACIÓN DEL VAR PARA EL TIPO DE CAMBIO Y LA INFLACIÓN

Variables	Tipo de cambio	Volatilidad del tipo de cambio	Inflación	Volatilidad de la inflación
Tipo de cambio (-1)	0.61479 [4.60131]	12.82042 [8.02272]	0.093797 [2.67463]	-0.000909 [-0.38640]
Volatilidad del tipo de cambio(-1)	-0.001955 [-0.78094]	0.898526 [30.0055]	0.000966 [1.47052]	-1.25E-05 [-0.28288]
Inflación (-1)	0.523104 [1.35468]	0.329098 [0.07126]	0.669556 [6.60628]	0.005298 [0.77914]
Volatilidad de la inflación (-1)	-2.051418 [-0.54466]	50.896 [1.12985]	-0.671601 [-0.67937]	0.5 [7.53892]
Constante	7.516435 [2.40183]	64.21639 [1.71570]	-1.179718 [-1.43625]	-0.027113 [-0.49201]
Oferta monetaria	0.549646 [2.94577]	-2.934938 [-1.31516]	0.048808 [0.99662]	-0.004206 [-1.28019]
Oferta monetaria(-1)	-0.193286 [-1.13888]	-3.942463 [-1.94227]	0.094171 [2.11405]	0.000762 [0.25507]
Gasto de Gobierno	-0.25695 [-0.89007]	2.824116 [0.81794]	-0.203824 [-2.68998]	0.005166 [1.01614]
[Gasto de Gobierno] ²	0.333905 [0.56881]	-6.884815 [-0.98061]	0.547777 [3.55522]	-0.008307 [-0.80363]
Producción	-14.86572 [-2.40751]	-127.5437 [-1.72706]	2.342883 [1.44562]	0.050988 [0.46894]
[Producción] ²	7.373897 [2.41967]	63.18052 [1.73344]	-1.144635 [-1.43103]	-0.02441 [-0.45488]
Inflación externa	-0.048139 [-0.03454]	-31.42704 [-1.88547]	0.026697 [0.07299]	-0.019108 [-0.77864]
Volatilidad del gasto de gobierno	-1.08133 [-0.55157]	-4.062009 [-0.17324]	0.870735 [1.69218]	0.155224 [4.49639]

Nota: Los números en paréntesis debajo de los parámetros estimados son los estadísticos t. Al hablar de la inflación externa se ha considerado la inflación de Estados Unidos. Como volatilidad se ha calculado la varianza.

CONTINUACIÓN DEL CUADRO 1

VARIABLES	Tipo de cambio	Volatilidad del tipo de cambio	Inflación	Volatilidad de la inflación
Volatilidad de la inflación externa	-230.148 [-0.77369]	14577.09 [4.09728]	-135.4602 [-1.73498]	-6.968689 [-1.33039]
Volatilidad de la producción	1.51541 [0.56199]	-132.7248 [-4.11540]	1.522421 [2.15105]	0.045584 [0.96002]
[Volatilidad del gasto de gobierno] ²	68.29955 [1.05696]	202.3106 [0.26177]	-38.59311 [-2.27547]	-1.090258 [-0.95816]
[Volatilidad de la inflación externa] ²	30975.08 [0.72877]	-2062812 [-4.05789]	15262.31 [1.36810]	1001.555 [1.33819]
[Volatilidad de la producción] ²	-1.169634 [-0.33865]	166.817 [4.03838]	-1.937696 [-2.13751]	-0.05527 [-0.90879]
[Tipo de cambio(-1)] ²	-1.788354 [-3.76619]	-10.48644 [-1.84647]	-0.05518 [-0.44274]	0.005136 [0.61430]
[Inflación(-1)] ²	-3.26038 [-1.16205]	-0.817746 [-0.02437]	-0.649667 [-0.88220]	-0.042951 [-0.86934]
Estadísticos por ecuación				
R ²	0.371284	0.891661	0.869126	0.633286
R ² Ajustada	0.300179	0.879408	0.854324	0.591813
Suma cuadrada residuos	0.226997	32.47067	0.015638	7.04E-05
Error estándar	0.036758	0.439634	0.009648	0.000647
Logaritmo de MV	364.8499	-101.6866	616.3227	1124.248
Criterio de Akaike	-3.668616	1.294538	-6.343859	-11.74732
Criterio de Schwarz	-3.324314	1.638841	-5.999556	-11.40301
Estadísticos por sistema				
	Logaritmo de MV	1976.61		
	Criterio de Akaike	-20.1767		
	Criterio de Schwarz	-18.79949		

Nota: Los números en paréntesis debajo de los parámetros estimados son los estadísticos t. Al hablar de la inflación externa se ha considerado la inflación de Estados Unidos. Como volatilidad se ha calculado la varianza.

Por lo anterior, es posible cuantificar los efectos que tienen en el tipo de cambio de equilibrio los choques externos y en política económica, tanto los frecuentes como los esporádicos a partir del cálculo de

sus varianzas condicionales y su inclusión en el VAR, cuyos resultados se muestran en el Cuadro 1, estimado con frecuencia mensual.

Los hallazgos del ajuste del modelo VAR son, en primer lugar, que a partir de las variables exógenas del modelo en forma lineal se consigue una mejor explicación de la inflación que del tipo de cambio en sus niveles de equilibrio, lo que indica que las regresiones no lineales pueden ser una mejor posibilidad para el tipo de cambio. Para el caso de la volatilidad de ambas variables, la aproximación lineal para la del tipo de cambio es más precisa que la de la inflación. En segundo lugar lo que se deduce del Cuadro 1 es que los elementos que más contribuyen a explicar el comportamiento del tipo de cambio son su rezago de primer orden y su cuadrado en signos contrarios, la oferta monetaria de forma positiva y la producción y su cuadrado también en signos contrarios. El ordenamiento de los signos del tipo de cambio y sus rezagos implica una fuerte tendencia pero una cierta reversión a un valor promedio cuando el tipo de cambio es alto.

Por otro lado, son significativos en el comportamiento de la volatilidad del tipo de cambio su rezago y los rezagos del tipo de cambio de equilibrio de forma natural y en su cuadrado; la oferta monetaria rezagada influye negativamente en la volatilidad del tipo de cambio así como la inflación externa y la volatilidad de la producción e influyen directamente aumentando la volatilidad del tipo de cambio tanto la volatilidad de la inflación externa como el cuadrado de la varianza de la producción.

En el caso de la inflación los resultados son parecidos: la inflación es un proceso con inercia, que aumenta su nivel de equilibrio con el tipo de cambio, la oferta monetaria, la incertidumbre del gasto de gobierno tanto de corto como de largo plazo, la incertidumbre en la producción y disminuye su nivel a partir de la volatilidad de la inflación externa y de un mayor gasto de gobierno. Y, finalmente, la volatilidad de la inflación se acentúa con incrementos en la volatilidad del gasto de gobierno y presenta un comportamiento autoregresivo.

4. Conclusiones

En este trabajo se ha desarrollado un modelo para una economía abierta pequeña que permite describir el comportamiento del tipo de

cambio y la inflación de equilibrio a partir de un grupo de variables exógenas identificadas no por su nivel, sino por las trayectorias que siguen a lo largo del tiempo. Como se puede apreciar en las ecuaciones de equilibrio (ER) y (EP) no sólo se ven afectados el tipo de cambio y la inflación por el nivel de las variables exógenas, sino también por la volatilidad de su comportamiento y por las discontinuidades en sus trayectorias.

En el trabajo empírico, para México durante el periodo 1995-2009, se observa que a pesar de la aproximación lineal, las relaciones entre las variables exógenas y endógenas reflejan de manera correcta los signos en la mayoría de los casos, salvo algunas excepciones como en el caso del gasto de gobierno, en donde la relación es negativa con ambas variables endógenas. De igual manera la volatilidad del gasto de gobierno presenta los signos invertidos en su relación con la volatilidad de la inflación y el tipo de cambio. También en la parte empírica se ha ofrecido una descripción gráfica y estadística de la diferencia de estos resultados respecto a la de una distribución normal, donde además se prueba la existencia de una elevada curtosis.

Por último, el modelo aquí desarrollado ofrece varias posibilidades de extensión, siendo de particular interés la evaluación del nivel de bienestar del agente representativo ante cambios en las políticas económicas y ante la incertidumbre en ellas.

Apéndice A

En este apéndice se establecen un par de resultados sobre la diferencial estocástica del cociente y la multiplicación de dos movimientos geométricos Brownianos. Dadas las ecuaciones diferenciales estocásticas, homogéneas y lineales:

$$dX_t = X_t(\mu_X dt + \sigma_X dW_X + v_X dQ_X)$$

y

$$dY_t = Y_t(\mu_Y dt + \sigma_Y dW_Y + v_Y dQ_Y)$$

Donde dQ_X y dQ_Y son procesos de Poisson no correlacionados, y dW_X , dW_Y son procesos de Wiener con $\text{Cov}(dW_X, dW_Y) = \rho_{XY} dt$, y los procesos de Wiener son no correlacionados con los procesos de Poisson, entonces las diferenciales estocásticas del cociente X_t/Y_t y del producto $X_t Y_t$ satisfacen, respectivamente:

$$d\left(\frac{X_t}{Y_t}\right) = \frac{X_t}{Y_t} \left[(\mu_X - \mu_Y + \sigma_Y^2 - \sigma_{XY}) dt + \sigma_X dW_X - \sigma_Y dW_Y \right] + v_X dQ_X + \left(\frac{1}{1+v_Y} - 1 \right) dQ_Y$$

y

$$d(X_t Y_t) = X_t Y_t [(\mu_X + \mu_Y + \sigma_{XY}) dt + \sigma_X dW_X + \sigma_Y dW_Y + v_X dQ_X + v_Y dQ_Y].$$

Apéndice B

A continuación se determinan las condiciones de primer orden para una solución interior del problema de maximización de utilidad total del consumidor:

$$\max_{c_t, N_{m,t}, N_{b,t}, N_{k,t}} E_0 \left\{ \int_0^{\infty} [\theta \log(c_t) + \gamma \log(N_{m,t} a_t)] e^{-\delta t} dt \mid F_0 \right\}$$

Sujeto a:

$$\begin{aligned} \frac{da_t}{a_t} = & \left[N_{m,t} r_m + N_{b,t} r_b + N_{b^*,t} dR_{b^*,t} + N_{k,t} r_k - \frac{c_t(1 + \tau_c)}{a_t} - \bar{\tau} \right] \\ & + \left[N_{k,t} du_{k,t} - (N_{m,t} + N_{b,t} + N_{b^*,t}) du_{p,t} - du_{\tau,t} \right] \\ & + \left[(N_{m,t} + N_{b,t} + N_{b^*,t}) \left(\frac{1}{1 + v_p} \right) - 1 \right] dS_{p,t} + N_{k,t} v_k dS_{k,t} - v_{\tau} dS_{\tau,t} \end{aligned}$$

y

$$1 - N_{m,t} - N_{b,t} - N_{b^*,t} - N_{k,t} = 0 \tag{D.3}$$

La ecuación de Hamilton-Jacobi-Bellman (H-J-B) para el problema de control óptimo estocástico, planteado en (D.1)-(D.3), está dada por:

$$\begin{aligned} & \max_{c_t, N_{m,t}, N_{b,t}, N_{k,t}} H(c_t, N_{m,t}, N_{b,t}, N_{b^*,t}, N_{k,t}; a_t) \equiv \\ & \max_{c_t, N_{m,t}, N_{b,t}, N_{k,t}} \{ \theta \log(c_t) + \gamma \log(N_{m,t} a_t) - \delta V(a_t) \\ & + a_t V'(a_t) \left[N_{m,t} r_m + N_{b,t} r_b + N_{b^*,t} r_{b^*} + N_{k,t} r_k - \frac{c_t(1 + \tau_c)}{a_t} - \bar{\tau} \right] \\ & + \frac{1}{2} a_t^2 V''(a_t) \left[(N_{m,t} + N_{b,t} + N_{b^*,t})^2 \sigma_p^2 + N_{k,t}^2 \sigma_k^2 + \sigma_{\tau}^2 \right. \\ & \left. - 2(N_{m,t} + N_{b,t}) N_{k,t} \sigma_{p,k} + 2(N_{m,t} + N_{b,t} + N_{b^*,t}) N_{b^*,t} \sigma_{p,\tau} - 2N_{k,t} \sigma_{k,\tau} \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + \lambda_p \left[V \left(a_t \left(1 - (N_{m,t} + N_{b,t} + N_{b^*,t}) \frac{v_p}{1+v_p} \right) \right) - V(a_t) \right] \\
& + \lambda_k \left[V(a_t (1 + N_{k,t} v_k)) - V(a_t) \right] \\
& + \lambda_\tau \left[V(a_t (1 - v_\tau)) - V(a_t) \right] + \phi (1 - N_{m,t} - N_{b,t} - N_{k,t}) = 0
\end{aligned}$$

Donde ϕ es el multiplicador de Lagrange asociado a la restricción de normalización, $V(a_t)e^{-\delta t}$ es la función de utilidad indirecta del agente, y $V'(a_t)e^{-\delta t}$ es la variable de coestado. La ecuación de H-J-B evaluada en el máximo se transforma en una ecuación diferencial ordinaria de segundo orden en $V(a_t)$. Se postula como candidato de solución a la función $V(a_t) = \beta_0 + \beta_1 \log(a_t)$. Las condiciones necesarias (de primero orden) de un máximo están dadas por:

$$\frac{\partial H}{\partial c_t} = 0; \frac{\partial H}{\partial N_{m,t}} = 0; \frac{\partial H}{\partial N_{b,t}} = 0; \frac{\partial H}{\partial N_{b^*,t}} = 0; \frac{\partial H}{\partial N_{k,t}} = 0; \text{ y } \frac{\partial H}{\partial \phi} = 0.$$

Apéndice C

A partir de las condiciones de primer orden se obtiene el siguiente sistema no homogéneo de ecuaciones en las variables $N_{k,t}$ y $N_{b^*,t}$:

$$BN_{k,t} + GN_{b^*,t} = A + \frac{\lambda_k v_k}{1 + N_{k,t} v_k} + \frac{\lambda_{p^*} v_{p^*}}{1 + N_{k,t} v_{p^*}} + \frac{\lambda_E v_E}{1 + (N_{k,t} + N_{b^*,t}) v_E}$$

$$B'N_{k,t} + G'N_{b^*,t} = A' + \frac{\lambda_k v_k}{1 + N_{k,t} v_k} + \frac{\lambda_{p^*} v_{p^*}}{1 + N_{k,t} v_{p^*}}$$

Donde A y B son constantes que dependen de varianzas y covarianzas, y

$$\begin{aligned} G &= \sigma_p^2 + \sigma_{pk} + \sigma_{k,\tau} - \sigma_{p^*p}, \\ A' &= r_k - r_{b^*} + \sigma_{pk} + \sigma_{k,\tau} + \sigma_{p^*p} + \sigma_{p^*,\tau}, \\ B' &= \sigma_k^2 + \sigma_{pk} + \sigma_{p^*,k} - \sigma_{p^*p}, \\ G' &= \sigma_{pk} + \sigma_{p^*p} - \sigma_{p^*,k} - \sigma_p^2. \end{aligned}$$

Si se denota el total de acciones y bonos extranjeros mediante $z_t = N_{k,t} + N_{b^*,t}$ y $x_t = N_{k,t}/z_t = N_{k,t}/(N_{k,t} + N_{b^*,t})$ es la proporción de acciones en z_t , entonces el sistema anterior puede ser reescrito como:

$$(B - B')x_t z_t + (G - G')(1 - x_t)z_t = A - A' + \frac{\lambda_E v_E}{1 + z_t v_E}$$

$$B'x_t z_t + G'(1 - x_t)z_t = A' + \frac{\lambda_k v_k}{1 + x_t z_t v_k} + \frac{\lambda_{p^*} v_{p^*}}{1 + x_t z_t v_{p^*}}$$

Observe que en virtud de las expresiones anteriores, se tiene que x_t se puede expresar como función de z_t :

$$x_t = \Theta + \Psi \frac{1}{z_t} + \Phi \frac{1}{z_t(1 + z_t v_E)} = \frac{\Theta z_t(1 + z_t v_E) + \Psi(1 + z_t v_E) + \Phi}{z_t(1 + z_t v_E)}$$

donde

$$\Theta = - \frac{G - G'}{B - B' - (G - G')}$$

$$\Psi = - \frac{A - A'}{G - G'} \Theta$$

y

$$\Phi = \frac{\lambda_E v_E}{G - G'}$$

En consecuencia, se obtiene:

$$\begin{aligned} (B' - G')[(1 + z_t v_E)(\Psi + \Theta z_t) + \Theta]z_t &= (A' - G'z_t)z_t(1 + z_t v_E) \\ &+ \frac{\lambda_k v_k z_t (1 + z_t v_E)^2}{(1 + z_t v_E)(1 + \Psi + \Theta z_t) + \Phi v_k} \\ &+ \frac{\lambda_{P^*} v_{P^*} z_t (1 + z_t v_E)^2}{(1 + z_t v_E)(1 + \Psi + \Theta z_t) + \Phi v_{P^*}} \end{aligned}$$

La ecuación anterior tiene una raíz real denotada mediante \hat{z} . Por lo tanto:

$$\hat{x} = \Theta + \Psi \frac{1}{\hat{z}} + \Phi \frac{1}{\hat{z}(1 + \hat{z}v_E)}$$

A partir de las definiciones de \hat{z} y \hat{x} , se sigue que $\widehat{N}_k = \hat{x}\hat{z}$ y $\widehat{N}_{b^*} = (1 - \hat{x})\hat{z}$, respectivamente. El portafolio óptimo es completamente determinado por:

$$\widehat{N}_b = 1 - \frac{\delta(1 - \theta)}{i(1 - \tau_y)} - \widehat{N}_k - \widehat{N}_{b^*}$$

Bibliografía

- Akgiray, V. and G. Booth (1998). "Mixed Diffusion-Jump Process Modelling of Exchange Rate Movement", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 70, No. 4. pp. 631-637.
- Beine, M. and S. Laurent (2003). "Central Bank Interventions and Jumps in Double Long Memory Models of Daily Exchange Rates", *Journal of Empirical Finance*, Vol. 10, No. 5, pp.641-660.
- Bleaney, M. and D. Fielding (2002). "Exchange Rate Regimes, Inflation and Output Volatility in Developing Countries", *Journal of Development Economics*, Vol. 68, No. 1, pp. 233-245.
- Calvo, G. A.. (1986). "Temporary Stabilization: Predetermined Exchange Rates", *Journal of Political Economy*, Vol. 94, No. 6, pp. 1319-1329.
- Calvo, G. and C. Reinhart (2000). "Fear of Floating", *NBER working paper*, No.7993, Washington, USA.
- Cao, M. (2001). "Systematic Jump Risks in a Small Open Economy: Simultaneous Equilibrium Valuation of Options on the Market Portfolio and the Exchange Rate", *Journal of International Money and Finance*, Vol. 20, No. 2, pp. 191-218.
- Chacko, G. and L. M. Viceira (2003). "Spectral Estimation of Continuous Time Processes", *Journal of Econometrics*, Vol. 116, Issue pp. 259-292.
- Edwards, S. (2000). "Exchange rate Regimes, Capital Flows and Crisis Prevention", *Conference presented at the NBER Seminar Economic and Financial Crisis in Emerging Market Economies*, Woodstock, October.
- Edwards, S. (2002). "The Great Debate after Argentina", *The North American Journal of Economics and Finance*, No.13, No. 3, pp. 237-252.

- Fischer, S. (2001). "Exchange Rate Regimes. Is the Bipolar View Correct?", *Finance and Development*, Vol. 38, No. 2, pp. 18-21.
- Ghosh, A. R., A. M. Gulde, J. D. Ostry and H. Wolf (1996). "Does Exchange Rate Matter for Inflation and Growth?", *Economic issues*, Vol. 2, pp. 1-13.
- Grinols, E. and S. Turnovsky (1993). "Risk, the Financial Market, and Macroeconomic Equilibrium", *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 17, No. 1-2, pp. 1-36.
- Grinols, E. y S. Turnovsky (1994). "Exchange Rate Determination and Asset Prices in a Stochastic Small Open Economy", *Journal of International Economics*, Vol. 36, No. 1-2, pp. 75-97.
- Hausmann, R., U. Panizza, and E. Stein (2001). "Why Do Countries Float the Way They Float?", *Journal of Development Economics*, Vol. 66, No. 2, pp. 387-414.
- Jarrow, R. and E. Rosenfeld (1984). "Jump Risks and the Intertemporal Capital Asset Pricing Model", *Journal of Business*, Vol. 57, No. 3, pp. 337-351.
- Krugman, P. (1999). "The Return of Depression Economics", *Foreign Affairs*, Vol. 78, No. 1, pp. 56-74.
- Mundell, R. (1963). "Capital Mobility and Stabilization Policy under Fixed and Flexible Exchange Rates", *Canadian Journal of Economic and Political Science*, Vol. 29, No. 4, pp. 475-485.
- Park, K., C. M. Ahn, and R. Fijihara (1993). "Optimal Hedged Portfolios: the Case of Jump-Diffusion Risks", *Journal of International Money and Finance*, Vol. 12, pp.493-510.
- Qi, M. and Y. Wu (2003). "Nonlinear Prediction of Exchange Rates with Monetary Fundamentals", *Journal of Empirical Finance*, Vol. 10, No. 5, pp.623-640.

Reinhart, C. (2000). "The Mirage of Floating Exchange Rates", *American Economic Review*, Vol. 90, No. 2, pp. 65-70,

Turnovsky, S. (2000). "Government Policy in a Stochastic Growth Model with Elastic Labor Supply", *Journal of Public Economic Theory*, Vol. 2, No. 4, pp. 389-433.

Venegas-Martínez, F. (2001). "Temporary Stabilization: A Stochastic Analysis", *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 25, No. 9, pp. 1429-1449.

Venegas-Martínez, F. (2006). "Stochastic Temporary Stabilization: Undiversifiable Devaluation and Income Risks", *Economic Modelling*, Vol. 23, No. 1, pp. 157-173.