

DOCUMENTOS DE TRABAJO

ISSN 2409-1863
DT 024-Junio 2012
Banco Central de Nicaragua

Nivel óptimo de reservas para Nicaragua

Ivonne Acevedo J.



Banco Central de Nicaragua
Emitiendo confianza y estabilidad



Nivel óptimo de reservas para Nicaragua¹

Ivonne Acevedo J.²

Resumen: El objetivo de este trabajo es determinar el nivel óptimo de reservas internacionales para Nicaragua. Para la estimación del nivel óptimo de reservas se utiliza el modelo teórico de Jeanne y Rancière (2006, 2011) y Gonçalves (2007), en el cual las reservas internacionales funcionan como un seguro frente a crisis que dificultan el acceso a financiamiento externo o crisis de balanza de pagos combinada con crisis bancaria, afectando el consumo de los hogares. En este sentido, el stock de reservas actúa como un amortiguador que permite suavizar el consumo durante tiempos de crisis. Con la finalidad de incorporar los motivos de acumulación de reservas por precaución y prevención de crisis, en la especificación del modelo se endogeniza la probabilidad de crisis, de tal forma que ésta depende del nivel óptimo de reservas. Los resultados indican que bajo la parametrización que se asume en el modelo, el nivel actual de reservas del Banco Central de Nicaragua está por debajo del nivel óptimo sugerido por el modelo.

Abstract: In this paper we estimate the optimal level of reserves for Nicaragua. We apply the theoretical model proposed by Jeanne y Rancière (2006, 2011) and Gonçalves (2007). In the model, a sudden stop of capital flows occurs with a bank run on dollar deposits and reserves can smooth consumption during this crisis. In order to analyze not only holding reserves as an instrument for self-insurance against crisis, but also reserve accumulation for crisis prevention, we assume an endogenous probability of crisis. Under the calibrated parameters, the model suggests that the actual level of reserves is below the optimal level.

¹ Keywords: Reservas óptimas, sudden stop.
Clasificación JEL: F31, F32, F41.

² Investigadora, Dirección de Investigaciones Económicas, Banco Central de Nicaragua. iacevedo@bcn.gob.ni

1. Introducción

En los años recientes las economías emergentes han acumulado altos niveles de reservas internacionales. Según Magnusson (2011) desde 1990 las reservas internacionales como proporción del PIB han pasado de 4 por ciento en 1990 a 32 por ciento en 2009. Aunque no existe un consenso sobre las razones para mantener altos niveles de reservas, en la literatura internacional se consideran diversos motivos para acumularlas, como seguro contra potenciales crisis de salida de capitales (Aizenman y Marion, 2002); prevención de crisis, que consiste en la reducción de la probabilidad de crisis *sudden stop* (Bassat y Gottlieb, 1992; y García y Soto, 2004); y razones de comparación regional (Cheung y Qian, 2006)³.

En Nicaragua se utilizan indicadores para determinar el nivel adecuado de reservas internacionales y así se establece la necesidad de acumular reservas como salvaguarda de la economía. Sin embargo, no se cuenta con estimaciones del nivel óptimo de reservas para el país. De manera que el objetivo de este trabajo consiste en conocer si el Banco Central de Nicaragua (BCN) cuenta con un nivel de reservas internacionales que le permita prevenir y mitigar los efectos adversos de una crisis de *sudden stop* o de balanza de pagos combinada con una crisis bancaria. Para ello se utiliza como marco analítico el modelo propuesto por Jeanne y Rancière (2006, 2011) y la versión extendida de Gonçalves (2007) para economías con sistemas financieros dolarizados.

El modelo considera una pequeña economía abierta en tiempo discreto con horizonte infinito, donde la única fuente de incertidumbre la constituye la probabilidad de crisis. Las reservas internacionales funcionan como un seguro frente a crisis que dificultan el acceso a financiamiento externo (*sudden stop*) o crisis de balanza de pagos combinada con crisis bancaria, afectando el consumo de los hogares.

Los resultados obtenidos bajo los supuestos que se asumen en el modelo sugieren que el nivel actual de reservas a PIB que acumula el BCN, es inferior al que recomienda el modelo de reservas óptimas con probabilidad endógena y con probabilidad exógena. Es importante resaltar que las estimaciones obtenidas bajo la probabilidad endógena sugieren un nivel más elevado de reservas porque además de utilizar a las reservas como un seguro para mitigar los efectos negativos de la crisis, éstas también actúan como un instrumento para prevenir crisis.

Lo que resta del trabajo se estructura de la siguiente manera. En la sección 2 se presenta el comportamiento de las reservas internacionales en Nicaragua mediante el análisis de una serie de indicadores tradicionalmente utilizados para determinar el nivel adecuado de reservas internacionales. Seguidamente, se presenta el modelo general utilizado como marco analítico para estimar el ratio de reservas óptimas a PIB. En la sección 4, se explica la calibración de los parámetros que se incorporan en el modelo. Los resultados obtenidos de las simulaciones y un análisis de robustez se presentan en la sección 5, y finalmente, la sección 6 concluye.

³ Este comportamiento se conoce como “*Keeping up with the Jones*”, y hace referencia a la hipótesis de que las autoridades monetarias acumulan reservas en dependencia del comportamiento de los países vecinos.

2. Nivel adecuado de reservas en Nicaragua

Las reservas internacionales son activos externos que acumula el banco central para proteger a la economía de un determinado país ante posibles desequilibrios de la cuenta corriente de la balanza de pagos, corte de acceso a fuentes de financiamiento externo y para respaldar el tipo de cambio fijo⁴. Es así que se han desarrollado indicadores de niveles adecuados de reservas internacionales empleados en la literatura tradicional. Para tomar en consideración las distintas fuentes de shocks que afectan a la economía, en esta sección se presentan los indicadores de reservas internacionales como porcentaje de las importaciones, deuda de corto plazo y agregados monetarios.

El ratio de reservas a importaciones indica la cobertura de reservas internacionales equivalente a meses de importaciones. El Fondo Monetario Internacional (FMI) estableció que el nivel adecuado es de 30 por ciento, de tal forma que las reservas cubrieran el equivalente a 3 o 4 meses de importaciones (FMI, 1958). Este indicador se utiliza para las crisis de balanza de pagos. En cambio, el ratio de reservas a deuda externa de corto plazo es un indicador que ha sido utilizado por economías emergentes con acceso restringido a los mercados de capitales. Esta regla se conoce como Guidotti-Greenspan y sugiere que las reservas deben cubrir totalmente la deuda externa de corto plazo.

Finalmente, Contreras *et al.* (2011) señalan que el crecimiento que han experimentado los sistemas financieros locales ha generado una amenaza de una sorpresiva salida de capitales por parte de los residentes de un país, por lo que la razón de reservas a un agregado monetario captura el impacto de una pérdida de confianza en la moneda local y el riesgo de fuga de capitales por parte de agentes domésticos.

El gráfico 1 presenta la evolución de estos indicadores para el caso de Nicaragua, utilizando las reservas internacionales brutas (RIB) y netas (RIN) para datos trimestrales de 1999:04 a 2011:04⁵. El indicador de reservas a importaciones al período de la muestra está por debajo o en el límite del *benchmark* de cobertura de tres meses de importaciones. Magnusson (2011) señala que en 2008 para el resto de países de América Latina (excluyendo Centroamérica) este indicador es equivalente a 7.5 meses de importaciones mientras que para economías emergentes aumenta a 8.1.

Como agregado monetario se utiliza la base monetaria, ya que es el indicador de referencia que maneja el BCN. Se puede observar que el ratio RIB/BM ha sido superior al *benchmark*, alcanzando su punto máximo en el tercer trimestre del 2009⁶. Al cierre de 2011, la cobertura de RIB/BM alcanzó un nivel de 2.4 veces, como resultado del mayor atesoramiento de liquidez del sistema

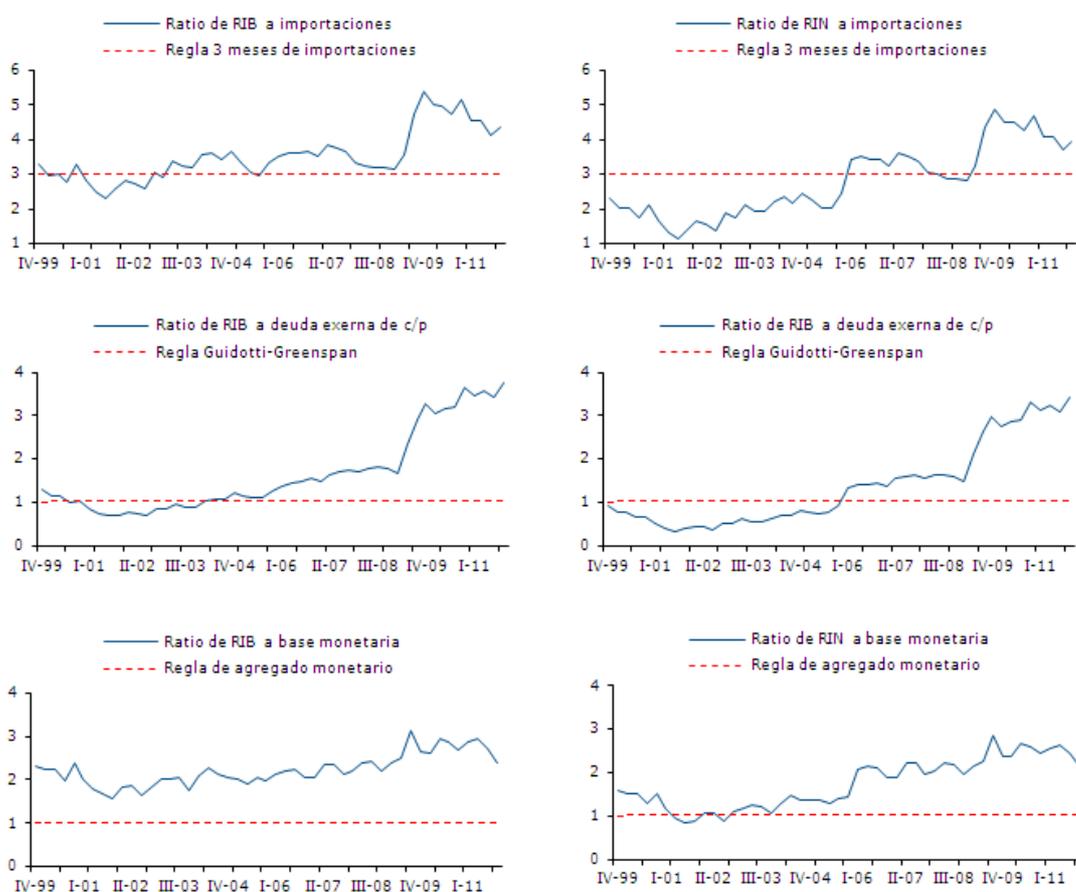
⁴ Evidencia empírica muestra que países que se reconocen como “flotadores” también acumulan reservas para mantener relativamente “alineado” el tipo de cambio nominal y evitar de este modo fluctuaciones bruscas en la moneda. Este fenómeno es conocido en la literatura como “*fear of floating*” (Calvo y Reinhart, 2002).

⁵ Las reservas internacionales netas (RIN) corresponden a las reservas internacionales brutas (RIB) menos los pasivos de uso de líneas de crédito con el FMI.

⁶ Durante el tercer trimestre de 2009 el FMI desembolsó las asignaciones en Derechos Especiales de Giro (DEG), las cuales estuvieron dirigidas a fortalecer la posición de las reservas internacionales para enfrentar de mejor manera la crisis económica global.

financiero, el mejor desempeño de la recaudación tributaria, y el mayor crecimiento del PIB real (4.7%). En cambio, si se analiza el ratio de RIN/BM se observa que durante el inicio de la muestra se encontraba por debajo del nivel de referencia, pero mostró una tendencia creciente para cerrar en 2.2 veces al final de 2011.

Gráfico 1
Indicadores de nivel adecuado de reservas internacionales para Nicaragua



Fuente: Elaboración propia con datos de BCN.

A pesar de que Nicaragua registra un bajo porcentaje de deuda externa pública de corto plazo, el indicador de RIB/DCP estaba por debajo de la regla de Guidotti-Greenspan para los primeros años de la muestra, tanto para las reservas internacionales brutas como para las netas. No obstante, a partir del 2006 se observa una mejoría en el indicador, el cual registra un salto significativo en el año 2009 como resultado de la condonación y reestructuración de deuda externa pública de corto plazo contratada con Argelia.

Este análisis permite comparar el nivel adecuado de las reservas internacionales de Nicaragua utilizando como *benchmark* un conjunto de indicadores de la literatura internacional. En particular, a finales de 2011, Nicaragua muestra indicadores de reservas internacionales que se encuentran por encima del valor de referencia si se utilizan como variable de escala la deuda externa de corto plazo o la base monetaria, pero se encuentra por debajo del ratio de reservas a importaciones que presentan los países en desarrollo del resto de América Latina. Dado que estos indicadores son discrecionales, para complementar el análisis se emplea un modelo teórico microfundado para determinar el nivel óptimo de reservas internacionales para Nicaragua.

3. El modelo de reservas óptimas

En esta sección se presenta el modelo que se utiliza para determinar el nivel óptimo de reservas para Nicaragua. El modelo sigue el marco analítico propuesto por Jeanne y Rancière (2006, 2011) y Gonçalves (2007). No obstante, a diferencia de Magnusson (2011), que utiliza una versión simplificada de este modelo para determinar el nivel óptimo de reservas para países de Centroamérica, el modelo que se utiliza en este documento asume una probabilidad endógena de crisis similar a la propuesta por Jeanne y Rancière (2006, 2011) y utilizada en Čeh y Krznar (2009). De esta manera, la probabilidad de crisis depende del nivel óptimo de reservas, tomando en consideración la demanda de reservas por motivos de precaución.

En este modelo, las reservas internacionales funcionan como un seguro frente a crisis que dificultan el acceso a financiamiento externo (*sudden stop*) o crisis de balanza de pagos combinada con crisis bancaria, afectando el consumo de los hogares. En este sentido, el stock de reservas actúa como un amortiguador que permite suavizar el consumo durante tiempos de crisis. El modelo considera una pequeña economía abierta en tiempo discreto con horizonte infinito, donde la única fuente de incertidumbre la constituye el evento de crisis. Asimismo, se establece una serie de supuestos sobre el comportamiento de los agentes en tiempos de crisis basados en hechos estilizados de crisis de *sudden stop* y crisis bancarias observadas en economías emergentes.

De esta manera, la economía puede estar en dos estados de la naturaleza. Durante la crisis de *sudden stop*, el país deja de pagar la deuda emitida, la cual se asume de corto plazo; el PIB real cae en determinada fracción; y, una fracción de los depósitos en moneda extranjera es retirada de los bancos. Es importante resaltar, que a diferencia de Gonçalves (2007), donde una fracción de los depósitos de los no residentes son retirados, una crisis bancaria en el modelo proviene de la pérdida de confianza de los hogares, ya que una fracción de los depósitos en moneda extranjera es retirada del sistema bancario para suavizar consumo ante la pérdida de acceso a financiamiento.

En el modelo hay tres agentes: hogares (que también incorpora el comportamiento del sector corporativo), el sector bancario y el gobierno, donde éste último cumple el rol de banco central en el sentido que acumula las reservas internacionales en forma de ahorro. Los hogares maximizan su utilidad derivada del consumo del único bien en la economía y sujeta a una restricción presupuestaria. Por otro lado, el sistema financiero demanda depósitos del público que el banco

invierte en activos en el exterior libre de riesgo y finalmente el gobierno emite deuda externa de corto y largo plazo y administra las reservas.

3.1 Estructura general

Existe un continuo de hogares que viven infinitamente. Todos los hogares tienen preferencias idénticas con respecto al consumo. Las preferencias están representadas por la función de utilidad esperada Von Neumann-Morgenstern, con una aversión relativa al riesgo constante. Se asume que el consumidor maximiza la siguiente función de utilidad:

$$U_t = E_0 \left(\sum_{t=0}^{\infty} (1+r)^{-t} U(C_{t+1}) \right), \quad (1)$$

Con $U(C_t) = \frac{c_t^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma}$, donde c_t representa el consumo, σ el parámetro de aversión relativa al riesgo y r una tasa de interés libre de riesgo. La restricción presupuestaria del consumidor es:

$$C_t = Y_t + q_t [B_t - (1+r)B_{t-1} + G_t - (1+r)G_{t-1} + Z_t], \quad (2)$$

Donde Y_t es el producto doméstico, q_t es el tipo de cambio real, B_t es el crédito de corto plazo en moneda extranjera que los bancos prestan a los hogares, G_t es la deuda externa de corto plazo del gobierno y Z_t es la transferencia del gobierno⁷.

Se asume que los hogares suavizan su consumo durante la crisis mediante la transferencia que realiza el gobierno en forma de un contrato de seguros. En tiempos normales la transferencia está representada por:

$$Z_t^b = -(\delta + \pi(R_t))R_{t-1}, \quad (3)$$

Y en tiempos de crisis,

$$Z_t^d = (1 - \delta - \pi(R_t))R_{t-1} \quad (4)$$

Donde los superíndices b y d denotan los dos estados de la naturaleza posibles, antes y durante la crisis, respectivamente. El costo por acumular reservas está representado por la prima del seguro, con δ como el *term premium*, R_t denota las reservas internacionales y $\pi(R_t)$ representa la probabilidad de crisis. Esta probabilidad también es la de default, dado que se asume que cuando ocurre una crisis el país deja de pagar la deuda de corto plazo emitida por el gobierno. Esto implica que durante períodos normales los hogares pagan $(\delta + \pi(R_t))R_{t-1}$ para que el gobierno acumule reservas y reciben $(1 - \delta - \pi(R_t))R_{t-1}$ cuando ocurre la crisis de *sudden stop* o de balanza de pagos.

⁷ El modelo original incluye la deuda externa privada de corto plazo (P_t), sin embargo, para Nicaragua no se cuenta con información disponible sobre el nivel de la deuda externa privada. Al igual que Magnusson (2011) únicamente se toma en consideración la deuda externa pública de corto plazo.

Por otro lado, el sector financiero está representado por los bancos y está sujeto a la siguiente restricción presupuestaria:

$$B_t - (1 + r)B_{t-1} + RB_t - (1 + r)RB_{t-1} = D_t - (1 + r)D_{t-1} \quad (5)$$

Donde RB_t es la proporción que los bancos invierten en activos líquidos en moneda extranjera a una tasa libre de riesgo, D_t representa los depósitos en moneda extranjera que los bancos captan de los hogares y para una tasa de interés. RB_t se asume como una fracción constante de los depósitos en moneda extranjera, $RB_t = \alpha D_t$. Para simplificar el análisis se asume que las tasas de interés pasivas y activas son iguales y son equivalentes a la tasa libre de riesgo, r .

Consolidando las restricciones presupuestarias de los hogares y el sector financiero (ecuaciones 2 y 5), se obtiene:

$$C_t = Y_t + q_t[(1 - \alpha)(D_t - (1 + r)D_{t-1}) + G_t - (1 + r)G_{t-1} + Z_t] \quad (6)$$

Cuando se desata la crisis de *sudden stop*, se produce una crisis de balanza de pagos, donde una fracción γ del producto se pierde y una fracción ϕ de los depósitos en moneda extranjera es retirada de los bancos. Siguiendo a Gonçalves (2007), se asume que antes de la crisis el tipo de cambio real es constante y se normaliza a 1, en cambio en tiempos de crisis se deprecia a una tasa Δq . El crecimiento de largo plazo del producto es $Y_t = (1 + g)^t Y_0$. Tomando en cuenta los dos estados de la naturaleza, el consumo doméstico antes y durante de la crisis se expresa como:

$$C_t^b = Y_t^b + (1 - \alpha)D_t^b + G_t^b - (1 + r)[G_t^b + (1 - \alpha)D_t^b] - (\delta + \pi(R_t)R_{t-1}) \quad (7)$$

$$C_t^d = (1 - \gamma)Y_t^b + (1 + \Delta q)[(1 - \phi)D_{t-1}^b - (1 + r)[G_{t-1}^b + (1 - \alpha)D_{t-1}^b] + (1 - \delta - \pi(R_t)R_{t-1})] \quad (8)$$

3.2 Nivel óptimo de reservas

Dado que el objetivo consiste en obtener una senda de las reservas internacionales óptimas, se considera el problema de maximización del gobierno que determina el nivel de reservas R_t en t para suavizar consumo en $t + 1$,

$$\max_{R_t} (1 - \pi(R_t))U(C_{t+1}^b) + \pi(R_t)U(C_{t+1}^d) \quad (10)$$

Sujeto a la restricción consolidada antes y durante de la crisis,

$$\frac{C_{t+1}^b}{Y_{t+1}} = 1 + (1 - \alpha)\lambda_D + \lambda_G - \frac{(1 + r)}{1 + g} [\lambda_G + (1 - \alpha)\lambda_D] - (\delta + \pi(\rho))\rho \quad (11)$$

$$\frac{C_{t+1}^d}{Y_{t+1}} = (1 - \gamma) + \frac{(1 + \Delta q)}{1 + g} [(1 - \phi)\lambda_D - (1 + r)[\lambda_G + (1 - \alpha)\lambda_D] + (1 - \delta - \pi(\rho))\rho] \quad (12)$$

Con $\rho = \frac{R_t}{Y_t}$, como el nivel óptimo de reservas y $\lambda_i = \frac{i_t}{Y_t}$, $\forall i = G, D$.

La condición de primer orden respecto a ρ está dada por:

$$(1 - \pi(\rho))U'(C_{t+1}^b) - \pi'(\rho)U(C_{t+1}^b) + \pi'(\rho)U(C_{t+1}^d) + \pi(\rho)U'(C_{t+1}^d) = 0 \quad (13)$$

$$(1 - \pi(\rho))U'(C_{t+1}^b) + \pi'(\rho)U(C_{t+1}^b) = \pi'(\rho)U(C_{t+1}^d) + \pi(\rho)U'(C_{t+1}^d) \quad (14)$$

Esta condición de optimalidad indica que el balance del costo de acumular reservas, expresado como el beneficio marginal esperado de acumular reservas durante la crisis, es igual al costo marginal esperado de acumular reservas antes de la crisis.

A partir de la condición de primer orden, se obtiene la expresión para determinar el nivel óptimo de reservas,

$$\rho^* = \frac{1 + \frac{g-r}{1+g}\lambda - p^{\frac{1}{\sigma}}[(1-\gamma) + \frac{1+\Delta q}{1+g}((1-\phi)\lambda_D - (1+r)((1-\alpha)\lambda_D - \lambda_G)]}{1 + (1 - \pi(\rho^*) - \delta) \left[(1 + \Delta q)p^{\frac{1}{\sigma}} - 1 \right]} \quad (15)$$

Donde $\lambda = (1 - \alpha)\lambda_D + \lambda_G$ y $p = \frac{U'(C_{t+1}^d)}{U'(C_{t+1}^b)}$, con

$$\frac{U'(C_{t+1}^d)}{U'(C_{t+1}^b)} = \frac{(1 - \sigma)(1 - \pi(\rho))(\delta + \pi'(\rho)\rho + \pi(\rho)) + \pi'(\rho)C_{t+1}^b}{(1 + \Delta q)(1 - \sigma)\pi(\rho)(1 - \delta - \pi'(\rho)\rho) + \pi'(\rho)C_{t+1}^d} \quad (16)$$

La fórmula de las reservas óptimas proporciona el nivel de reservas que el gobierno debería acumular hoy para mitigar los efectos adversos de una crisis de balanza de pagos o *sudden stop* que pueda ocurrir mañana. Por tanto, al mantener un nivel óptimo de reservas el gobierno suaviza consumo, lo cual maximiza el bienestar de la economía. Asimismo, se puede inferir intuitivamente que mientras más alto sea el nivel de deuda de corto plazo en relación al producto y mientras más costosa sea una crisis, más alto es el nivel de reservas que un país desea tener. Por otro lado, mientras mayor sea p , es decir mientras menor sea el consumo planeado en tiempo de crisis, menor es el nivel deseado de reservas.

Este problema no se puede resolver analíticamente, ya que existe una relación de causa y efecto entre el nivel óptimo de reservas y la probabilidad de crisis. Si se asume que el gobierno maximiza el problema anterior, el nivel óptimo de reservas depende de la probabilidad de crisis. No obstante, al escoger un determinado nivel óptimo de reservas, también se influye en la probabilidad de crisis. Por esta razón, en el modelo con probabilidad endógena de crisis como función decreciente del nivel de reservas, no existe una solución analítica⁸.

⁸ Para calcular la solución del nivel óptimo de reservas se aplicó una variante del método numérico Newton Raphson, que se utiliza para resolver sistemas de ecuaciones no lineales.

3.3 Probabilidad endógena de crisis

Para modelar la probabilidad endógena de la crisis se utilizó como forma funcional la función de probabilidad de Jeanne y Rancière (2009), donde ésta es decreciente en el nivel de reservas, tal que:

$$\pi = \pi(R_t), \pi'(\cdot) < 0$$

La ventaja de considerar el modelo con probabilidad endógena de crisis es que se toma en consideración que el nivel óptimo de reservar internacionales que acumula el gobierno incide en la probabilidad de la crisis. Asimismo, la probabilidad endógena de crisis contribuye a que el comportamiento de las reservas óptimas sea persistente, en el sentido de que un cambio en el nivel de reservas implica un cambio en la probabilidad de crisis, y a la vez éste incide en el nivel de reservas óptimas. Más importante aún, es que considerando que la probabilidad de crisis depende del nivel de reservas óptimas, indirectamente el modelo está considerando la capacidad del gobierno de acumular reservas internacionales para prevenir crisis de balanza de pagos o de pérdida de acceso a financiamiento externo.

4. Calibración del modelo

Los parámetros del modelo se calibraron con la finalidad de replicar características de la economía nicaragüense. Una vez que se han calibrado los parámetros, se resuelve el modelo y se presenta la senda óptima de reservas internacionales como porcentaje del PIB (ρ). La estimación se realiza para obtener datos trimestrales para el período 1999:04 a 2011:04.

4.1 Calibración

Para calibrar el parámetro de aversión al riesgo se utilizó el valor estándar de la literatura de ciclos reales, $\sigma = 2$. El *term premium* se calibró como el promedio de la diferencia entre el rendimiento de los bonos del Tesoro de Estados Unidos a 10 años y la tasa de los fondos federales $\delta = 1.5$ ⁹. Se asume que la tasa de retorno de las reservas es equivalente a la tasa libre de riesgo en el modelo y es igual al promedio del retorno de las reservas para Nicaragua, $r = 3.2$ por ciento¹⁰.

Gonçalves (2007) calibra en 30 por ciento la pérdida de depósitos en moneda extranjera, a partir de los retiros de los no residentes que se produjeron durante la crisis de Uruguay en el año 2002. Sin embargo, para Nicaragua la fracción de depósitos en dólares que se retiran de los bancos se asume 11 por ciento. Este valor se calibró a partir de la disminución registrada en los depósitos en moneda extranjera durante el período de la crisis bancaria que se produjo en Nicaragua el año

⁹ Gonçalves (2007) y Jeanne y Rancière (2006) calibran el parámetro δ como la diferencia entre los bonos del Tesoro a 10 años y la tasa de fondos federales. Esto se debe a que evidencia empírica ha encontrado que *pure risk premium* de los países emergente es cercano a cero (Klingen, Weder and Zettelmeyer, 2004).

¹⁰ Jeanne y Rancière (2006), Gonçalves (2007) y Rodríguez y Funk (2011) asumen que la tasa libre de riesgo es 5%. Sin embargo, los resultados no difieren significativamente de los obtenidos con un valor de 3.2%.

2000. La cobertura de activos líquidos de los bancos a depósitos en dólares se asume de 30 por ciento, siguiendo a Gonçalves (2007) y Magnusson (2011).

Para la tasa de crecimiento del producto, se utiliza la tasa de crecimiento promedio observada durante los últimos 18 años, 4 por ciento. Para el modelo base se asume una tasa de depreciación igual a cero, pero para el análisis de sensibilidad se toman otros valores utilizados en la literatura de tal forma que se pueda observar las variaciones en el nivel óptimo de reservas como resultado de cambios en la calibración de los parámetros¹¹.

En el modelo con probabilidad exógena que se utiliza para fines comparativos, se asume una probabilidad de crisis de 10 por ciento. Este parámetro se calibró de acuerdo a las estimaciones obtenidas por Jeanne y Rancière (2006, 2011) de un modelo probit para un panel de 34 países de ingreso medio-bajo que han experimentado crisis de *sudden stop*, salida de capitales y crisis bancarias en el período 1975-2003. Asimismo, de este estudio también se retoma el valor de pérdida del producto, el cual se asume de 6.3 por ciento, como resultado del promedio de las pérdidas del producto durante el primer año de las crisis en la muestra de 34 países.

Para endogenizar la probabilidad de crisis, se asume una función probit propuesta por Čeh y Krznar (2009)¹²,

$$\pi(\rho) = F\left(b - a\rho_t + c\frac{1}{\rho_t}\right) \quad (17)$$

Donde $F(\cdot)$ es la función de distribución acumulada de una variable aleatoria con distribución normal estándar, y a, b, c son parámetros a calibrar. El parámetro a tiene signo negativo debido a la correlación negativa entre el nivel óptimo de reservas como porcentaje del PIB y la probabilidad de crisis. El parámetro b es calibrado tal que $b = F^{-1}(0.1)$, de manera, que este parámetro refleje la probabilidad exógena de crisis. Cabe notar que si $a = 0, b = F^{-1}(0.1)$ y $c = 0$, el modelo corresponde al de probabilidad exógena de crisis¹³.

Para calibrar la elasticidad de la probabilidad de crisis con respecto al nivel de reservas, (a), se utiliza el valor estándar en la literatura de 0.15, que resulta de la estimación de una función probit de la probabilidad de crisis en países de ingresos medio-bajo (García y Soto (2006) y Jeanne (2007)). La tabla 1 presenta un resumen de los parámetros calibrados que se utilizan para estimar la razón de reservas óptimas a producto para Nicaragua.

¹¹ Jeanne and Rancière (2006) muestran que los niveles óptimos de reservas no son afectados significativamente por la depreciación del tipo de cambio real.

¹² Ver Berg (2005) para mayor información sobre indicadores de alerta para crisis de balanza de pagos.

¹³ La función probit es similar a la propuesta por Jeanne y Rancière (2006, 2009), donde $\pi = F(b - a\rho_t)$ y $c=0$. Se introduce el parámetro c para evitar que el banco central no tenga reservas, para más detalles ver Čeh y Krznar (2009).

Tabla 1
Calibración de los parámetros

Parámetros	Definición	Unidad de medida	Valor
g	Crecimiento de largo plazo	%	4
r	Tasa de interés libre de riesgo	%	3.2
δ	Term premium	%	1.5
σ	Aversión relativa al riesgo		2
γ	Pérdida del producto durante crisis	%	6.5
Δq	Depreciación del tipo de cambio real	%	0
ϕ	Fracción de retiro de depósitos en ME	%	11
α	Activos líquidos de los bancos privado como porcentaje de los depósitos en ME	%	30
π	Probabilidad exógena de crisis	%	10
a	Elasticidad de la probabilidad de crisis con respecto al nivel de reservas		0.15
b	F(b)-probabilidad exógena de crisis		-1.3
c			0.05

5. Resultados

Para analizar los resultados se presenta diversos escenarios del ratio de reservas internacionales a PIB, basados en la calibración de la Tabla 1. La serie estimada se compara con los datos observados de las Reservas Internacionales Netas (RIN) como proporción del PIB, para el período 1999:04 a 2011:04¹⁴.

El gráfico 2 presenta la senda del ratio de reservas internacionales óptimas a PIB que resulta de endogenizar la probabilidad de crisis y se compara con el ratio de reservas óptimas a PIB que se obtiene con probabilidad exógena, más el ratio observado. Es importante señalar que, todos los parámetros se mantienen en ambos escenarios de probabilidad exógena y endógena, únicamente difieren los parámetros a y c , que son iguales a cero cuando se estima la probabilidad exógena.

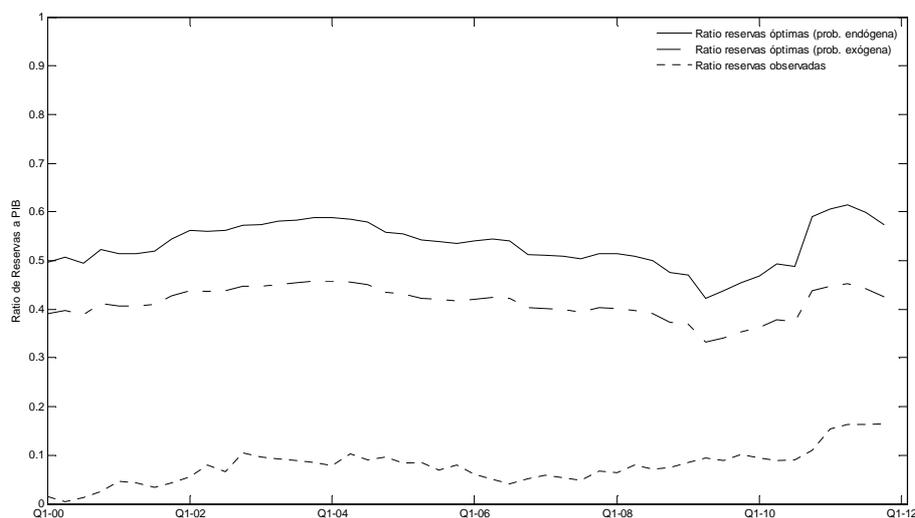
De los resultados se puede inferir que bajo la calibración utilizada para todo el período, las reservas internacionales como proporción del PIB que acumula el BCN son muy inferiores al nivel óptimo estimado. Considerando el resultado de la probabilidad endógena, se requiere una cobertura de al menos 50 por ciento de reservas a PIB para mitigar y prevenir una crisis de *sudden stop* o crisis de balanza de pagos. En cambio, los resultados de la probabilidad exógena (asumiendo un 10% de probabilidad de crisis) sugieren una cobertura del 40 por ciento de reservas a PIB si únicamente se busca mitigar los efectos negativos de la crisis. En cualquiera de los dos escenarios, el nivel de

¹⁴ La elección del período de estimación se debe a la disponibilidad de los datos de deuda externa pública de corto plazo.

cobertura actual de reservas a producto es considerablemente inferior al recomendado por el modelo.

Gráfico 2

Ratio de reservas óptimas a PIB, bajo probabilidad endógena, exógena y observada



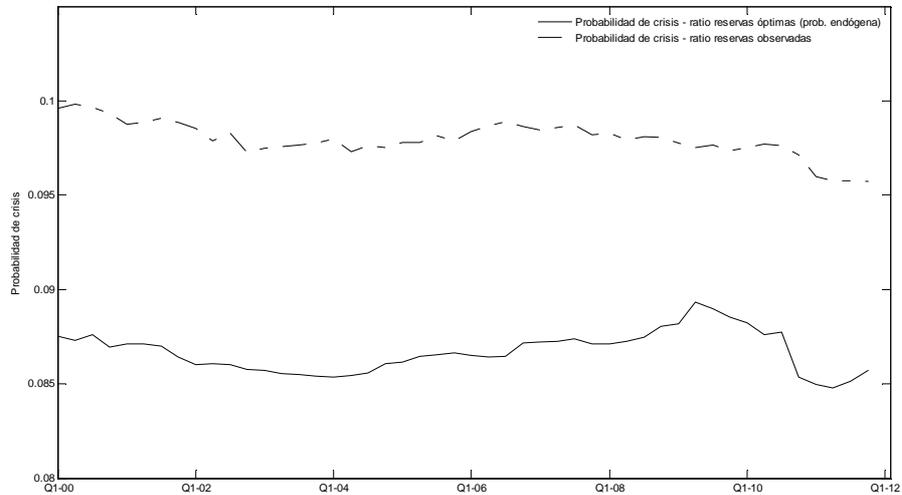
Fuente: Estimación propia.

El gráfico 3 presenta la probabilidad de crisis de *sudden stop* o crisis de balanza de pagos considerando dos alternativas. Primero, se evalúa la forma funcional de la probabilidad de crisis utilizando los datos observados de reservas internacionales a PIB. Posteriormente, se evalúa la misma función pero tomando en cuenta la serie estimada de reservas óptimas a PIB que proviene de modelar endógenamente la probabilidad de crisis.

Como es de esperarse, los resultados para la serie óptima proporcionan una probabilidad de crisis de 9.8% en promedio, y muestra una leve tendencia decreciente al final del período, lo que es congruente con la relación decreciente entre nivel de reservas y probabilidad de crisis. En cambio, la probabilidad de crisis estimada a partir de los datos observados da cuenta de una probabilidad de crisis mucho menor a la estimada con el nivel óptimo de reservas. Se puede observar que a partir del primer trimestre de 2010, la probabilidad de crisis disminuye debido al incremento en el ratio de reservas a PIB. Con el nivel de reservas a PIB observado, la probabilidad de crisis disminuye en un punto porcentual aproximadamente en comparación con la probabilidad estimada con el nivel óptimo.

Gráfico 3

Probabilidad de crisis para el ratio de reservas a PIB observado y estimado

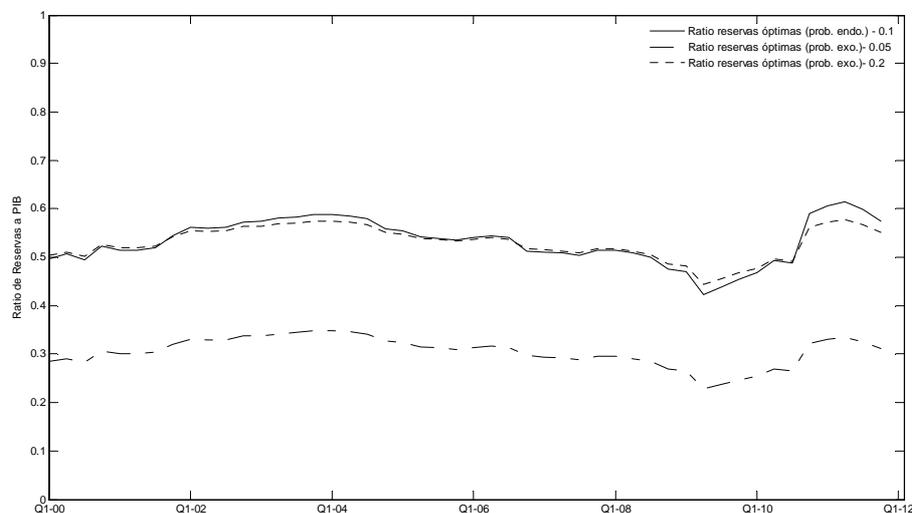


Fuente: Estimación propia.

Magnusson (2011) resalta que para las economías de Centroamérica, la probabilidad de crisis de *sudden stop* o crisis de balanza de pagos podría ser menor si se compara con otras economías de países emergentes. Para considerar escenarios alternos, en el gráfico 4 se presenta el ratio de reservas óptimas a PIB estimado del modelo con probabilidad endógena y se compara con el ratio de reservas óptimas con probabilidad exógena, para valores de 5 y 20 por ciento de probabilidad de ocurrencia de crisis.

El ratio de reservas óptimas a PIB con probabilidad endógena corresponde al que se presentó en el gráfico 2. Los resultados indican que para una probabilidad de crisis de 20 por ciento, el nivel óptimo de reservas no varía significativamente del obtenido con probabilidad endógena, a excepción del los últimos períodos de la muestra en los cuales la cobertura de reservas internacionales asciende a 60 por ciento del PIB. Sin embargo, si se reduce la probabilidad exógena de la crisis a 5 por ciento, el nivel de reservas óptimas se reduce, proporcionando valores más cercanos a los observados en los datos para Nicaragua.

Gráfico 4
Ratio de reservas óptimas a PIB, con probabilidad endógena y exógena



Fuente: Estimación propia.

Los resultados obtenidos bajo la calibración asumida en el modelo, sugieren que el nivel actual de reservas a PIB que acumula el BCN es inferior al que recomienda el modelo de reservas óptimas con probabilidad endógena y con probabilidad exógena. Es importante resaltar que las estimaciones obtenidas bajo la probabilidad endógena sugieren un nivel más elevado de reservas porque además de utilizar a las reservas como un seguro para mitigar los efectos negativos de la crisis, éstas también actúan como un instrumento para prevenirlas. Asimismo, del resultado se desprende el nivel promedio actual de reservas a PIB Nicaragua se justifica como óptimo si la probabilidad de crisis exógena es de inferior al 5 por ciento.

5.1 Análisis de sensibilidad

Dado que los resultados obtenidos en la sección anterior dependen de la calibración de los parámetros del modelo, en esta sección se asignan otros valores para la fracción de pérdida del producto (γ), la tasa de depreciación del tipo de cambio real (Δq), la fracción de retiro de depósitos en moneda extranjera (ϕ) y la elasticidad de la crisis con respecto al nivel de reservas (α). El objetivo de este ejercicio es comprobar la robustez de los resultados ante cambios en la calibración del modelo y presentar escenarios alternativos. La tabla 2 presenta los parámetros que se utilizarán para realizar el análisis de sensibilidad.

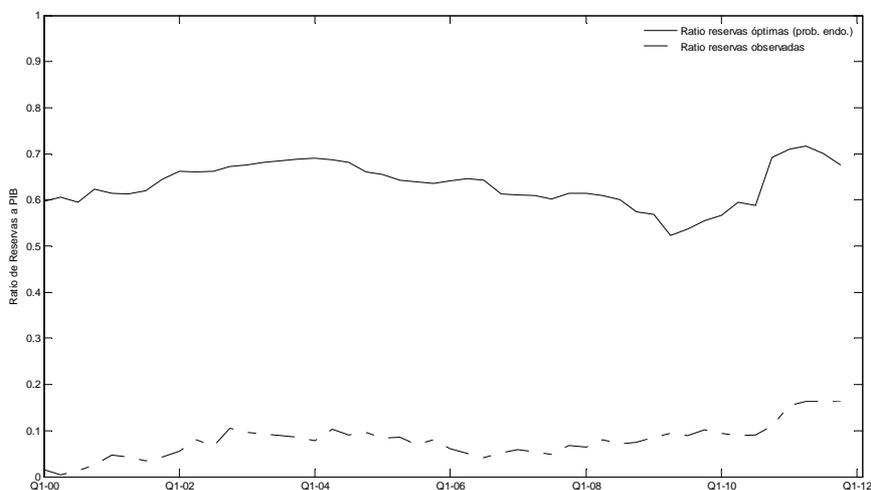
Tabla 2
Calibración de parámetros para análisis de sensibilidad

Parámetros	Definición	Unidad de medida	Valores
γ	Pérdida del producto durante crisis	%	15
Δq	Depreciación del tipo de cambio real	%	30
ϕ	Fracción de retiro de depósitos en ME	%	30
a	Elasticidad de la probabilidad de crisis con		0.15-0.30
b	F(b)-probabilidad exógena de crisis		-1.3,-1.8

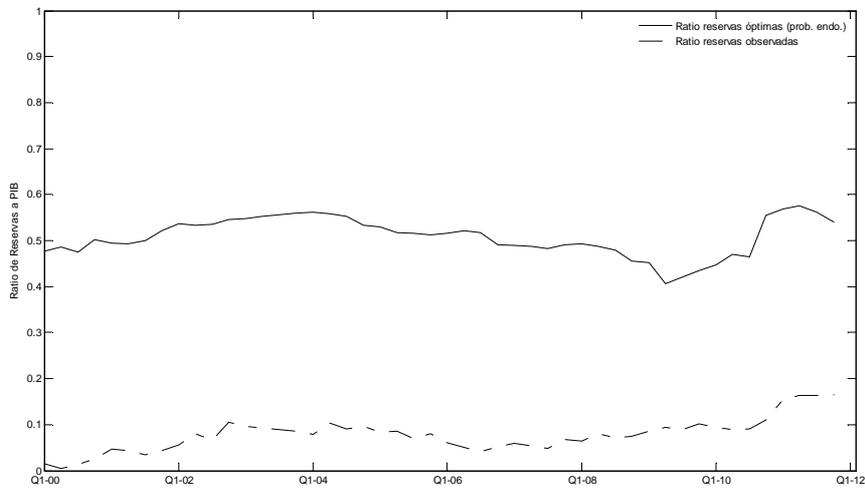
En el gráfico 5 se observa el ratio de reservas óptimas a PIB, asumiendo una pérdida del producto de 15 por ciento, lo que indica una crisis más profunda de balanza de pagos. Los resultados se muestran para distintos valores de b en la función de probabilidad. Bajo esta parametrización, en el panel (a) se observa que el ratio de reservas óptimas a PIB se incrementa en 10 puntos porcentuales en promedio para el período muestral con respecto al escenario base presentado en el gráfico 2. En el panel (b) se presenta el mismo resultado pero asumiendo que el parámetro $b = F^{-1}(0.05)$, se observa una leve disminución en el que el ratio de reservas óptimas a PIB en comparación con el panel (a).

Gráfico 5

(a) Ratio de reservas óptimas a PIB para $\gamma = 15$ y $b = F^{-1}(0.1)$



(b) Ratio de reservas óptimas para $\gamma = 15$ y $b = F^{-1}(0.05)$



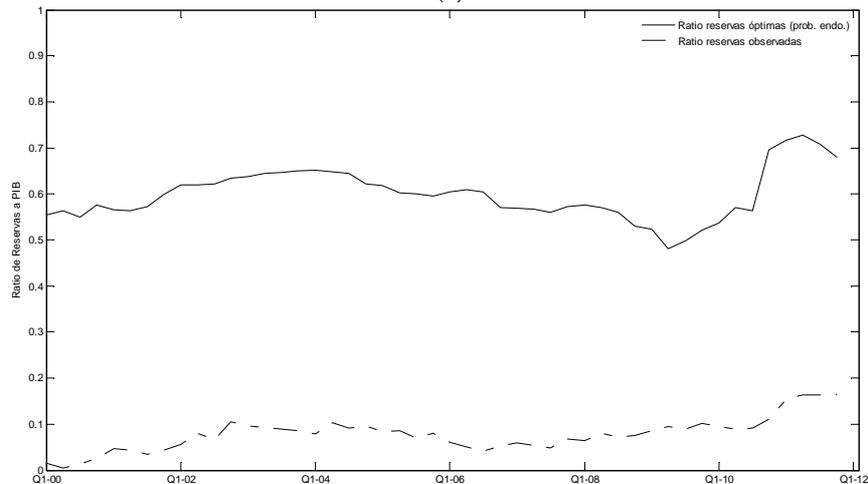
Fuente: Estimación propia.

Para analizar el efecto de una crisis bancaria más profunda se eleva la fracción de depósitos en moneda extranjera que se retira de los bancos de 11 a 30 por ciento. El panel (a) y (b) muestra el ratio de reservas óptimas a PIB para dos valores del parámetro b . Los resultados indican que ante este incremento en la fracción de los depósitos en moneda extranjera que se retiran, el nivel óptimo se incrementa en 6 puntos porcentuales con respecto al escenario inicial. Asimismo, se puede inferir que si los bancos tienen mayor nivel de activos líquidos en moneda extranjera como porcentaje de los depósitos en dólares (α) el nivel de reservas óptimas disminuye ya que estos activos contribuyen a mejorar la capacidad de mitigar los efectos negativos de las crisis pues actúan como reservas de los bancos privados.

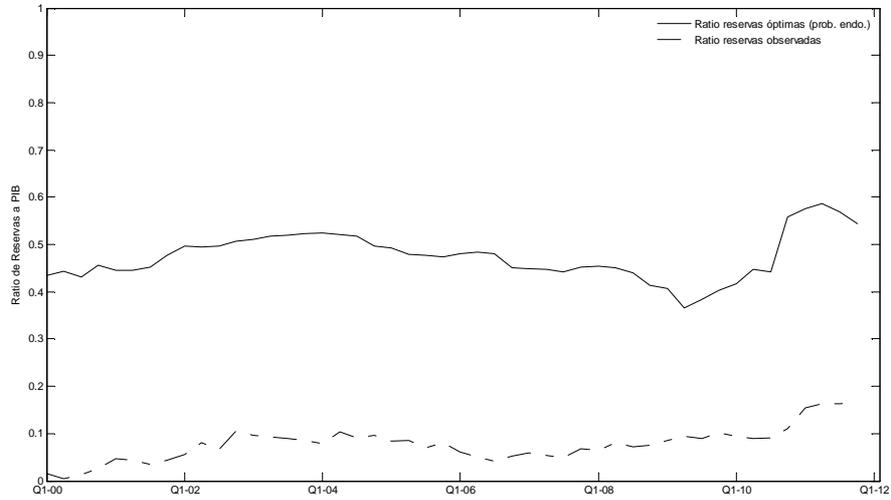
Gráfico 6

(a) Ratio de reservas óptimas para $\phi = 30$ y $b = F^{-1}(0.1)$

(b)



(b) Ratio de reservas óptimas para $\phi = 30$ y $b = F^{-1}(0.05)$

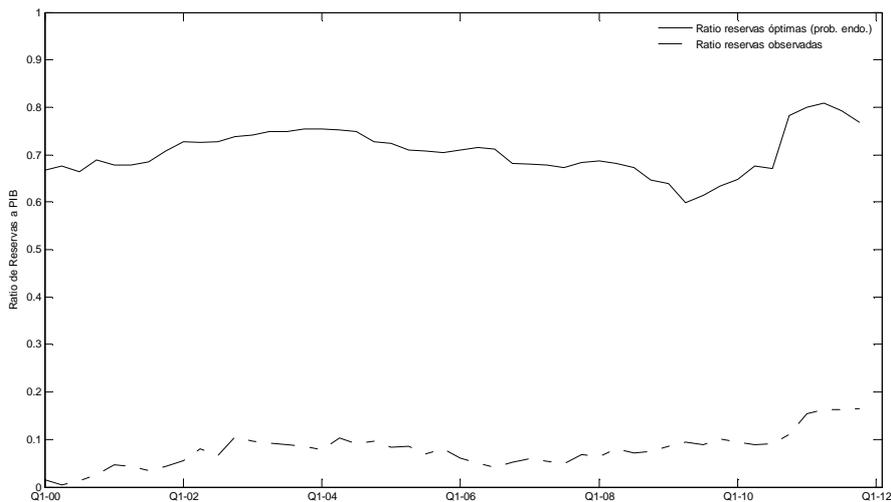


Fuente: Estimación propia.

Finalmente, en el gráfico 7 se presentan los resultados para un escenario extremo, pues se asume una mayor pérdida del producto, un mayor porcentaje de retiro de los depósitos en dólares y además una depreciación del tipo de cambio real del 30 por ciento. Bajo estos supuestos, el incremento en el ratio de reservas óptimas a PIB equivale a 17 puntos porcentuales.

Gráfico 7

(a) Ratio de reservas óptimas para $\gamma = 15$, $\phi = 30$, $\Delta q = 30$ $b = F^{-1}(0.1)$



Fuente: Estimación propia.

6. Conclusiones

En este trabajo se utilizó un modelo teórico para determinar el nivel óptimo de reservas internacionales para Nicaragua, considerando los motivos de mitigación y prevención de crisis de sudden stop o de balanza de pagos combinada con una crisis bancaria. Los resultados obtenidos bajo la calibración asumida en el modelo, sugieren que el nivel actual de reservas a PIB que acumula el BCN es inferior al que recomienda el modelo de reservas óptimas con probabilidad endógena y con probabilidad exógena.

Las estimaciones obtenidas bajo la probabilidad endógena sugieren un nivel más elevado de reservas porque además de utilizarlas como un seguro para mitigar los efectos negativos de la crisis, éstas también actúan como un instrumento para prevenirlas. Asimismo, del resultado se desprende el nivel promedio actual de reservas a PIB Nicaragua se justifica como óptimo si la probabilidad de crisis exógena es de inferior al 5 por ciento.

Asimismo, estos resultados indican que el nivel óptimo de reservas en el modelo con probabilidad endógena se incrementa cuando aumenta la deuda externa de corto plazo, la pérdida del producto y el retiro de de los depósitos en moneda extranjera. En cambio, el nivel óptimo disminuye por los activos líquidos en moneda extranjera de los bancos, ya que estos también actúan como resguardo ante posibles crisis. Además, del análisis de sensibilidad se puede inferir que una caída más profunda del producto en tiempos de crisis y un incremento en la fracción de retiro de los depósitos causa que se eleve el nivel óptimo de reservas.

Referencias

- Aizenman, J. y N. Marion, (2002). The high demand for international reserves in the Far East: what's going on? Technical report, Federal Reserve Bank of San Francisco.
- Ben-Bassat, A. y D. Gottlieb, (1992). *Optimal international reserves y sovereign risk*, Journal of International Economics 33(3-4), pp. 345-362.
- Berg, A., E., Borensztein, y C. Pattillo. (2005). "Assessing Early Warning Systems: How Have They Worked in Practice?" International Monetary Fund Staff Papers 52(3), 462-502.
- Calvo, G. y C. Reinhart, (2002). *Fear of Floating*, The Quarterly Journal of Economics, MIT Press, vol. 117(2), pages 379-408, May.
- Čeh, A. M. e I. Krznar, (2008). *Optimal Foreign Reserves: the Case of Croatia*, Financial Theory y Practice, No. 4.
- Čeh, A. M. e I. Krznar, (2009). Optimal International Reserves of the CNB with endogenous probability, Working paper, No. 21. Croatian National Bank.
- Cheung, Y. y X. Qian, (2007). "Hoarding of International Reserves: Mrs. Machlup's Wardrobe and the Joneses," CESifo Working Paper Series 2065, CESifo Group Munich.
- FMI, (1958). "International Reserves and Liquidity, A Study by the Staff of the International Monetary Fund", Washington D.C., International Monetary Fund
- García P. y C. Soto, (2006). "Large Hoardings of International Reserves: Are They Worth It?," Central Banking, Analysis, and Economic Policies Book Series, in: Ricardo Caballero and César Calderón and Luis Felipe Céspedes and Norman Loayza (Series Editor) and Klaus (ed.), External Vulnerability and Preventive Policies, edition 1, volume 10, chapter 6, pp. 171-206 Central Bank of Chile.
- Gonçalves, F., (2007). "The Optimal Level of Foreign Reserves in Financially Dollarized Economies: The Case of Uruguay," IMF Working Papers 07/265, International Monetary Fund.
- Jeanne, O. y R. Rancière, (2011). *The Optimal Level of International Reserves in Emerging Market Countries: a New Formula and Some Applications*. The Economic Journal, 121, September 2011.
- Jeanne, O. y R. Rancière, (2006). "The optimal level of international reserves in emerging market countries: formulas y applications," IMF Working Paper 06/229, International Monetary Fund.

Jeanne, O., (2007). "International Reserves in Emerging Market Countries: Too Much of a Good Thing?", in *Brookings Papers on Economic Activity 2007()*, W.C. Brainard and G.L. Perry eds., pp.1-55 (Brookings Institution: Washington DC).

Magnusson, K., (2011). *International Reserve Adequacy in Central America*. IMF Working Paper 11/144, International Monetary Fund.

Obstfeld, M., J. Shambaugh, A. Taylor, (2008). "Financial Stability, The Trilemma, and International Reserves", NBER Working Paper 14217.

Segura, C. y K., Funk, (2011). *Estimation of Optimal International Reserves for Costa Rica: A Micro-Founded Approach*. Banco Central de Costa Rica.

Anexos

A.1 Lista de datos utilizados

Definición	Fuente
Reservas Internacionales Netas	BCN
Producto interno bruto	BCN
Deuda externa pública de corto plazo	BCN
Depósitos en dólares	BCN y SIBOIF
Tasa de retorno de las reservas	BCN
Exportaciones FOB	BCN
Importaciones CIF	BCN
Agregados monetarios	BCN
Tasa de interés de los bonos del Tesoro	EconStats