

# Deuda máxima para un país en desarrollo: los límites que impone el riesgo cambiario

DT-CARF

13 de septiembre de 2023

## 1. Introducción

La política fiscal contracíclica ha sido clave para recuperar una economía de fuertes recesiones que amenacen con disminuir el bienestar de un país. El aumento del gasto público en tiempos de crisis generalmente es financiado con deuda, pues un incremento de impuestos, cuando la mayoría de los hogares ha visto una disminución en sus ingresos, puede resultar en descontento social. Sin embargo, esa misma disminución de ingresos a nivel local genera tasas de interés altas de la deuda soberana interna ante la disminución de fondos domésticos prestables. Por esto, los gobiernos buscan endeudamiento en los mercados internacionales a través de bonos indexados a monedas extranjeras, que alivian la falta de liquidez del mercado interno y pagan una tasa de interés más baja ante la protección del valor de dicha deuda para estos compradores internacionales.

No obstante, esta estrategia genera una vulnerabilidad para el país porque una depreciación de la moneda local llevaría a un aumento del valor de la deuda soberana. Este riesgo aumentaría la probabilidad de impago y con ello la prima de riesgo que el gobierno debe pagar por su deuda. Este riesgo sugiere un límite al endeudamiento pues un gasto creciente en intereses se llevaría una porción cada vez más alta del presupuesto, haciendo la deuda

insostenible. El objetivo de este documento es analizar dónde se encuentran estos límites para un país en desarrollo que está sujeto a riesgos cambiarios.

Los niveles de deuda pueden considerarse sostenibles solo si no se acumulan y aumentan persistentemente (Hall, 2014). Esto implica que cambios permanentes en el déficit fiscal o fuertes choques en la tasa de interés pueden hacer insostenible la deuda. La deuda soberana se considera sostenible si el valor presente esperado de los saldos primarios futuros es mayor al saldo de la deuda (Wickens (2011)). También se considera sostenible si la tasa de crecimiento de la economía es mayor a la tasa de interés real de la deuda, permitiendo la estabilidad de la deuda como porcentaje del PIB. Sin embargo, el riesgo cambiario es otro elemento que potencialmente atentaría contra dicha sostenibilidad.

Para entender los efectos de este riesgo, proponemos un modelo de equilibrio general donde el nivel de deuda determina la tasa de interés, como en Arellano (2008). En nuestro modelo, el gobierno emite deuda en moneda local y en moneda extranjera para financiar el gasto público. Mientras existe una demanda exógena por la deuda en moneda local, la deuda en moneda extranjera es demandada por inversionistas neutrales al riesgo.

El modelo supone que la deuda del gobierno en moneda extranjera no es exigible, es decir, el gobierno puede optar por incumplir sus obligaciones. Así que los prestamistas neutrales al riesgo fijan el precio de esta deuda de acuerdo con la probabilidad de incumplimiento. Es decir, a mayor probabilidad de incumplimiento, mayor será la tasa de interés para comprar la deuda y así compensar por dicho riesgo. Una mayor probabilidad de incumplimiento puede ser consecuencia de un mayor nivel de deuda o de una mayor devaluación de la moneda local. La tasa de cambio se determina endógenamente en el modelo para equilibrar la demanda de divisas del gobierno a través de la deuda y una oferta de dólares que depende de las expectativas sobre el desempeño relativo de la economía.

Hay una gran cantidad de literatura sobre medidas reales de deuda sostenible. Varios autores han realizado propuestas basadas en el análisis estructural para lograr la sostenibilidad (Frank and Ley (2009) y Heal (2011), entre otras). En esta línea se encuentran los estu-

dios de Greiner (2013); Rivas Valdivia (2021); Vaggi and Prizzon (2014); Borensztein et al. (2013); Draksaite et al. (2015); Lukkezen and Rojas-Romagosa (2016); Blanchard and Das (2017); Afonso and Tovar Jalles (2017); Leeper and Li (2017); Bouabdallah et al. (2017) y los estudios conjuntos del Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial (International Monetary Fund and World Bank (2018)). En general, la metodología desarrollada por los organismos multilaterales es la que comúnmente utilizan los países para realizar sus análisis de sostenibilidad. Estos autores desarrollan indicadores estocásticos con diferentes componentes: simulaciones de tasa de interés, simulaciones de crecimiento económico, simulaciones del comportamiento del tipo de cambio y la respuesta fiscal esperada ante cambios en los niveles de deuda. Por su parte, Zanna et al. (2019) utilizan un modelo macroeconómico dinámico, que permite esquemas de financiamiento que combinan la existencia de deuda interna, externa y concesional. Los autores afirman que complementar los préstamos concesionales con préstamos no concesionales puede mejorar las perspectivas de endeudamiento.

Un concepto estrechamente relacionado con la sostenibilidad de la deuda es el incumplimiento soberano. Reinhart and Rogoff (2008) proporcionan el principal estudio empírico de incumplimientos soberanos, tanto externos como internos, basado en un análisis de episodios históricos durante dos siglos.<sup>1</sup> Nuestro estudio se concentra en los incumplimientos estratégicos en oposición a los incumplimientos de mercado puros, es decir, un incumplimiento que es el resultado de una decisión del gobierno. La mayoría de los estudios teóricos sobre impago estratégico se centran en comprender la existencia de contratos de deuda soberana entre agentes plenamente racionales cuando no existe o existe compromiso limitado (Eaton and Gersovitz (1981), Aguiar and Amador (2014) y D’Erasmus et al. (2016)).

Similar a nuestra propuesta es Mendoza and Yue (2012). Estos autores presentan un modelo DSGE con un incumplimiento estratégico que explica la relación negativa entre los diferenciales soberanos y el crecimiento del PIB, pero toman los niveles de umbral vinculados al incumplimiento como dados. Cuando ocurre un impago de la deuda soberana o cuando el

---

<sup>1</sup>Véase Tomz and Wright (2013) y Reinhart and Trebesch (2014) para estudios similares más recientes.

país deudor busca renegociar la deuda porque se ha vuelto insostenible, se podrá acordar una mejora en las condiciones de la deuda o una reducción en el valor de la deuda. Sturzenegger and Zettelmeyer (2008) documentan la variabilidad en los incumplimientos recientes, que van desde el 13 % (cambio de divisas de Uruguay) hasta el 73 % (cambio de Argentina 2005). Das et al. (2012) estudian la reestructuración de la deuda y Cruces and Trebesch (2013) encuentran que la reestructuración tiene un efecto significativo en la sostenibilidad de la deuda pública a través de la difusión de intereses.

La literatura sobre deuda soberana sostenible en Colombia es extensa. Posada and Arango (2000); Clavijo (2002); Avella-Gómez (2007); Lozano-Espitia et al. (2007); Lozano-Espitia (2009); Lozano-Espitia and Cabrera (2010) y Lozano-Espitia and Julio-Román (2019), entre otros, utilizan métodos empíricos para analizar la sostenibilidad de la deuda. En un estudio reciente, Arbeláez et al. (2021) argumentan que el nivel de deuda soberana de Colombia no debe superar el 48 % del PIB. Para estimar esta ancla de deuda prudente los autores utilizan un enfoque de cambio de régimen y la metodología buffer-risk del FMI. Todos los estudios anteriores se realizaron antes de la llegada de la pandemia del coronavirus y, por tanto, no incorporan los cambios radicales en el entorno internacional y en la economía doméstica que se produjeron a raíz de la pandemia. Además, no se centran en la deuda externa y el riesgo de devaluación. El único estudio publicado después de la pandemia y que dio la base para la implementación de la regla fiscal, es el de DGPM (2022), que a través de regresiones y simulaciones de Markov, estiman la deuda máxima de Colombia en 71 %.

## 2. Modelo

Considere un gobierno que elige la deuda para maximizar el bienestar social:

$$\mathbb{E}_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(c_t).$$

Cada período, el gobierno tiene una dotación exógena  $y$  que sigue un proceso de Markov  $F(y'|y)$  y elige cuánta deuda pedir prestada para pagar en el siguiente período. La deuda puede ser en moneda extranjera, denotada como  $b^*$ , por lo que su pago tiene en cuenta la tasa de cambio nominal  $e$ , que denota las unidades de moneda nacional por una unidad de moneda extranjera, o puede ser en moneda nacional  $b$ . El valor del siguiente periodo para una variable  $x$  se denota como  $x'$ . Tomar prestado  $b' + eb^{*'}$  implica que el gobierno tenga  $qb' + q^*eb^{*'}$  unidades de bienes domésticos, donde  $q$  y  $q^*$  indican el precio de la deuda (inverso de la tasa de interés) en moneda local y extranjera, respectivamente. Estos recursos y la dotación se utilizan para el consumo  $c$  y para pagar la deuda que vence en el periodo actual,  $b + eb^*$ .

Si el gobierno decide pagar su deuda, la restricción de endeudamiento agregada es

$$c + b + eb^* = y + qb' + q^*eb^{*'}$$

que incorpora los recursos de producción  $y$  y el endeudamiento por el lado (derecho) de los ingresos, y los gastos en consumo  $c$  y en el pago de la deuda (lado izquierdo).

Suponemos que la deuda interna siempre se paga y que el gobierno puede optar por no pagar su deuda externa.<sup>2</sup> En este último caso hay un costo pecuniario y su dotación disminuye a  $h(y) \leq y$ , como en Arellano (2008). Así, cuando el gobierno entra en impago, su restricción presupuestal es ahora

$$c + b = h(y) + qb'$$

Después del incumplimiento, asumimos que el gobierno se reincorpora a los mercados financieros con una probabilidad  $\theta$ . Mientras esté excluido, no podrá endeudarse en el extranjero. Si se reincorpora a los mercados, comienza sin las obligaciones anteriores.

---

<sup>2</sup>Este supuesto parte del incentivo del gobierno a pagar primero sus obligaciones internas que impactan directamente el bienestar de sus ciudadanos.

El tipo de cambio  $e$  se determina endógenamente a través de la balanza de pagos. En cada periodo el gobierno tiene una demanda neta de moneda extranjera igual a  $q^*b^{*'} - b^*$  unidades de bien extranjero. Y suponemos que hay una oferta adicional de recursos externos que fluyen hacia la economía dada por

$$S = S(\underbrace{e}_{+}; \underbrace{A}_{+}),$$

donde  $A$  es un parámetro exógeno que denota las condiciones agregadas de los mercados de divisas. Por lo tanto, la curva de oferta de recursos externos no se mueve si una baja dotación en la economía local coincide con un valor bajo de  $A$ . El tipo de cambio  $e$  se determina en equilibrio al despejar la balanza de pagos

$$qb^{*'} - b^* = S(e; A) \quad (1)$$

Valores más altos de  $A$  implican un desplazamiento hacia la derecha de la curva de oferta, lo que interpretamos como una mejora en la posición relativa de la economía con respecto a sus pares, incluida la posición en las reservas internacionales.

El problema dinámico del gobierno se puede escribir recursivamente como

$$v(b, b^*, y; A) = \max\{v^c(b, b^*, y; A), v^d(b, y; A)\}$$

donde  $v^c(b, b^*, y; A)$  es el valor al pagar la deuda

$$\begin{aligned} v^c(b, b^*, y; A) = & \max_{b', b^{*'}} u(y + (q^*b^{*'} - b^*)e + qb' - b) \\ & + \beta \int_{A'} \int_{y'} v(b', b^{*'}, y'; A') dF(y'|y) dG(A'|A) \end{aligned} \quad (2)$$

y  $v^d(b, y; A)$  es el valor cuando entra en impago

$$v^d(b, y; A) = \max_{b'} u(h(y) + qb' - b) + \beta \int_{y'} \int_{A'} (\theta v(b', 0, y'; A') + (1 - \theta)v^d(b', y'; A')) dG(A'|A)dF(y'|y).$$

También asumimos que existe una oferta inelástica de recursos  $\bar{b}$ . En principio,  $q$  se deriva de la condición de euler para el gobierno<sup>3</sup>

$$qu'(c) = \beta \mathbb{E}[u'(c')].$$

La ecuación de Euler para la moneda extranjera está dada por<sup>4</sup>

$$q^*eu'(c) = \beta \mathbb{E}[\max\{e'u'(c'), 0\}].$$

No obstante, las ecuaciones de Euler no son triviales. El beneficio y el costo marginal de la deuda interna dependen de si el gobierno paga o no su deuda externa. Por otro lado, solo hay un beneficio marginal de la deuda externa cuando el gobierno paga su deuda anterior. El costo marginal de esta deuda depende de si el próximo período el gobierno elige pagar o no.

Para encontrar el precio de la deuda en moneda extranjera, suponga que el gobierno se endeuda con prestamistas internacionales neutrales al riesgo que pueden pedir prestado o prestar a la tasa exógena  $r > 0$ . En equilibrio

$$q^*(b', b^{*'}, y; A) = \frac{1 - \delta(b', b^{*'}, y; A)}{1 + r}, \quad (3)$$

---

<sup>3</sup>Esta ecuación depende de si el gobierno elige después del incumplimiento o después de pagar la deuda externa.

<sup>4</sup>Esta ecuación de Euler solo se cumple después de que el gobierno paga su deuda externa.

donde

$$\delta(b', b^*, y; A) \equiv \Pr [v^d(b', y'; A') > v^c(b', b^*, y'; A') | y, A]$$

es la probabilidad de incumplimiento como en Arellano (2008).

El juego dinámico entre el prestamista y el gobierno se determina de la siguiente manera. El gobierno comienza con un nivel inicial de deuda interna  $b$  y deuda externa  $b^*$ , observa el shock de ingresos  $y$  y el estado global  $A$ , y decide si pagar su deuda o dejar de pagar. Si el gobierno decide pagar, elige deuda externa para el próximo período  $b^{*'}$  a un precio  $q^*$  para maximizar su utilidad sujeto a la restricción presupuestaria, que incluye el tipo de cambio  $e$ . Luego, los acreedores eligen la oferta de crédito dado  $q^*$ . Finalmente, se produce el consumo de los hogares.

## 2.1. Equilibrio recursivo

**Definition 1.** *Dado un estado  $s = \{b, b', y, A\}$ , un equilibrio en esta economía son funciones de política  $b'(s)$ ,  $b^{*'}(s)$  y  $c(s)$ , conjuntos de impago  $D(s)$ , y precios  $e(s)$ ,  $q(s)$  y  $q^*(s)$  tal que:*

1. *Dados  $q$ ,  $q^*$  y  $e$ ,  $b$  y  $b^*$  son solución al problema del gobierno*
2. *La tasa de cambio  $e$  satisface (1)*
3. *El precio  $q^*$  satisface (3) y es consistente con la condición de cero beneficios de los acreedores*
4. *El mercado de deuda doméstica se vacía*

$$b' = \bar{b}.$$

### 3. Calibración

A continuación simulamos el modelo para encontrar la deuda máxima de un país en desarrollo que está sujeto a riesgos cambiarios. Para esto calibramos los parámetros que se muestran en el siguiente cuadro. La tasa libre de riesgo a la que se enfrentan los inversionistas extranjeros se calcula a partir del rendimiento promedio de los bonos de EEUU a 5 años. Para la función de utilidad se utiliza una función CARA,  $u(c) = \frac{c^{1-\sigma}}{1-\sigma}$ , donde el coeficiente de aversión al riesgo  $\sigma$ , así como el factor de descuento  $\beta$ , siguen los valores estándar de la literatura.

Para la probabilidad de volver a los mercados financieros internacionales,  $\theta$ , usamos la calibración de Arellano and Ramanarayanan (2012) que replica la longitud promedio de exclusión de 6 años que encontraron Benjamin and Wright (2013) en su estudio de los últimos noventa episodios de impago soberanos. Para el costo pecuniario del impago se sigue a Esteves et al. (2021), en donde a partir de un estudio llevado a cabo en un panel de 50 defaults soberanos entre 1870 y 2010, encuentran que la pérdida promedio de producto a raíz de un episodio de pago es del 3,3 % del PIB. Por su parte, el proceso aleatorio del PIB se calibra de acuerdo a los datos observados del PIB en Colombia, y para la oferta de deuda doméstica se toman datos del Banco Central de Colombia (Banrep). Por último, el parámetro  $A$  se calibra para replicar la ausencia de impago de la deuda soberana de Colombia.

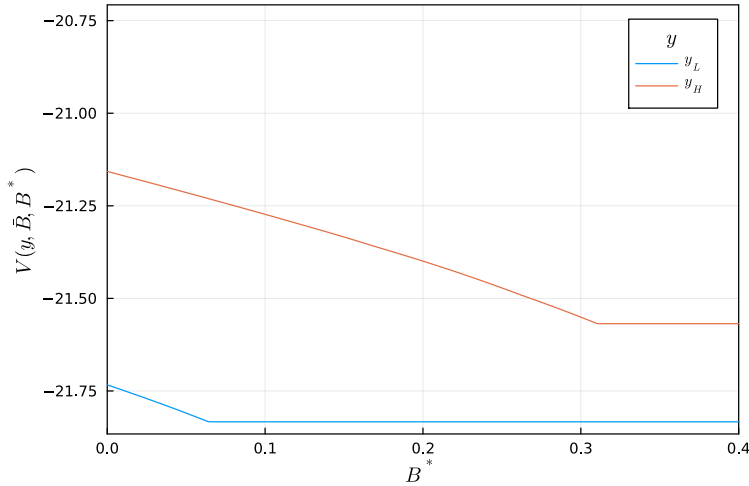
El modelo arroja la deuda en moneda extranjera  $b^*$  que maximiza los recursos que puede obtener un gobierno  $q^*eb^*$  en moneda extranjera dado un valor de la deuda local  $b$ . Así que simulamos el modelo para varios valores de  $b$  para encontrar el valor de la deuda total  $b + eb^*$  que maximiza los recursos que puede obtener el gobierno  $qb' + q^*eb^*$ . Dicho valor provee una aproximación al valor de la deuda máxima que un gobierno puede tener cuando existe riesgo cambiario.

### Cuadro 1: Calibración.

Parámetro	Valor	Fuente
Tasa libre de riesgo	$r = 2,14\%$	Rendimiento promedio de los bonos de EEUU a 5 años (2005 - 2021)
Aversión al riesgo	$\sigma = 2$	Arellano (2008)
Factor de descuento	$\beta = 0,953$	Arellano (2008)
Probabilidad de volver a los mercados financieros	$\theta = 0,17$	Arellano and Ramanarayanan (2012)
Costo en PIB	$h(y) = 0,967\mathbb{E}(y)$	Esteves et al. (2021)
Persistencia del proceso del PIB	$\rho = 0,864$	DANE
Desv. estándar del proceso del PIB	$\eta = 0,021$	DANE
Parámetro de condiciones externas	$A = 2,5$	Calibrado para no evidenciar impago en la historia económica de Colombia

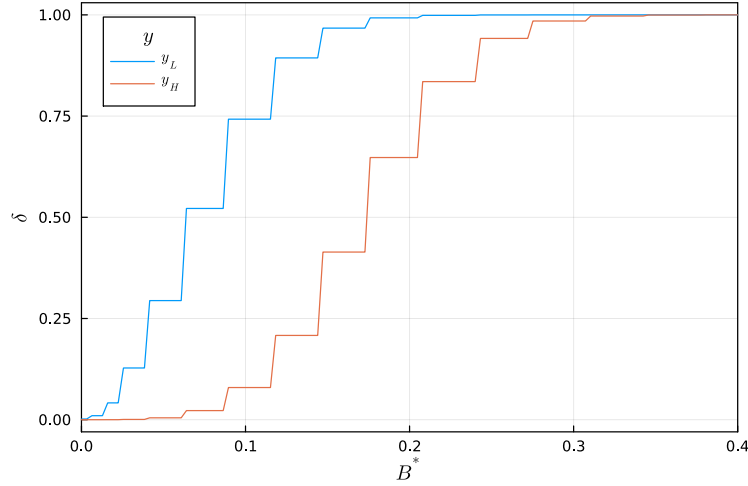
## 4. Resultados

A continuación presentamos los resultados de la simulación. Primero, las funciones valor del gobierno mostradas en la Figura 1 son decrecientes y convexas en la cantidad de deuda externa y crecientes en la producción. Lo primero refleja la exposición al riesgo que genera el endeudamiento externo. Allí se muestra el umbral a partir del cual el gobierno prefiere caer en impago (porción horizontal), el cual decrece cuando la producción es menor.

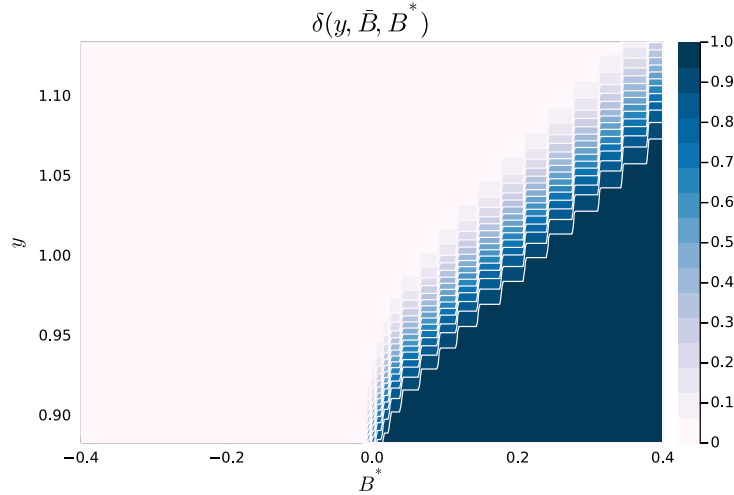


**Figura 1:** Función valor para  $B = 0,49$ ,  $y_H = 1,05\mathbb{E}(y)$ ,  $y_L = 0,95\mathbb{E}(y)$

La probabilidad de impago, que depende de la realización de la producción y de las condiciones internacionales, es una función creciente del nivel de deuda extranjera y decreciente en la producción, como se muestra en la Figura 2 y en la Figura 3. Valores muy bajos de producción combinados con altos niveles de deuda externa generan impagos definitivos.



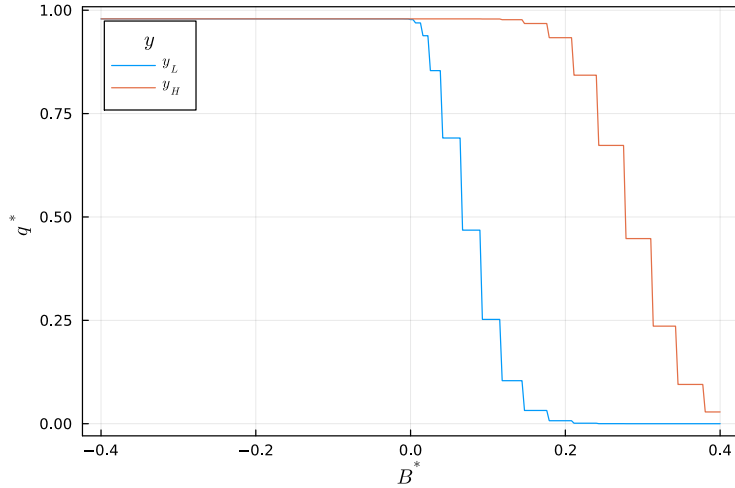
**Figura 2:** Probabilidad de Impago para  $B = 0,49$ ,  $y_H = 1,05\mathbb{E}(y)$ ,  $y_L = 0,95\mathbb{E}(y)$



**Figura 3:** Probabilidad de Impago para  $B = 0,49$

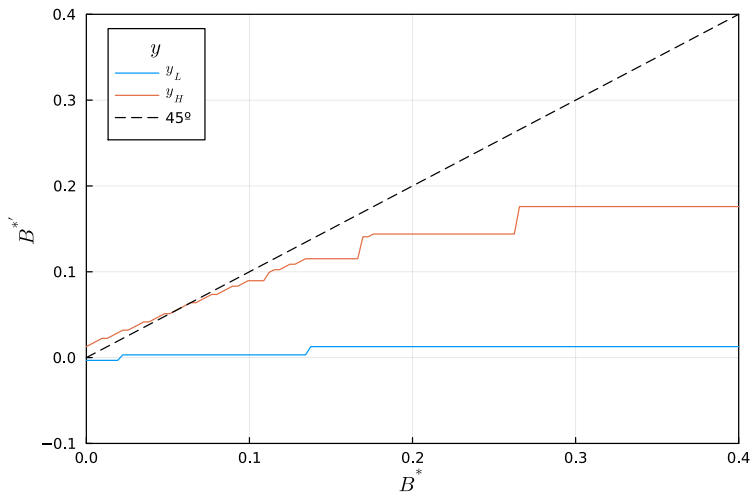
A partir de estas probabilidades, los inversionistas internacionales compran deuda al precio  $q^*$ , el inverso de la tasa de interés de dicha deuda, que se muestra en la Figura 4. Este precio es decreciente en la cantidad de deuda porque aumenta el riesgo de impago, y creciente en la producción por la razón análoga. Si la producción es muy baja, el impago es seguro y por ello no estarán dispuestos a comprar deuda o lo harán a precios demasiado bajos, reflejando una tasa de interés muy alta.

A su vez, este precio determina la demanda por deuda extranjera, que se muestra en la Figura 5. Allí la cantidad de deuda es creciente en la producción, que le permite emitir deuda



**Figura 4:** Precio de la deuda externa para  $B = 0,49$ ,  $y_H = 1,05\mathbb{E}(y)$ ,  $y_L = 0,95\mathbb{E}(y)$

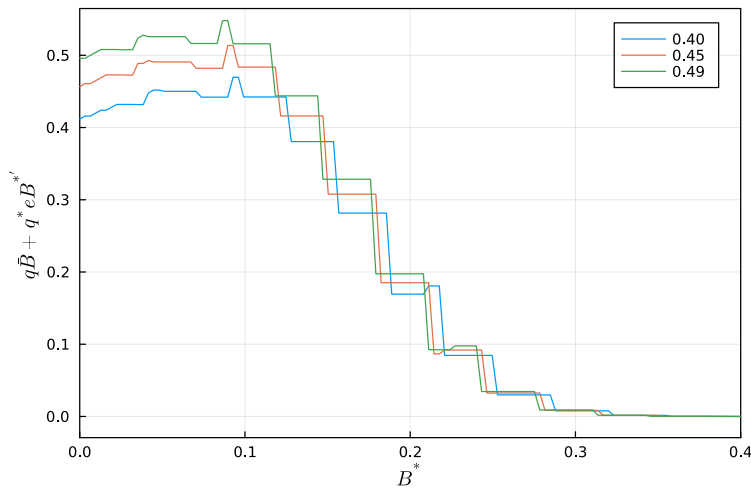
a una tasa de interés menor, y creciente en el nivel de deuda actual. Esto último se da porque el gobierno decide refinanciar la deuda existente con nueva deuda. Cuando la producción es suficientemente baja, el gobierno decide cerrar su posición de deuda extranjera dado su alto costo.



**Figura 5:** Deuda externa óptima para  $B = 0,49$ ,  $y_H = 1,05E(y)$ ,  $y_L = 0,95\mathbb{E}(y)$

Finalmente, este comportamiento óptimo de los agentes nos permite graficar la curva de Laffer para la deuda externa (Figura 6). Esta curva muestra la deuda máxima externa en la que puede incurrir un gobierno antes que los ingresos por esta deuda comiencen a disminuir porque sus intereses comienzan a ser demasiado altos. La figura muestra la curva de Laffer

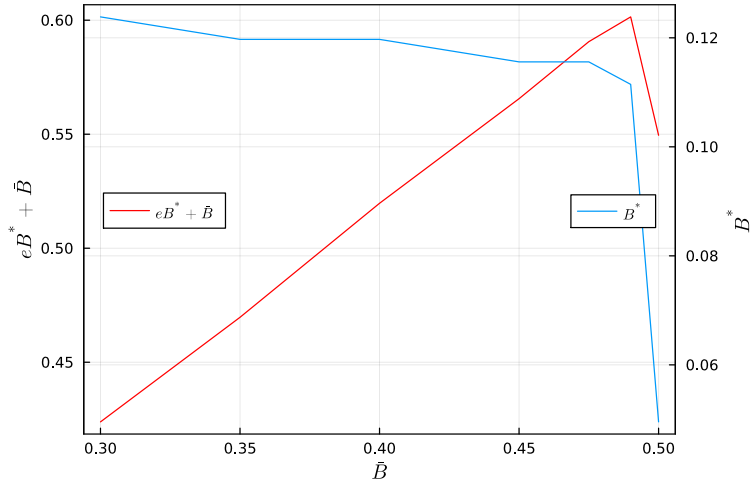
para distintos valores de la deuda local. Por su parte, la Figura 7 muestra que la deuda externa óptima (eje derecho) es decreciente en la deuda local porque hay menos necesidades de financiamiento adicionales; sin embargo, tiene una disminución mucho mayor cuando la deuda local llega a 0,5. Esta disminución hace que la suma de ambos tipos de deuda decrezca, sugiriendo así la existencia de una deuda total máxima (eje izquierdo). El Cuadro 2 muestra que el máximo de la deuda total se alcanza cuando la deuda interna es 0,49 y la deuda externa denominada en moneda local,  $eB^*$  es 0,11.



**Figura 6:** Curva de Laffer de Deuda Externa para  $y = \mathbb{E}(y)$

$B$	$eB^*$	$B + eB^*$
0,30	0,125	0,425
0,35	0,121	0,471
0,40	0,121	0,521
0,45	0,116	0,566
0,49	0,112	0,602
0,50	0,050	0,550

**Cuadro 2:** Deuda máxima extranjera y total



**Figura 7:** Deuda Máxima Total para  $y = \mathbb{E}(y)$

## 5. Conclusi3n

Este documento presenta un modelo de deuda soberana con riesgo cambiario para una economía en desarrollo. El modelo muestra la vulnerabilidad a la que se enfrenta el país cuando las condiciones externas empeoran y c3mo el riesgo de impago endurece las condiciones de endeudamiento. A partir de una calibraci3n del modelo, se obtiene que el nivel de deuda total máximo para esta economía estara alrededor de 60%.

## Referencias

- Afonso, António and João Tovar Jalles**, “Sovereign debt composition and time-varying public finance sustainability,” *The North American Journal of Economics and Finance*, 2017, 42, 144–155.
- Aguar, Mark and Manuel Amador**, “Sovereign debt,” in “Handbook of international economics,” Vol. 4, Elsevier, 2014, pp. 647–687.
- Arbeláez, María Angélica, Roberto Steiner, and Oscar Valencia**, “A Fiscal Rule to Achieve Debt Sustainability in Colombia,” IDB Working Paper Series 1187, Interamerican Development Bank 2021.
- Arellano, Cristina**, “Default Risk and Income Fluctuations in Emerging Economies,” *American Economic Review*, June 2008, 98 (3), 690–712.
- **and Ananth Ramanarayanan**, “Default and the maturity structure in sovereign bonds,” *Journal of Political Economy*, 2012, 120 (2), 187–232.
- Avella-Gómez, Mauricio**, “Some stylized facts on public finance in Colombia since the first Kemmerer mission (1923),” *Borradores de Economía*, 2007, 469.
- Benjamin, David and Mark LJ Wright**, “Recovery before redemption? a theory of delay in sovereign default,” Technical Report, Mimeo, State University of New York, Buffalo 2013.
- Blanchard, Olivier J. and Mitali Das**, “A new index of debt sustainability,” *NBER Working Paper*, 2017, (24068).
- Borensztein, Eduardo, Eduardo Cavallo, Paula Cifuentes, and Oscar Valencia**, “Plantilla Integrada para Análisis de Sostenibilidad de Deuda,” Nota técnica del BID 576, Banco Interamericano de Desarrollo 2013.
- Bouabdallah, Othman, Cristina D Checherita-Westphal, Thomas Warmedinger, Roberta De Stefani, Francesco Drudi, Ralph Setzer, and Andreas Westphal**, “Debt sustainability analysis for euro area sovereigns: a methodological framework,” *ECB Occasional Paper*, 2017, (185).
- Clavijo, Sergio**, “Deuda pública cierta y contingente: el caso de Colombia,” *Borradores de Economía*, 2002, 205.
- Cruces, Juan J. and Christoph Trebesch**, “Sovereign defaults: The price of haircuts,” *American economic Journal: Macroeconomics*, 2013, 5 (3), 85–117.
- Das, Udaibir S., Michael G. Papaioannou, and Christoph Trebesch**, “Restructuring sovereign debt: Lessons from recent history,” in “IMF Seminars, Conferences and Workshops. Financial Crises: Causes, Consequences, and Policy Responses” 2012.
- D’Erasmus, Pablo, Enrique G Mendoza, and Jing Zhang**, “What is a sustainable public debt?,” in “Handbook of Macroeconomics,” Vol. 2, Elsevier, 2016, pp. 2493–2597.

- DGPM, *Cimientos para fortalecer la institucionalidad de la política fiscal en Colombia*, Ministerio de Hacienda y Crédito Público de Colombia, 2022.
- Draksaite, Aura, Vytautas Snieska, Gitana Valodkiene, and Asta Daunoriene**, “Selection of government debt evaluation methods based on the concept of sustainability of the debt,” *Procedia-social and behavioral sciences*, 2015, 213, 474–480.
- Eaton, Jonathan and Mark Gersovitz**, “Debt with potential repudiation: Theoretical and empirical analysis,” *The Review of Economic Studies*, 1981, 48 (2), 289–309.
- Esteves, Rui, Sean Kenny, and Jason Lennard**, “The aftermath of sovereign debt crises: a narrative approach,” 2021.
- Frank, Nathaniel and Eduardo Ley**, “On the probabilistic approach to fiscal sustainability: structural breaks and non-normality,” *IMF Staff Papers*, 2009, 56 (4), 742–757.
- Greiner, Alfred**, “How to test for debt sustainability? Some theoretical reflections on an empirical test,” *Economics Bulletin*, 2013, 33 (3), 2357–2364.
- Hall, Robert E**, “Fiscal stability of high-debt nations under volatile economic conditions,” *German Economic Review*, 2014, 15 (1), 4–22.
- Heal, Geoffrey M**, “Sustainability and its Measurement,” *NBER Working Paper*, 2011, (17008).
- International Monetary Fund and World Bank**, “The joint World Bank - IMF Debt Sustainability Framework for Low-Income Countries,” Technical Report, International Monetary Fund, Washington, D.C. 2018.
- Leeper, Eric M. and Bing Li**, “Surplus–debt regressions,” *Economics Letters*, 2017, 151, 10–15.
- Lozano-Espitia, Luis Ignacio**, “Efectos de la crisis financiera internacional sobre la postura fiscal del gobierno colombiano,” *Revista Finanzas y Política Económica*, 2009, 1 (2), 71–89.
- **and Enrique Cabrera**, *Una nota sobre la sostenibilidad fiscal y el nexo entre los ingresos y gastos del Gobierno Colombiano*, Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos, 2010.
- **and Juan Manuel Julio-Román**, “Límite de la deuda pública y espacio fiscal: análisis para Colombia y otros mercados emergentes,” *Borradores de Economía*, 2019, 1076.
- **, Carolina Ramírez, and Alexander Guarín**, “Sostenibilidad fiscal en Colombia: una mirada hacia el mediano plazo,” *Perfil de Coyuntura Económica*, 2007, (9), 47–72.
- Lukkezen, J. and Hugo Rojas-Romagosa**, “A stochastic indicator for sovereign debt sustainability,” *Public Finance Analysis*, 2016, 72, 229–267.
- Mendoza, Enrique G. and Vivian Z. Yue**, “A general equilibrium model of sovereign default and business cycles,” *The Quarterly Journal of Economics*, 2012, 127 (2), 889–946.

- Posada, Carlos Esteban and Luis Eduardo Arango**, “¿Podemos sostener la deuda pública?” Technical Report, Editorial Universidad del Rosario 2000.
- Reinhart, Carmen M. and Christoph Trebesch**, “A distant mirror of debt, default, and relief,” *NBER Working Paper*, 2014, (20577).
- Reinhart, Carmen M and Kenneth S. Rogoff**, “This time is different: A panoramic view of eight centuries of financial crises,” *NBER Working Paper*, 2008, (13882).
- Sturzenegger, Federico and Jeromin Zettelmeyer**, “Haircuts: estimating investor losses in sovereign debt restructurings, 1998–2005,” *Journal of International Money and Finance*, 2008, 27 (5), 780–805.
- Tomz, Michael and Mark Wright**, “Empirical research on sovereign debt and default,” *Annual Review of Economics*, 2013, 5 (1), 247–272.
- Vaggi, Gianni and Annalisa Prizzon**, “On the sustainability of external debt: is debt relief enough?” *Cambridge Journal of Economics*, 2014, 38 (5), 1155–1169.
- Valdivia, Juan Carlos Rivas**, “Sostenibilidad de la deuda pública en México, antes y después del COVID-19, 018-2024,” *Estudios Económicos (México, DF)*, 2021, 36 (1), 57–87.
- Wickens, Michael**, *Macroeconomic theory: a dynamic general equilibrium approach*, Princeton University Press, 2011.
- Zanna, Luis-Felipe, Edward F. Buffie, Rafael Portillo, Andrew Berg, and Catherine Pattillo**, “Borrowing for growth: big pushes and debt sustainability in low-income countries,” *The World Bank Economic Review*, 2019, 33 (3), 661–689.