

BC  
CR BANCO  
CENTRAL DE  
COSTA RICA

70  
aniversario

JORNADAS VIRTUALES DE  
INVESTIGACIÓN ECONÓMICA 2020

# Reservas internacionales netas adecuadas y óptimas para Costa Rica

Esteban Méndez Chacón

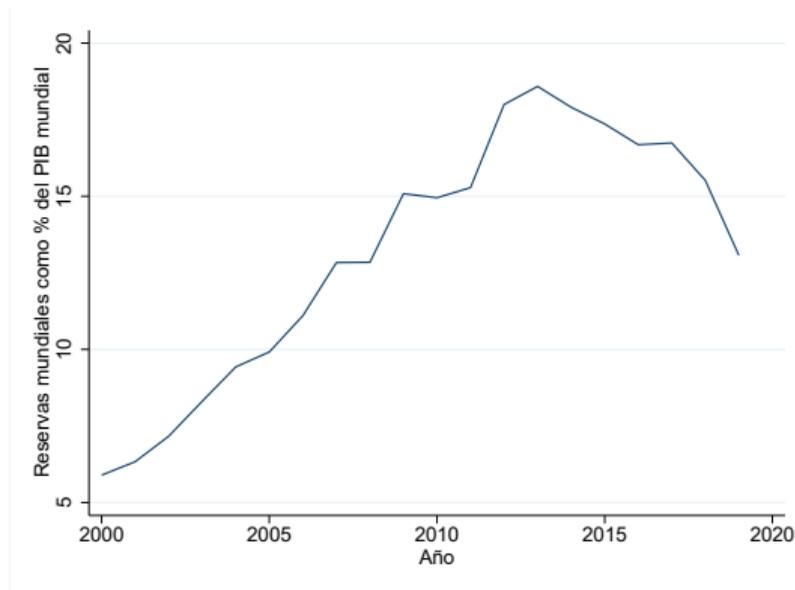
19 de noviembre, 2020



Las ideas aquí expresadas son de los autores y no necesariamente representan las del Banco Central de Costa Rica

## Introducción

- En el mundo, del 2000 al 2019 las reservas como % del PIB se han más que duplicado.



- Este comportamiento ha reavivado el interés por el nivel requerido de reservas para un país.

## Introducción

- ¿Cuál es el nivel de Reservas Internacionales Netas (RIN) adecuadas y óptimas para Costa Rica?
- **Definiciones:**
  - Las RIN adecuadas se obtienen al aplicar una regla discrecional, que sugiere un nivel apropiado de reservas.
  - Las RIN óptimas se estiman a partir de un proceso de optimización que toma en cuenta la disyuntiva que existe entre los costos de acumular reservas y los potenciales beneficios que se derivan de estas.

## ¿Qué hacen otros bancos centrales?

- De acuerdo con información suministrada al Banco Mundial en el 2018, los indicadores más utilizados por 30 bancos centrales de países con ingresos medios altos son:
  - Razón de reservas a importaciones (83 %).
  - Razón de reservas a servicio de la deuda externa (57 %).
  - Razón de reservas y agregado monetario (53 %).
  - Métrica de las reservas adecuadas (RA) del FMI (53 %).
  - Indicador de Wijnholds & Kapteyn (33 %).
  - Modelos óptimos de reservas (33 %).

## En esta presentación

### Reservas adecuadas:

- Se analizan cinco indicadores:
  - Razón de reservas a importaciones.
  - Razón de reservas a servicio de la deuda externa a corto plazo.
  - Razón de reservas y agregado monetario.
  - Indicador de Wijnholds & Kapteyn (2001) - Reservas adecuadas BCCR.
  - Métrica de reservas adecuadas del FMI.
- Se estudia el periodo comprendido desde el I trimestre del 2000 al II trimestre de 2020.
- Se presentan proyecciones de las reservas adecuadas del III trimestre del 2020 al IV trimestre de 2021.

## En esta presentación

### Reservas óptimas:

- Se propone un modelo de reservas óptimas, que contempla:
  - Depósitos en moneda extranjera.
  - Choques de términos de intercambio y de tipo de cambio real.
  - Probabilidad endógena de crisis.
- Se compara el nivel de reservas óptimas con el observado desde el IV trimestre de 2009 al II trimestre de 2020.
- Se presentan proyecciones de las reservas óptimas del III trimestre del 2020 al IV trimestre de 2021.

## Principales conclusiones

- Las RIN se ubican en niveles considerados adecuados de acuerdo con los cinco indicadores analizados.
- Las RIN se encuentran en niveles cercanos al óptimo.
- Según las proyecciones, los niveles de reservas serían cercanos a los adecuados y óptimos en lo que resta del 2020 y en el 2021, aunque la brecha entre los niveles recomendados y proyectados podría llegar a ser hasta de 0,71 p.p. del PIB.

## RIN en Costa Rica

- Desde el I trim. 2015 al II trim. 2020, en promedio las RIN equivalen a 13,33 % del PIB (mediana 13,22 %).



# RIN en Costa Rica

## Estudios previos:

- Niveles adecuados de reservas:
  - Redondo & González (2001)
  - González (2002)
  - González (2004)
  - Mora (2005)
  - Mora & Serrano (2005)
- Niveles óptimos de reservas:
  - Muñoz & Tenorio (2010)
  - Segura & Funk (2012)
  - Álvarez (2016)

Aporte de este trabajo: Incluir la métrica de reservas adecuadas del FMI, y proponer un modelo de reservas óptimas con choques a los términos de intercambio.

# Reservas adecuadas

## Razón de reservas a importaciones

- Estima el número de meses que las reservas pueden sostener las importaciones.
- Tres meses de importaciones se cataloga como adecuado.
- Debido a la importancia actual de los flujos de capitales, este indicador se considera desactualizado, aunque sigue siendo muy utilizado entre los bancos centrales.
- Para la estimación se utilizan las importaciones de bienes y servicios totales (incluye los regímenes especiales e hidrocarburos).

# Razón de reservas a importaciones



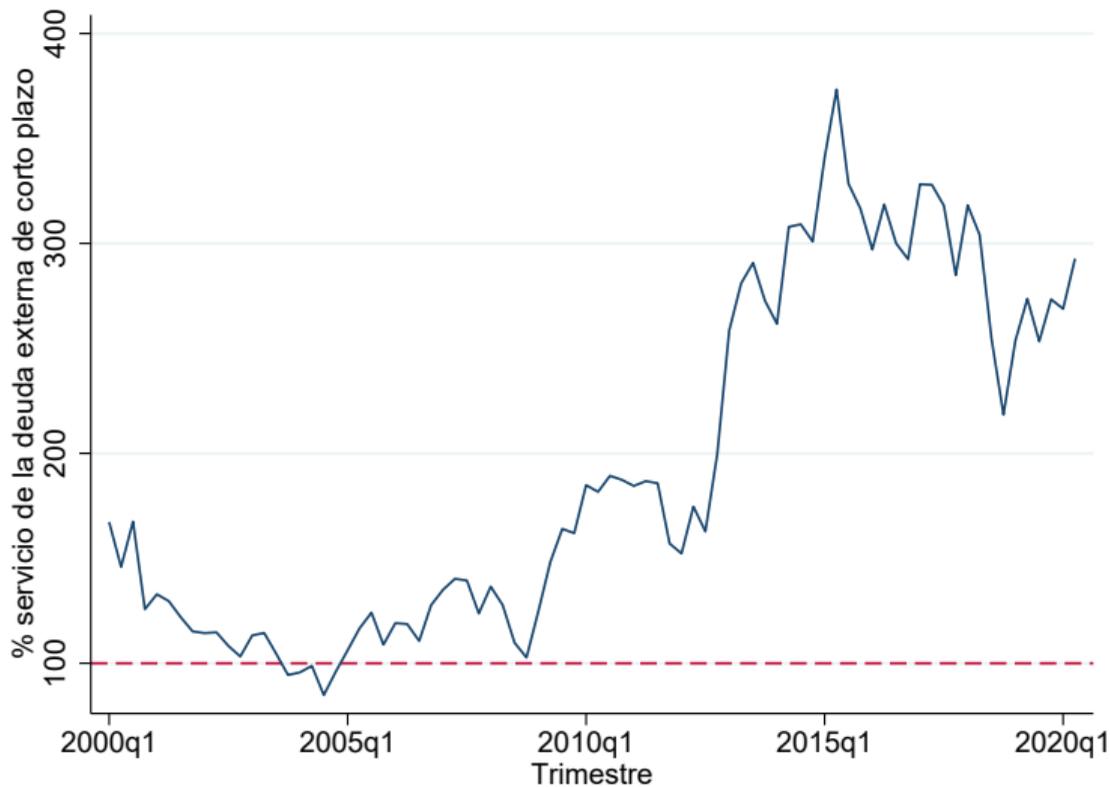
## Razón de reservas a importaciones

- Desde el I trimestre del 2015, en promedio las RIN cubren el equivalente a 5,03 meses de importaciones (mediana 4,99 meses).
- Probabilidad de que las RIN cubran menos de 3 meses de exportaciones:
  - 0% (I trim. 2015 a II trim. 2020).
- Para cumplir con el mínimo, se necesitan RIN equivalentes al 7,96% del PIB.

## Razón de reservas a servicio de la deuda externa a corto plazo

- Estima la capacidad de cubrir pagos por servicio de la deuda externa (amortización más intereses) hasta por un año.
- Regla de Guidotti-Greenspan: las RIN deben cubrir 100 % del servicio de la deuda externa de corto plazo.
- La evidencia empírica de inicios de los 2000 apoya este punto de referencia al encontrar que se relaciona con un menor impacto de crisis.

## Razón de reservas a servicio de la deuda externa a corto plazo



## Razón de reservas a servicio de la deuda externa a corto plazo

- Desde el I trimestre del 2015, en promedio las RIN cubren el equivalente a 297,16 % del servicio de deuda externa de corto plazo (mediana 298,56 %).
- Probabilidad de que las RIN cubran menos de 100 % del servicio de la deuda externa de corto plazo:
  - 0 % (I trim. 2015 a II trim. 2020).
- Para cumplir con el mínimo, se necesitan RIN equivalentes al 4,53 % del PIB.

## Razón de reservas y agregado monetario

- Estima la potencial demanda por activos externos, en el caso de que los agentes conviertan sus activos de moneda nacional a moneda extranjera.
- Se considera como adecuado reservas equivalentes al 20 % de la liquidez total del sistema financiero.

## Razón de reservas y agregado monetario



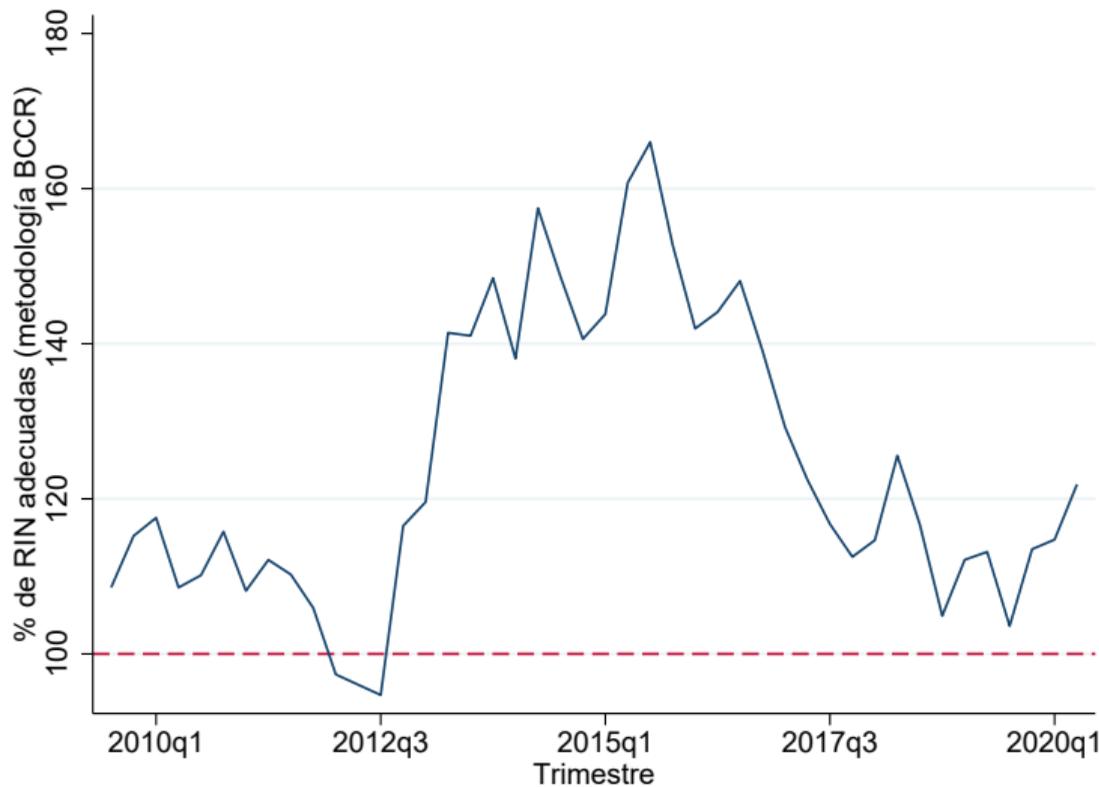
## Razón de reservas y agregado monetario

- Desde el I trimestre del 2015, en promedio las RIN cubren el equivalente a 23,48 % de la liquidez total mantenida en el sistema financiero (mediana 22,42 %).
- Probabilidad de que las RIN cubran menos del 20 % de la liquidez total:
  - 0 % (I trim. 2015 a II trim. 2020).
- Para cumplir con el mínimo, se necesitan RIN equivalentes al 11,45 % del PIB.

## Wijnholds & Kapteyn (2001) - Reservas adecuadas BCCR

- Estima la potencial pérdida de divisas que resulta tanto del pago del servicio de la deuda, como de las fugas de capital de los residentes al convertir sus activos de moneda nacional a moneda extranjera.
- El método combina la regla de Guidotti-Greenspan, pero incorpora los agregados monetarios ajustándolos por un índice de riesgo país y régimen cambiario.
- El BCCR actualmente utiliza una variante de esta metodología para estimar el nivel adecuado de reservas.

## Wijnholds & Kapteyn (2001) - Reservas adecuadas BCCR



## Wijnholds & Kapteyn (2001) - Reservas adecuadas BCCR

- Desde el I trimestre del 2015, en promedio las RIN cubren el equivalente a 128,11 % de las reservas adecuadas (mediana 122,16 %).
- Probabilidad de que las RIN cubran menos de 100 % de las Reservas adecuadas BCCR:
  - 0 % (I trim. 2015 a II trim. 2020).
- Para cumplir con el mínimo, se necesitan RIN equivalentes al 10,54 % del PIB.

## Métrica de reservas adecuadas (RA) del FMI

- Regla que amplía las bases analíticas para determinar el nivel de RIN.
- Se enfoca en cuatro dimensiones:
  - Ingreso por exportaciones (X).
  - Dinero en sentido amplio (DA).
  - Servicio de la deuda externa a corto plazo (DECP).
  - Otros pasivos (OP).
- La dimensión “Otros pasivos (OP)” incluye de la PII:
  - Inversión de Cartera: Títulos de deuda (Pasivos).
  - Otra Inversión (Pasivos): incluye créditos comerciales, préstamos, otras cuentas por pagar.
  - Además, se le resta el monto del servicio de la deuda externa a corto plazo.

## Métrica de reservas adecuadas (RA) del FMI

- Cada dimensión se pondera de acuerdo con el décimo percentil de los cambios observados durante episodios de presiones al mercado cambiario.
- Las ponderaciones varían de acuerdo con el régimen cambiario (flotante versus no flotante).
- La métrica de reservas adecuadas (RA) se estima:

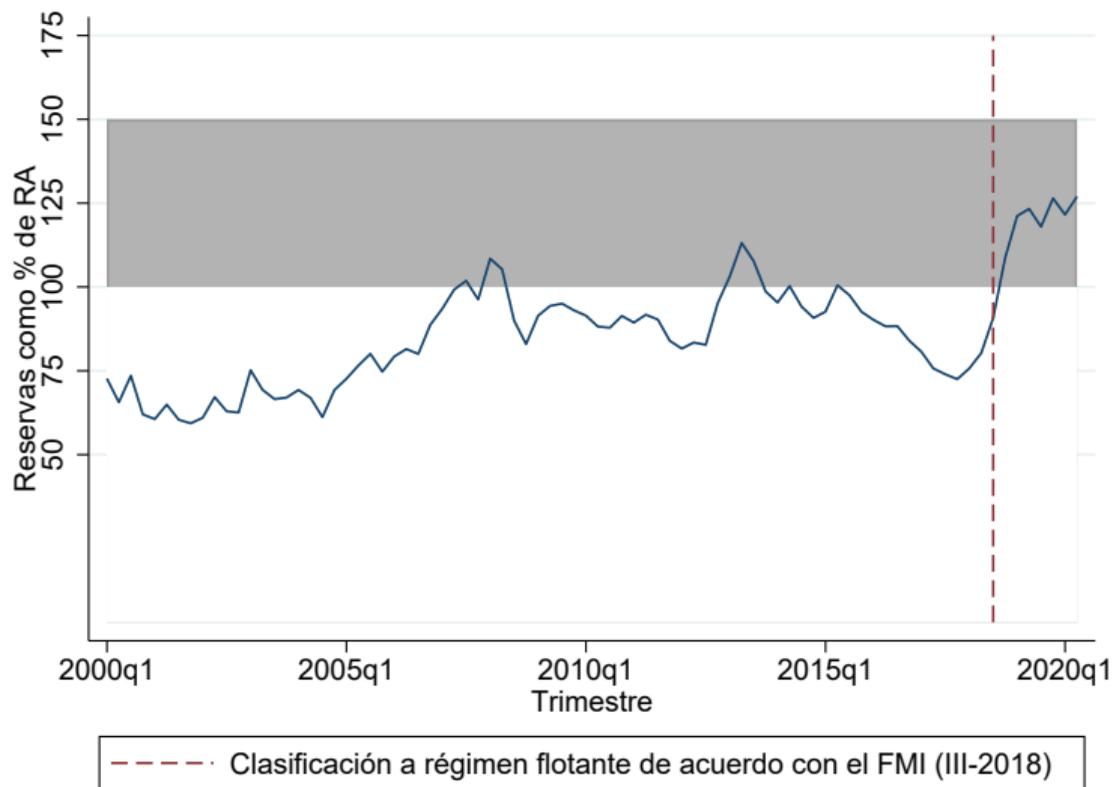
En un régimen de tipo de cambio no flotante:      30 % de DECP   +   20 % de OP   +   10 % de DA   +   10 % de X

En un régimen de tipo de cambio flotante:      30 % de DECP   +   15 % de OP   +   5 % de DA   +   5 % de X

## Métrica de reservas adecuadas (RA) del FMI

- Se considera como adecuadas las reservas en el rango de entre 100 % a 150 % de la métrica.
- La métrica de reservas adecuadas (RA) logra predecir periodos de crisis y presiones al tipo de cambio mejor que las medidas tradicionales.
- A partir del IV trimestre de 2018, el FMI reclasificó el régimen cambiario de Costa Rica de paridad blanda (“*soft peg*”) a flotante.

## Métrica de reservas adecuadas (RA) del FMI



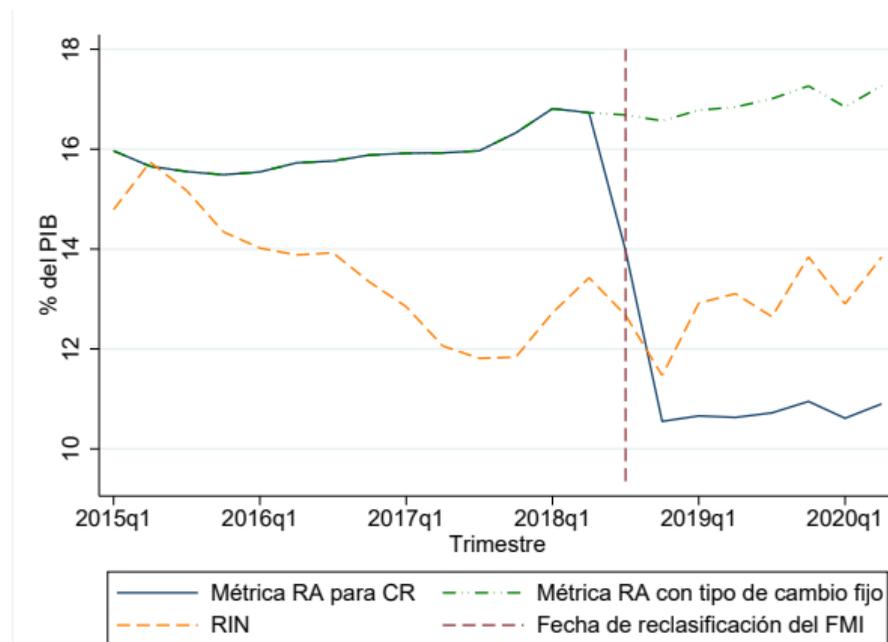
## Métrica de reservas adecuadas (RA) del FMI

- Desde el IV trimestre del 2018, en promedio las RIN cubren el equivalente a 117,11 % de la métrica de reservas adecuadas (mediana 121,37 %).
- Probabilidad de que las RIN cubran menos de 100 % de la métrica de reservas adecuadas (RA):
  - 0 % (IV trim. 2018 a II trim. 2020).
- Para cumplir con el mínimo, se necesitan RIN equivalentes al 10,72 % del PIB.

Descomposición de la métrica RA del FMI

## Métrica de reservas adecuadas (RA) del FMI

- Si se hubiera mantenido la clasificación de esquema cambiario no flotante, al II trim. de 2020 se hubiera necesitado reservas equivalentes al 17,27 % del PIB, en lugar de 10,90 %.



# Reservas óptimas

## Modelo de reservas óptimas

- El modelo es una extensión del trabajo sobre reservas óptimas de Jeanne y Rancière (2011), en un contexto de:
  - Depósitos en moneda extranjera (Gonçalves, 2007; Segura & Funk, 2012; Álvarez, 2016).
  - Choques en los términos de intercambio (Drummond & Dhasmana, 2008).
  - Probabilidad de crisis endógena (Segura & Funk, 2012; Álvarez, 2016).

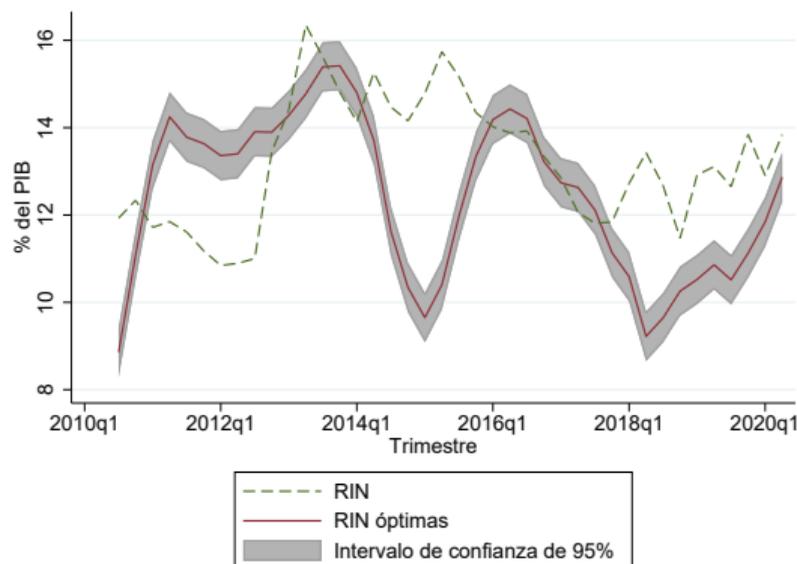
Motivación del modelo

Detalle del modelo

Calibración del modelo

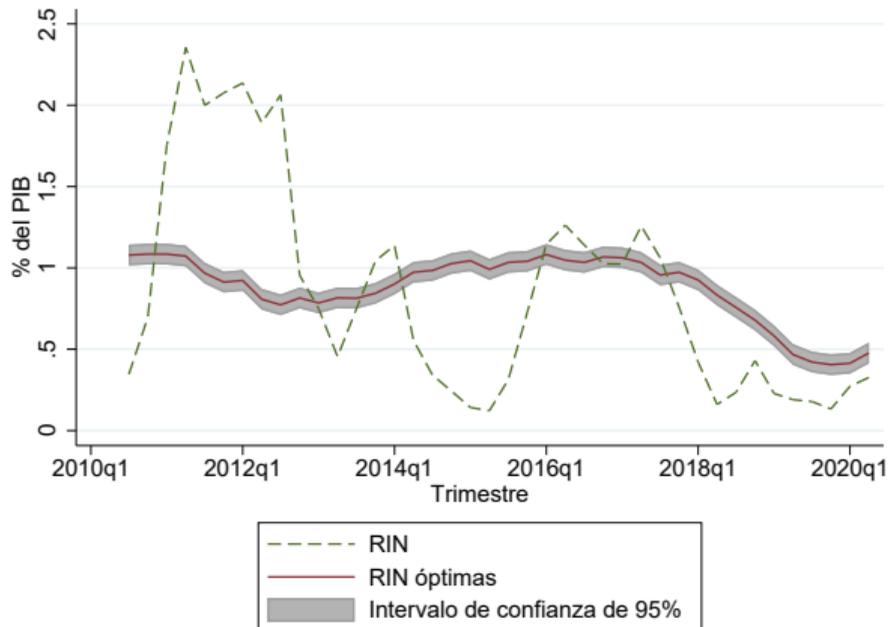
## Resultados: Reservas óptimas versus observadas

- Desde el I trimestre del 2015:
  - Las RIN óptimas se ubican entre el 9,22 % y el 14,43 % del PIB (mediana: 11,49 %).
  - La brecha entre los niveles óptimos y observados no ha sido mayor a 0,60 p.p. del PIB.

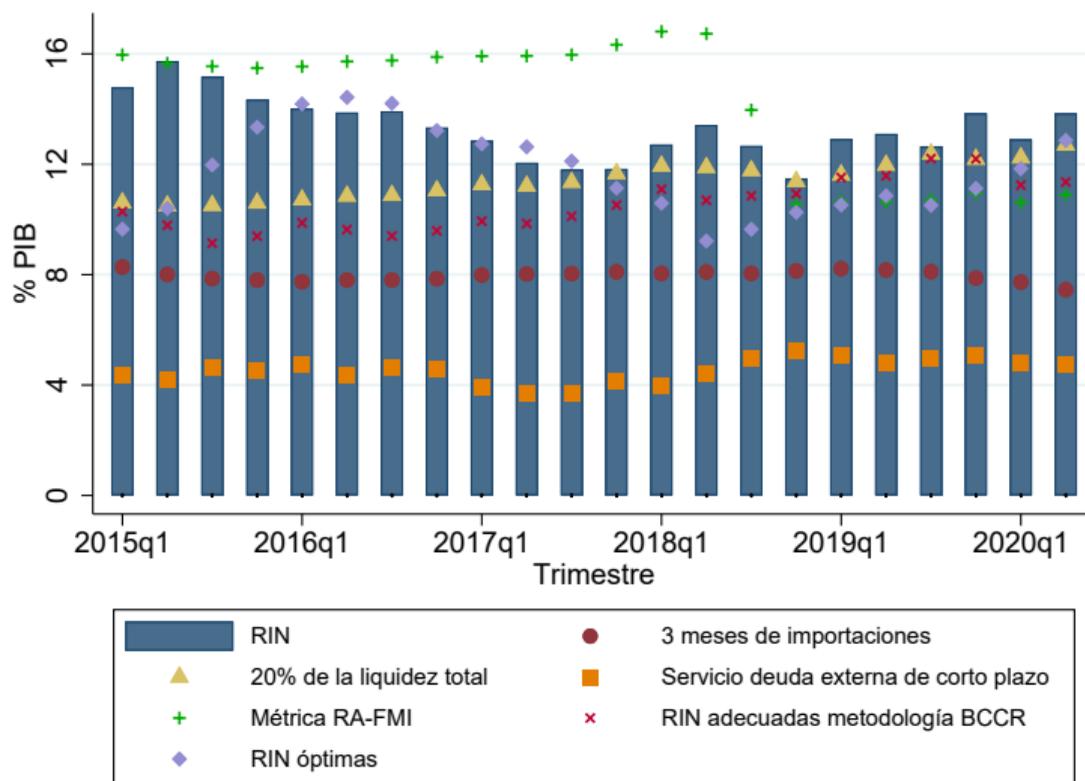


## Probabilidad de crisis externa

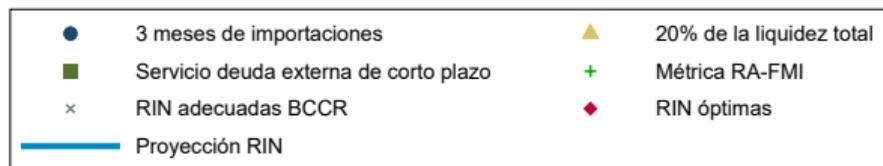
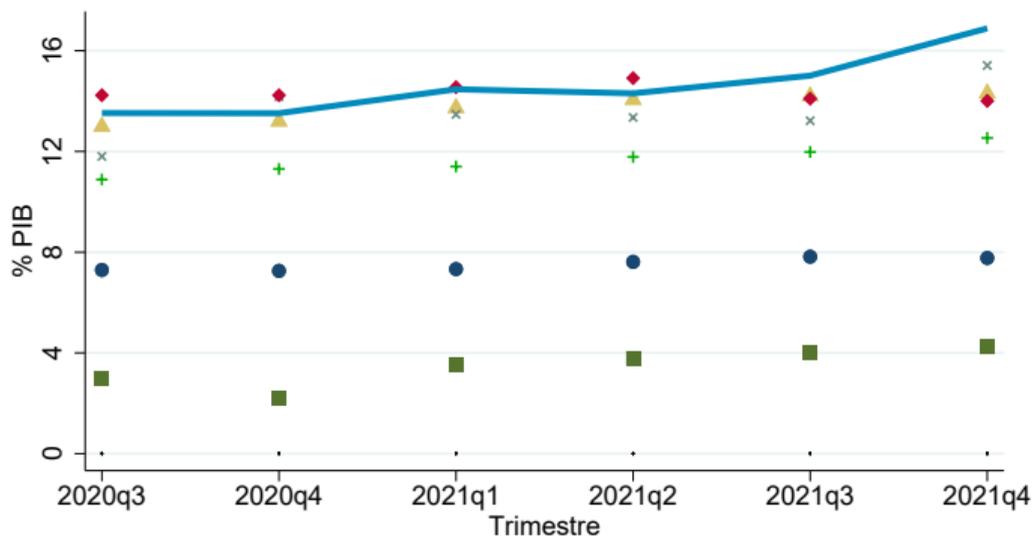
- Desde el I trimestre del 2015, la probabilidad promedio de crisis ha sido:
  - 0,57 % (D.E. 0,43) para las RIN.
  - 0,83 % (D.E. 0,26) para las RIN óptimas.



## En resumen (RIN adecuadas y óptimas)

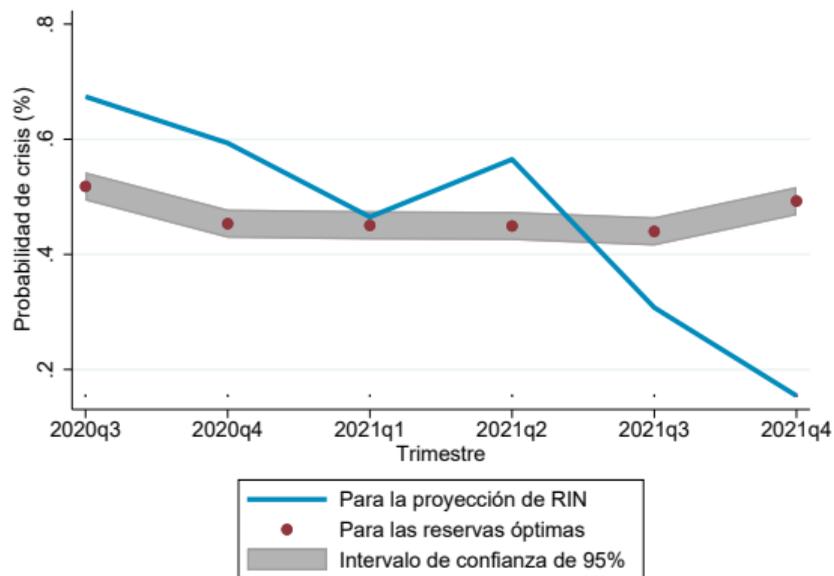


# Proyección niveles adecuados y óptimos de reservas, III trimestre 2020 a IV trimestre 2021



# Proyección probabilidad de crisis, III trimestre 2020 a IV trimestre 2021

Según la proyección de reservas para el periodo, la probabilidad de crisis es de 0,46 % (mediana: 0,51 %, min. 0,15 % y max. 0,67 %)



## Conclusiones

- De acuerdo con los indicadores analizados, el BCCR se encuentra en una posición sólida respecto a sus niveles de reservas.
- Las proyecciones sugieren que entre el III trimestre de 2020 al IV trimestre de 2021, los niveles de reservas estarán muy cercanos o por encima de sus niveles adecuados y óptimos. La brecha entre las RIN adecuadas y óptimas podría llegar a representar como máximo un 0,71 p.p del PIB.

¡Gracias!

[mendezce@bccr.fi.cr](mailto:mendezce@bccr.fi.cr)

BC  
CR BANCO  
CENTRAL DE  
COSTA RICA

70  
aniversario

JORNADAS VIRTUALES DE  
INVESTIGACIÓN ECONÓMICA 2020

# Reservas internacionales netas adecuadas y óptimas para Costa Rica

Esteban Méndez Chacón

19 de noviembre, 2020



## Definición reservas internacionales (MBP6)

*“...activos externos que están disponibles de inmediato y bajo el control de las autoridades monetarias para satisfacer necesidades de financiamiento de la balanza de pagos, para intervenir en los mercados cambiarios a fin de influir sobre el tipo de cambio y para otros fines conexos (como el mantenimiento de la confianza en la moneda y la economía y servir como base para el endeudamiento externo).” (MBP6, párrafo 6.64)*

Regresar

## Wijnholds & Kapteyn (2001) - Reservas adecuadas BCCR

- El BCCR utiliza una variante de esta metodología, donde se estima el nivel adecuado de reservas como:

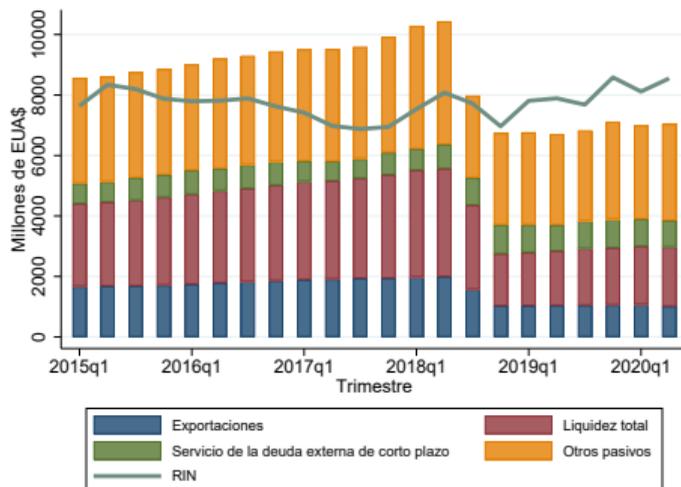
$$RIN^{Adecuadas} = DX_{CP} + DPI_{\$} + (0,15 \cdot LT_{\$} \cdot IRP)$$

donde:

- $DX_{CP}$ : Deuda pública externa (incluye principal e intereses) que vence en los siguientes doce meses más el saldo de los pasivos externos de corto plazo de las entidades financieras y del sector privado no financiero.
- $DPI_{\$}$ : Deuda pública interna en moneda extranjera, incluye principal e intereses de los Títulos de Propiedad del Ministerio de Hacienda y de los Certificados de Depósitos del BCCR que vencen en los siguientes doce meses.
- $LT_{\$}$ : Saldo de la liquidez total del Sistema Bancario Nacional expresado en dólares.
- $IRP$ : Índice de riesgo país para Costa Rica de *The Economist Intelligence Unit*.

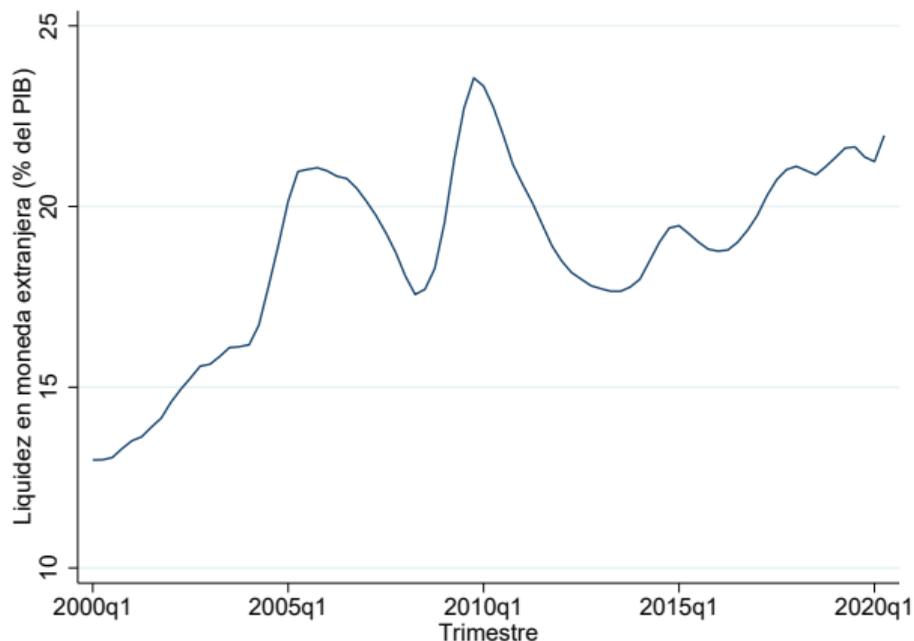
## Métrica de reservas adecuadas (RA) del FMI

- Descomposición de las reservas adecuadas (RA) del FMI - Promedio I trim. 2015 a II trim. 2020:
  - Otros pasivos: 40,75 %
  - Dinero en sentido amplio: 31,41 %
  - Ingreso por exportaciones: 18,17 %
  - Servicio de la deuda externa a corto plazo: 9,67 %



## Depósitos en moneda extranjera en Costa Rica

- En Costa Rica, desde el I trimestre del 2015 la liquidez en moneda extranjera representa en promedio el 20 % del PIB.



## Términos de intercambio en Costa Rica

- Además, las economías pequeñas y abiertas como la de Costa Rica son susceptibles a choques en sus términos de intercambio (la relación de los precios de exportación a los precios de importación).
- En particular, en Costa Rica, los términos de intercambio dependen en gran medida de la trayectoria de los precios del petróleo.
- De acuerdo con el BCCR, por cada EUA\$ 10 de aumento en el precio del barril de petróleo, los requerimientos de divisas aumentan en cerca del 2,5 % de las RIN (Informe de Inflación Junio 2019. BCCR. Pág. 20).

## Detalle del modelo

- Economía abierta y pequeña.
- Tiempo discreto infinito ( $t = 0, 1, 2, \dots$ ).
- Dos sectores, uno transable ( $T$ ) y otro no transable ( $N$ ).
- La economía puede experimentar una parada repentina en los flujos de capital donde:
  - La deuda a corto plazo no se transfiere al siguiente periodo.
  - Se retira una fracción de los depósitos bancarios en moneda extranjera.
  - La producción cae.
  - Se da una depreciación real.
  - Los términos de intercambio se deterioran.

## Detalle del modelo

- La economía posee un sector privado (consumidores y sector financiero) y un gobierno.
- En el sector privado, la función intertemporal de los consumidores es:

$$U_t = \mathbb{E} \left[ \sum_{i=0}^{\infty} (1 + r_{t+i})^{-i} u(C_{t+i}) \right] \quad (1)$$

donde la función de utilidad en cada periodo es:

$$u(C) = \begin{cases} \frac{C^{1-\sigma}}{1-\sigma}, & \text{si } \sigma \neq 1 \\ \ln(C), & \text{si } \sigma = 1 \end{cases} \quad (2)$$

con el coeficiente de aversión al riesgo  $\sigma \geq 0$ .

## Detalle del modelo

- $C$  es el consumo agregado:

$$C = (C^T)^\beta (C^N)^{1-\beta} \quad (3)$$

donde  $0 < \beta < 1$  es el porcentaje de los bienes transables en el consumo total.

- Los consumidores maximizan su consumo sujeto a las restricciones presupuestarias:

$$C_t^T = T_t \times Y_t^T + q_t [B_t - (1 + r_{t-1}^B) B_{t-1} + P_t - (1 + r_{t-1}) P_{t-1} + Z_t] \quad (4)$$

$$C_t^N = Y_t^N \quad (5)$$

## Detalle del modelo

donde:

- $C_t^T$  = consumo de bien transable.
- $C_t^N$  = consumo de bien no transable (se supone que no se puede ahorrar).
- $T_t$  = términos de intercambio.
- $Y_t^T$  = producto de bien transable.
- $Y_t^N$  = producto de bien no transable.
- $q_t$  = tipo de cambio real.
- $B_t$  = deuda a corto plazo en moneda extranjera del sector financiero nacional a los consumidores.
- $P_t$  = deuda externa a corto plazo de los consumidores.
- $Z_t$  = transferencia del gobierno.
- $r_t^B$  y  $r_t$  = tasas de interés.

## Detalle del modelo

- El sector financiero nacional está sujeto a la restricción presupuestaria:

$$D_t + (1 + r_{t-1}^B)B_{t-1} + (1 + r_{t-1})A_{t-1} = (1 + r_{t-1}^D)D_{t-1} + B_t + A_t \quad (6)$$

donde:

- $A_t$  = activos externos del sistema financiero.
  - $D_t$  = depósitos en moneda extranjera.
- Se supone que:

$$A_t = \alpha_t D_t \quad (7)$$

para  $0 < \alpha_t < 1$

- Además, se supone que  $r_D = r_B = r$

## Detalle del modelo

- La probabilidad de una parada repentina en los flujos de capital en el periodo  $t$  es  $\pi(\rho_{t-1})$ , donde  $\rho_{t-1}$  representa la relación de reservas a producto.
- El gobierno provee un seguro a los consumidores contra paradas repentinas en los flujos de capital.
- El seguro provee un pago de  $R_{t-1}$  si en el periodo  $t$  hay una parada repentina en los flujos de capital.
- El costo del seguro en el periodo  $t$  es:

$$(\delta_t + \pi(\rho_{t-1}))R_{t-1} \tag{8}$$

donde  $\delta_t$  es una prima.

## Detalle del modelo

- La transferencia del gobierno antes ( $a$ ) y después ( $d$ ) de una parada repentina en los flujos de capital es:

$$Z_t^a = G_t - (1 + r_{t-1})G_{t-1} - (\delta_t + \pi(\rho_{t-1}))R_{t-1} \quad (9)$$

$$Z_t^d = -(1 + r_{t-1})G_{t-1} - (\delta_t + \pi(\rho_{t-1}))R_{t-1} + R_{t-1} \quad (10)$$

donde  $G_t$  es la deuda externa a corto plazo del gobierno.

## Detalle del modelo

- Durante una crisis:
  - La deuda a corto plazo no se transfiere al siguiente periodo.
  - Se retira una fracción  $\phi$  de los depósitos bancarios en moneda extranjera.
  - La producción cae en una fracción  $\gamma$ .
  - Se da una depreciación real equivalente a  $\Delta q$ .
  - Los términos de intercambio se deterioran en  $\Delta T$ .

## Detalle del modelo

- Al combinar las ecuaciones 4, 6, 7, 9 y 10 se obtiene que el consumo de bienes transables antes ( $a$ ) y después ( $d$ ) de una parada repentina en los flujos de capital es:

$$\begin{aligned}
 C_t^{T,a} = & Y_t^T + (1 - \alpha_t)D_t + P_t + G_t \\
 & - (1 + r_{t-1})[(1 - \alpha_{t-1})D_{t-1} + P_{t-1} + G_{t-1}] \\
 & - (\delta_t + \pi(\rho_{t-1}))R_{t-1}
 \end{aligned} \tag{11}$$

$$\begin{aligned}
 C_t^{T,d} = & (1 - \gamma)(1 - \Delta T)Y_t^T \\
 & + (1 + \Delta q)\{(1 - \phi)D_{t-1} \\
 & - (1 + r_{t-1})[(1 - \alpha_{t-1})D_{t-1} + P_{t-1} + G_{t-1}] \\
 & - (\delta_{t-1} + \pi(\rho_{t-1}))R_{t-1} + R_{t-1}\}
 \end{aligned} \tag{12}$$

## Detalle del modelo

- El consumo de bienes no transables antes ( $a$ ) y después ( $d$ ) de una parada repentina en los flujos de capital viene dado por:

$$C_t^{N,a} = Y_t^N \quad (13)$$

$$C_t^{N,d} = (1 - \gamma)Y_t^N \quad (14)$$

## Detalle del modelo

- En el periodo  $t$ , el gobierno elige el nivel de reservas  $R_{t+1}$  para maximizar la utilidad esperada de los consumidores.
- Como el nivel de reservas únicamente influye sobre el consumo en el momento  $t + 1$ , el gobierno en el periodo  $t$  maximiza:

$$\rho_t^* = \arg \max \{ (1 - \pi(\rho_t))u(c_{t+1}^a) + \pi(\rho_t)u(c_{t+1}^d) \} \quad (15)$$

## Detalle del modelo

- Se hace el problema estacionario al dividir la función de utilidad 15 por  $Y_{t+1}^{1-\sigma}$  si  $\sigma \neq 1$ , o al restar  $\log(Y_{t+1})$  si  $\sigma = 1$ .
- Se tiene entonces que:

$$\rho_t^* = \arg \max \{ (1 - \pi(\rho_t))u(c_{t+1}^a) + \pi(\rho_t)u(c_{t+1}^d) \} \quad (16)$$

donde:

$$c_{t+1}^a = (c_{t+1}^{T,a})^\beta (c_{t+1}^{N,a})^{1-\beta} \quad (17)$$

$$c_{t+1}^d = (c_{t+1}^{T,d})^\beta (c_{t+1}^{N,d})^{1-\beta} \quad (18)$$

## Detalle del modelo

- De las ecuaciones 11, 12, 13 y 14:

$$\begin{aligned}
 c_{t+1}^{T,a} = & y_{t+1}^T + (1 - \alpha_{t+1})\lambda_{t+1}^D + \lambda_{t+1}^P + \lambda_{t+1}^G \\
 & - \frac{(1 + r_t)}{1 + g} \left[ (1 - \alpha_t)\lambda_t^D + \lambda_t^P + \lambda_t^G \right] \\
 & - \frac{(\delta_{t+1} + \pi(\rho_t))}{1 + g} \rho_t
 \end{aligned} \tag{19}$$

$$\begin{aligned}
 c_{t+1}^{T,d} = & (1 - \gamma)(1 - \Delta T)y_{t+1}^T \\
 & + \frac{(1 + \Delta q)}{1 + g} \left\{ (1 - \phi)\lambda_t^D \right. \\
 & - (1 + r_t) \left[ (1 - \alpha_t)\lambda_t^D + \lambda_t^P + \lambda_t^G \right] \\
 & \left. + (1 - \delta_{t+1} - \pi(\rho_t))\rho_t \right\}
 \end{aligned} \tag{20}$$

## Detalle del modelo

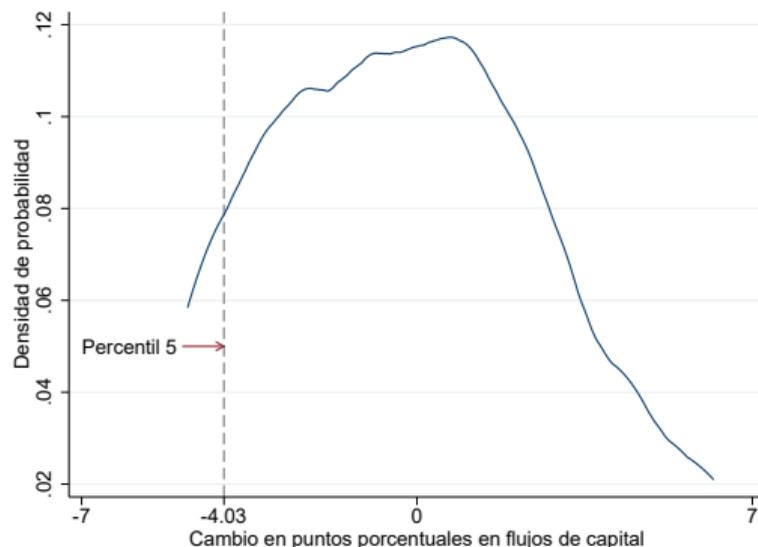
$$c_{t+1}^{N,a} = y_{t+1}^N \quad (21)$$

$$c_{t+1}^{N,d} = (1 - \gamma)y_{t+1}^N \quad (22)$$

Regresar

## Calibración del modelo

- Se define una parada repentina en los flujos de capital como un cambio en la cuenta de capital inferior al percentil 5 %.
- Para Costa Rica, esto corresponde a una contracción en los flujos de capital mayor a 4 puntos porcentuales. Esto ha sucedido en 1981, 1982 y 2009.



## Calibración del modelo

- Debido a las pocas observaciones para Costa Rica, se calculan los efectos en la economía de una parada repentina en los flujos de capital con una muestra de países de ingreso medio.
- Se obtienen datos del IFS del FMI, y del Banco Mundial.
- En total son 76 países durante el periodo 1978 a 2019.

## Calibración del modelo

- Pérdida de producto durante una crisis externa:  $\gamma = 0,05$ .
- Depreciación del tipo de cambio real:  $\Delta q = 0,045$ .
- Deterioro en los términos de intercambio:  $\Delta T = 0,06$ .
- Tasa de crecimiento potencial de la economía:  $g = 0,04$ .

## Calibración del modelo

- $\delta$ : Costo de oportunidad de mantener reservas (o prima por mantener reservas):
  - Es la diferencia entre la tasa promedio ponderada de la deuda externa del Gobierno Central, y el rendimiento sobre las RIN que obtiene el BCCR.
  - Promedio del III trim. 2010 al II trim. 2020: 4 %

## Calibración del modelo

- Se utilizan series del Departamento de Estadística Macroeconómica del BCCR para:
  - Tasa de interés activa del sistema financiero para préstamos en EUA\$:  $r = 0,07$
  - Liquidez en moneda extranjera como % del PIB:  $\lambda_t^D = 0,20$ .
  - Servicio de la deuda externa a corto plazo como % del PIB:  $\lambda_t^G + \lambda_t^P = 0,05$ .
  - Activos externos del sistema financiero como % de la liquidez en moneda extranjera:  $\alpha_t = 0,14$ .
  - Producción de bienes transables:  $y^T = 0,31$ .
  - Gasto de consumo final de los hogares en bienes transables:  $\beta = 0,60$ .

## Calibración del modelo

- La cobertura de los depósitos en moneda extranjera se supone en  $\phi = 0,3$ .
- El coeficiente de aversión al riesgo se supone en  $\sigma = 2$ .
- Se realiza un análisis de sensibilidad para evaluar qué tan sólidas son las conclusiones a los valores asignados para los parámetros.

## Calibración del modelo

- La probabilidad de crisis externa se hace endógena mediante un modelo probit:

$$\pi(\rho_t) = \Phi(\rho_t) \quad (23)$$

donde  $\Phi$  es la función de distribución acumulada de la distribución normal estándar.

- En particular, por crisis externa se hace referencia a crisis de balanza de pagos.
- En promedio, incrementar en un 1 % las reservas como porcentaje del PIB, reduce la probabilidad de crisis externa en 6,53 %.