

# DOCUMENTOS DE TRABAJO

ISSN 2409-1863  
DT 064-Diciembre 2017  
Banco Central de Nicaragua

## ¿Es sostenible el endeudamiento externo en Nicaragua? Una evaluación con una prueba de raíz unitaria Bayesiana basada en la restricción de préstamos de valor-presente

Rolando Gonzales Martínez



*Banco Central de Nicaragua*  
*Emitiendo confianza y estabilidad*



# *Banco Central de Nicaragua*

## **¿Es sostenible el endeudamiento externo en Nicaragua? Una evaluación con una prueba de raíz unitaria Bayesiana basada en la restricción de préstamos de valor-presente**

**Rolando Gonzales Martínez**

**DT-064-2017**

La serie de documentos de trabajo es una publicación del Banco Central de Nicaragua que divulga los trabajos de investigación económica realizados por profesionales de esta institución o encargados por ella a terceros. El objetivo de la serie es aportar a la discusión de temas de interés económico y de promover el intercambio de ideas. El contenido de los documentos de trabajo es de exclusiva responsabilidad de su(s) autor(es) y no reflejan necesariamente la opinión del Banco Central de Nicaragua. Los documentos pueden obtenerse en versión PDF en la dirección <http://www.bcn.gob.ni/>

The working paper series is a publication of the Central Bank of Nicaragua that disseminates economic research conducted by its staff or third parties sponsored by the institution. The purpose of the series is to contribute to the discussion of relevant economic issues and to promote the exchange of ideas. The views expressed in the working papers are exclusively those of the author(s) and do not necessarily reflect the position of the Central Bank of Nicaragua. PDF versions of the papers can be found at <http://www.bcn.gob.ni/>

# ¿Es sostenible el endeudamiento externo en Nicaragua? Una evaluación con una prueba de raíz unitaria Bayesiana basada en la restricción de préstamos de valor-presente

Rolando Gonzales Martínez<sup>1</sup>

## Resumen

Se utiliza la prueba Bayesiana de Sims en el marco de la teoría de restricción de préstamos de valor-presente para desarrollar una prueba inferencial que permita evaluar la hipótesis de sostenibilidad de la deuda en Nicaragua. La prueba Sims-PBVC permitió identificar los periodos de insostenibilidad de la deuda en Nicaragua a principios de los noventa e indica que actualmente la deuda externa de este país es sostenible, incluso si se realiza una prueba ácida de solvencia.

*Palabras clave:* Deuda externa, métodos Bayesianos, raíz unitaria.

*Clasificación JEL:* F34; C11

---

<sup>1</sup> Instituto Bayesiano para la Investigación & Desarrollo ([www.bayesgroup.org](http://www.bayesgroup.org))

Contacto: [rgonzales@bayesgroup.org](mailto:rgonzales@bayesgroup.org)

# 1. Introducción

El endeudamiento externo puede ser útil para fomentar el crecimiento económico de un país o puede llevar a una crisis que afecte el bienestar general de la población. Las altas cargas de deuda pública interna y externa son un impuesto marginal que desincentiva la inversión y el crecimiento a mediano plazo, debido a que los recursos de la sociedad se destinan al pago de compromisos en lugar de destinarse a la constitución de capital físico y humano (Consejo Monetario Centroamericano, 2003).

La evaluación del estado del endeudamiento se realiza comparando algún coeficiente de endeudamiento —como la razón deuda sobre PIB o la deuda sobre las exportaciones— con límites definidos en estándares internacionales; si el coeficiente supera los límites, se considera que el endeudamiento puede no ser sostenible<sup>1</sup>. En Consejo Monetario Centroamericano *op. cit.* se realiza por ejemplo una modificación del indicador Talvi-Végh y se obtiene que el nivel sostenible de deuda pública de Nicaragua no debería ser mayor al 35% del PIB de este país. En este estudio se sugiere un método adicional para evaluar la sostenibilidad de la deuda: en base a la restricción de préstamos de valor-presente (*present-value borrowing constraint*, en adelante PVBC), se propone contrastar la hipótesis nula de que la deuda *no* es sostenible mediante el testeo de la existencia de una raíz unitaria en la razón de solvencia deuda/producto. Debido a que las series de tiempo de los coeficientes de deuda tienen pocas observaciones, los test tradicionales de raíz unitaria como el de Dickey y Fuller (1979) no son adecuados para evaluar la sostenibilidad de la deuda, particularmente cuando la deuda está próxima a no ser sostenible, es decir, cuando la raíz unitaria de los coeficientes de endeudamiento es cercana a uno, debido a que en las pruebas de raíz unitaria

---

<sup>1</sup> En Cecchetti et al. (2011) por ejemplo se sugiere que el límite para la relación de la deuda del gobierno sobre producto debería ser 85%. En el Marco Conjunto de Sostenibilidad de la deuda del Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional (2017), se establecen límites de 30% a 50% para el ratio del valor presente de la deuda sobre el PIB y de 15% a 25% para el coeficiente del servicio de la deuda sobre las exportaciones.

clásicas existe un sesgo hacia la izquierda en la distribución del estadístico que favorece la hipótesis de que la deuda no es sostenible; véase Bauwens et al. (2000, pp. 160 y 161). Para superar este inconveniente, en el estudio se utiliza la prueba Bayesiana de raíz unitaria propuesta por Christopher Sims<sup>2</sup> en Sims (1988). Este test Bayesiano es simétrico alrededor de la raíz unitaria, por lo que no está sesgado a indicar que la deuda es insostenible, puede emplearse con muestras pequeñas, como las que existen normalmente en países en vías de desarrollo, y permite incluir criterios de sostenibilidad adicionales como la estructura y las condiciones financieras de la deuda o la posibilidad de que existan choques cambiarios o *sudden stops* de flujos de capital. Con el enfoque Bayesiano es posible además realizar una prueba ácida de la sostenibilidad de la deuda, si se calibra el test para reflejar la percepción de que la composición, el destino o las condiciones de la deuda no son favorables.

La prueba Bayesiana de Sims en el marco PVBC se utiliza para contrastar la hipótesis de que la deuda externa de Nicaragua no es sostenible. Nicaragua sufrió un episodio de sobre-endeudamiento extremo entre finales de los ochenta y principios de los noventa, relacionado con la política estatizante del gobierno sandinista, el conflicto cívico-militar y la contracción económica de la década de los ochentas en este país. Esta crisis fue intensificada por el efecto Tanzi, debido al deterioro de los ingresos fiscales en términos reales provocado por la espiral hiper-inflacionaria durante el mismo periodo. La crisis fue resuelta con las políticas de estabilización aplicadas por el gobierno de Violeta Chamorro desde 1991, reduciendo paulatinamente los niveles de endeudamiento de Nicaragua. Paunovic (2005), sin embargo, considera que Nicaragua es aún uno de los países más vulnerables de Centroamérica debido a sus indicadores de deuda, y más recientemente, se ha observado un aumento de la deuda externa de Nicaragua de 5831.9 millones de dólares en el primer trimestre de 2009 a 10942.9 millones de

---

<sup>2</sup> Christopher Albert Sims es un macroeconomista y econometrista que, junto con Thomas Sargent, fue galardonado con el Premio Nobel de Economía en el año 2011.

dólares en el primer trimestre de 2017. La sostenibilidad de este aumento en la deuda externa se evalúa relativizando el volumen de endeudamiento entre el tamaño de la economía de este país, mediante la razón de solvencia deuda/PIB, y analizando la existencia de una raíz unitaria en la tendencia de mediano y largo plazo de este ratio. Debido a que la información oficial de la deuda externa de Nicaragua solamente se encuentra disponible desde 2009 en la página del Banco Central de Nicaragua, se utiliza información histórica del Banco Mundial para identificar la trayectoria de endeudamiento de Nicaragua desde 1970.

La sección 2 describe el procedimiento propuesto para testear la hipótesis de sostenibilidad de la deuda. La sección 3 muestra los resultados de la evaluación inferencial de la sostenibilidad de la deuda en Nicaragua con la prueba Sims-PVBC. La sección 4 concluye. Los códigos MatLab para reproducir los resultados del estudio se encuentran en el Anexo al final del documento.

## **2. Evaluación de la sostenibilidad de la deuda con la prueba Sims-PVBC**

La deuda externa puede considerarse sostenible cuando la diferencia entre los gastos de servicio de la deuda y el valor presente del flujo de ingresos futuros permite responder a las obligaciones contractuales de un país (da Costa, 2010). Este concepto de sostenibilidad puede testearse dentro del marco de la restricción de préstamos de valor-presente (PVBC). En síntesis, bajo este enfoque, la sostenibilidad de la deuda se contrasta analizando las propiedades estocásticas de la trayectoria en el tiempo de la deuda de un país, para verificar el cumplimiento de la condición de solvencia (la llamada *condición de transversalidad*). Empíricamente, esta evaluación implica testear la estabilidad de la razón de solvencia deuda/PIB de mediano y largo plazo. Si bien este ejercicio puede realizarse fácilmente por medio de pruebas de raíz unitaria como las de,

por ejemplo, Dickey y Fuller *op. cit.* o Kwiatkowski et al. (1992)<sup>3</sup>, es bastante conocido sin embargo que las pruebas de raíz unitaria clásicas tienen baja potencia (*low power*<sup>4</sup>), lo que implica que, en el caso del análisis de sostenibilidad de la deuda, las pruebas clásicas tenderán a indicar que la deuda no es sostenible incluso si la deuda aún se mantiene en niveles sostenibles. Este problema se acentúa cuando se tienen pocos datos para realizar el análisis, poniendo en duda el uso de pruebas de raíz unitaria clásicas para analizar la sostenibilidad del endeudamiento externo en países en vías de desarrollo que no tienen muchos datos históricos de los coeficientes de endeudamiento. Para resolver estas limitaciones, este estudio sugiere evaluar la sostenibilidad del endeudamiento externo empleando un test de raíz unitaria Bayesiano enmarcado en el enfoque PVBC, utilizando la prueba Bayesiana de raíz unitaria expuesta en Sims (1988). El enfoque Bayesiano permite trabajar con muestras pequeñas y no es inconsistente en situaciones en las que se está produciendo una situación de cuasi-insostenibilidad de la deuda<sup>5</sup>. Sea,

$$G_t + (1 + r_t)B_{t-1} = R_t + B_t, \quad (I)$$

---

<sup>3</sup> El enfoque de evaluación de la sostenibilidad del endeudamiento con pruebas de raíz unitaria fue empleado por ejemplo en Ghatak (2001) para evaluar la estabilidad del coeficiente de deuda sobre producto en el Reino Unido o en Bartoletto et al. (2012) para evaluar la sostenibilidad de la política fiscal en Italia. Lin (2014) realiza una extensión de las pruebas de raíz unitaria, empleando regresiones cuantílicas, para evaluar la sostenibilidad de la deuda externa de los países de la OCDE (*Organisation de coopération et de développement économiques*). Goktas y Hepsag (2015) a su vez analizan la sostenibilidad de la deuda externa de Turquía empleando pruebas de raíz unitaria periódicas con cambios estructurales. Más recientemente, Llorca (2017) utiliza pruebas de raíz unitaria de panel de primera y segunda generación para testear la sostenibilidad de la deuda externa de 24 países de Asia.

<sup>4</sup> La potencia de un test se refiere a la probabilidad de que una prueba acepte correctamente la hipótesis nula cuando esta hipótesis es correcta, es decir, la habilidad de un test de detectar efectivamente el fenómeno que se está analizando. En el caso de las pruebas de raíz unitaria clásicas, la baja potencia se debe al uso de muestra finitas (muestras pequeñas) y situaciones en las que se tiene una raíz unitaria cercana a uno pero no igual a uno. Véase Cochrane (1991).

<sup>5</sup> El uso de un enfoque Bayesiano en las pruebas de raíz unitaria ha sido defendido por Sims (1988), Dejong and Whiteman (1989), Koop (1992) y Sims and Uhlig (1991), debido a que en los test clásicos de raíz unitaria existe una discontinuidad en la distribución asintótica cuando la raíz unitaria es igual a uno, lo que lleva a intervalos de confianza desconectados. Véase Fellag y Atil (2011) para una discusión sobre el uso de métodos Bayesianos *vis-à-vis* el uso de técnicas clásicas en el testeado de raíces unitarias.

la restricción de préstamo a un periodo del gobierno, siendo  $G_t$  los gastos del gobierno sin incluir pagos de intereses,  $B_t$  la deuda del gobierno,  $R_t$  los ingresos del gobierno y  $r_t$  la tasa de interés de los préstamos. En cada periodo  $t + 1, t + 2, \dots$  existirá una condición similar, por lo que la restricción de préstamos de valor-presente (PVBC) se obtiene resolviéndola ecuación (I) hacia adelante,

$$B_t = \sum_{s=1}^{\infty} \prod_{j=1}^s \beta_{t+j} (R_{t+s} - G_{t+s}) + \lim_{s \rightarrow \infty} \prod_{j=1}^s \beta_{t+j} B_{t+s}, \quad (\text{II})$$

para  $\beta_t = 1/(1 + r_t)$ . El cumplimiento del criterio de sostenibilidad del PVBC requiere que el último término de la ecuación (II) sea igual a cero,

$$\lim_{s \rightarrow \infty} \prod_{j=1}^s \beta_{t+j} B_{t+s} = 0. \quad (\text{III})$$

Este requisito implica que el valor presente de la deuda del gobierno es igual al valor presente del superávit presupuestario. Para que esta condición de equilibrio sea testeable en la práctica, se asume que las tasas de interés son débilmente estacionarias con esperanza  $\mathbb{E}(r_t) = r$ , por lo que  $rB_{t-1}$  puede agregarse y restarse de ambos lados de la ecuación (I) para obtener<sup>6</sup>,

$$E_t + (1 + r)B_{t-1} = R_t + B_t, \quad (\text{IV})$$

siendo  $E_t \equiv G_t + (r_t - r)B_{t-1}$ . Con esta formulación, la condición PVBC se vuelve,

$$B_{t-1} = \sum_{s=0}^{\infty} \beta^{s+1} (R_{t+s} - E_{t+s}) + \lim_{s \rightarrow \infty} \beta^{s+1} B_{t+s} \quad (\text{V})$$

para  $\beta = 1/(1 + r)$ . En este caso, el endeudamiento puede considerarse sostenible cuando el segundo término de la ecuación (V) es estacionario, por lo que al testear la hipótesis de la condición de transversalidad,

---

<sup>6</sup> Una discusión de este supuesto y una extensión del enfoque PVBC para tasas no estacionarias puede encontrarse en Cuddington, J. T. (1997).

$$\mathbb{H}: \lim_{s \rightarrow \infty} \beta^{s+1} B_{t+s} = 0 \quad (\text{VI})$$

se evalúa que el proceso de endeudamiento sea estable (i.e. estacionario); véase Chalk y Hemming (2000) o Velinov (2014). Esta hipótesis puede contrastarse empleando la prueba de raíz unitaria de Sims (1988): sea  $y_t$  la razón de la deuda  $B_t$  entre el producto, la auto-regresión  $y_t = \rho y_{t-1} + u_t + \beta \mathbf{X}_t$ ,  $u_t \sim \mathcal{N}(0, \sigma^2)$ , se emplea para construir un estadígrafo  $\tau$ ,

$$\tau = \frac{1 - \hat{\rho}}{\sqrt{\hat{\sigma}^2 / \sum y_{t-1}^2}} \quad (\text{VII})$$

utilizando el estimador  $\hat{\rho}$  del proceso auto-regresivo de orden uno, ya que si  $|\rho| < 1$ , la relación deuda/PIB es estable con varianza  $\sigma^2/(1 - \rho^2)$ , pero si  $\rho = 1$  el proceso presenta una raíz unitaria y es insostenible. La hipótesis  $\mathbb{H}$  de no sostenibilidad de la deuda se contrasta comparando el cuadrado del estadígrafo  $\tau$  con el valor crítico asintótico (Sims *op. cit.*),

$$-\log \left( \frac{\hat{\sigma}^2}{\sum y_{t-1}^2} \right) \quad (\text{VIII})$$

o en el caso de muestras pequeñas, con el valor crítico,

$$2 \log \left( \frac{1 - \alpha}{\alpha} \right) - \log \left( \frac{\hat{\sigma}^2}{\sum y_{t-1}^2} \right) + \log \left( 1 - 2^{-\frac{1}{S}} \right) \quad (\text{IX})$$

donde  $S$  es la periodicidad de la serie analizada y  $\alpha$  es un hiper-parámetro que representa la probabilidad *a priori*  $\mathbb{P}(\alpha) \sim \mathcal{U}(0,1)$  de que la deuda tenga una trayectoria sostenible ( $\alpha < 1$ ) o no sostenible ( $\alpha = 1$ ), en base a las características de los préstamos, i.e. la estructura del portafolio de deuda, las condiciones financieras (plazo y tasa de interés) de los créditos externos, el servicio de la deuda o las proyecciones de desembolsos. Nótese que el hiper-parámetro  $\alpha$  permite incluir información adicional para testear la sostenibilidad de la deuda: si durante el análisis se encuentra por ejemplo que la composición de los acreedores o las condiciones financieras de la deuda contraída no son favorables,

entonces puede escogerse un valor de  $\alpha \rightarrow 0$  que refleja una situación de escepticismo sobre la sostenibilidad de la deuda. En base a esta lógica, la prueba Sims-PVBC puede calibrarse para implementar una prueba ácida de solvencia a los coeficientes de endeudamiento.

### **3. Resultados**

La historia del endeudamiento en Nicaragua se inicia en 1951, año en el que la delegación del Banco Mundial visita este país y, después de evaluar la situación de la economía en ese momento, otorga el primer crédito externo. En la década de los sesenta, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) pasa a ser el principal acreedor de Nicaragua, otorgando créditos destinados al sector agrícola y a la ganadería. En 1970, Nicaragua enfrentó restricciones de acceso al crédito externo, debido a que el Banco Mundial estableció que Nicaragua era un país de ingresos medios y por tanto no era sujeto a crédito, por lo que este país recurrió a la banca privada internacional para obtener préstamos.

En la década de los ochenta se comienza a desencadenar una crisis económica y financiera en Nicaragua, debido a la caída de los precios internacionales de los principales productos de exportación y al aumento de las tasas de interés de los préstamos. Ambos fenómenos, sumados al conflicto armado durante esta época y el crecimiento desmedido del aparato estatal, ocasionaron una escasez de recursos y eventualmente una crisis económica que desembocó en una espiral hiperinflacionaria y un aumento dramático de la deuda externa. Esta crisis se resolvió con las medidas del gobierno de Violeta Chamorro, quien asumió el poder en 1990, e implementó desde 1991 políticas de estabilización basadas en reformas al sistema financiero, la reducción del gasto estatal en empleados públicos y la privatización. Durante los noventa, los organismos multilaterales iniciaron nuevas negociaciones para otorgar nuevos préstamos a Nicaragua, que recibió más de US\$ 600 millones en donaciones externas el primer año de gobierno de Violeta Chamorro, bajo la condición de reanudar los pagos de la deuda y los

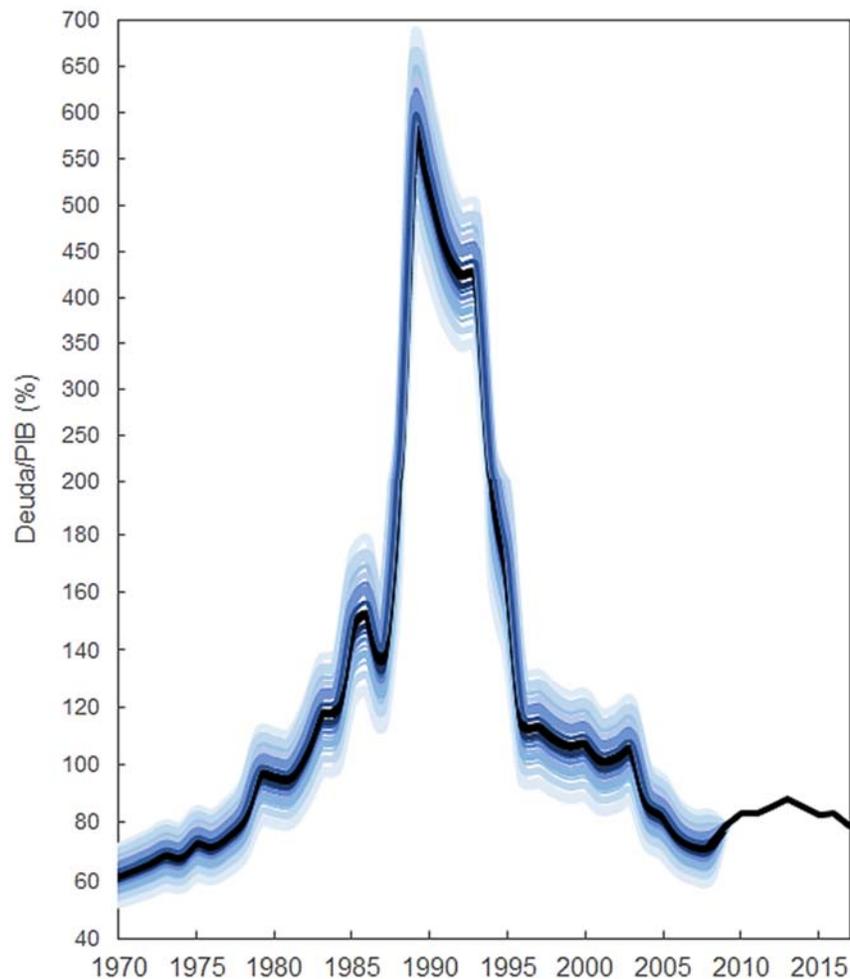
acuerdos con el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional. Respecto a la deuda interna, durante los noventa se realizó una emisión de bonos de indemnización para compensar a la población perjudicada por confiscaciones durante el periodo sandinista, y entre 2000-2001 se realizó una emisión de bonos para cubrir las diferencias entre activos y pasivos de bancos que experimentan una quiebra.

Recientemente, en el marco de la iniciativa HIPC (*Heavily Indebted Poor Countries*), el nivel de endeudamiento como porcentaje del PIB de Nicaragua disminuyó de 71% en 2005 a 32%, en 2007, debido a la condonación de cerca de USD975 millones, de los cuales USD694 millones correspondieron a alivio de deuda en el marco de la Iniciativa de Alivio de Deuda Multilateral (MDRI). Véase Arana et al. (1999), Consejo Monetario Centro-Americano (2003), Cruz-Sequeira (ca. 2006) o Urbina y Medina (2016).

Actualmente, de acuerdo a datos del informe de deuda externa del Banco Central de Nicaragua (2017), el saldo de la deuda externa total de Nicaragua, tanto pública como privada, es de 10943.0 millones de dólares. De este monto, 5866.1 millones corresponden al sector privado y 5076.9 millones al sector público.

El sector económico más favorecido con los desembolsos de préstamos al sector privado es la intermediación financiera, que recibió el 41% por ciento de los recursos de la deuda. En el caso de los desembolsos de préstamos al sector público, el sector más favorecido con estos recursos fue la construcción, que recibió el 59% de los desembolsos totales. Durante el primer trimestre 2017, los desembolsos de préstamos sumaron 43.7 millones de dólares. Estos recursos provinieron en un 91% de acreedores multilaterales, principalmente del Banco Centroamericano de Integración Económica (43%) y del Banco Interamericano de Desarrollo (32%).

**Figura 1.** Razón de solvencia de la deuda externa total: estimada y observada



Fuente: Elaboración propia en base a información del Banco Central de Nicaragua y el Banco Mundial

Respecto a la razón de solvencia de la deuda externa total/PIB, la Figura 1 muestra la evolución de este ratio desde 1970 hasta 2017. Debido a que la información oficial de este indicador solamente está disponible desde 2009 en la página del Banco Central de Nicaragua (BCN)<sup>7</sup>, se utilizó información histórica del ratio deuda externa/ingreso nacional bruto del Banco Mundial para estimar la evolución de la razón de solvencia de Nicaragua desde 1970, y poder realizar

<sup>7</sup> Disponible en: [http://www.bcn.gob.ni/publicaciones/periodicidad/trimestral/deuda\\_externa/index.php](http://www.bcn.gob.ni/publicaciones/periodicidad/trimestral/deuda_externa/index.php)

así un análisis completo de sostenibilidad de la deuda de mediano y largo plazo<sup>8</sup>. En la Figura 1, se incluyen además intervalos de confianza al 95% para los años en los que se estima la razón de solvencia deuda/PIB (1970 a 2008). La estimación muestra un proceso ascendente de endeudamiento en Nicaragua desde 1970, que desemboca en una crisis de sobre-endeudamiento exponencial y explosiva en el siglo XX, entre finales de la década de los ochenta y principios de los noventa. Desde 1995, se observa una reducción de la relación deuda/PIB, si bien se aprecia también un leve incremento de la razón de solvencia deuda/producto desde el año 2009 (año desde el que se cuentan con cifras oficiales del BCN).

**Tabla 1.** *Resultados de la evaluación de la sostenibilidad de la deuda en Nicaragua*

	2016	2017
<i>Prueba Sims-PVBC (<math>\alpha = .5</math>)</i>		
$\hat{\rho}$	.7743	.7678
$\tau^2$	190.481	195.722
Valor crítico asintótico	4.113	4.099
Valor crítico para muestras pequeñas*	6.841	6.811
<i>Prueba ácida Sims-PVBC (<math>\alpha = .2</math>)</i>		
Valor crítico para muestras pequeñas*	9.613	9.583

La Tabla 1 y las Figuras 2 y 3 muestran los resultados de la evaluación de la sostenibilidad de la deuda externa de Nicaragua aplicando la prueba de raíz unitaria de Sims a la razón de solvencia deuda/PIB. En el primer test Sims-PVBC, se empleó un valor de  $\alpha = .5$  para el parámetro de condiciones y estructura de la deuda. Este valor es razonable y conservador dado que las condiciones financieras

<sup>8</sup> Los datos del Banco Mundial están disponibles en: <http://data.worldbank.org/country/nicaragua>. Para aproximar la evolución de la razón de solvencia, se utilizó una regresión estática de la relación deuda/PIB contra el ratio de la deuda sobre el ingreso nacional bruto. Los resultados de la estimación de la ecuación estática se emplearon para extrapolar la razón de solvencia desde 1970 a 2008.

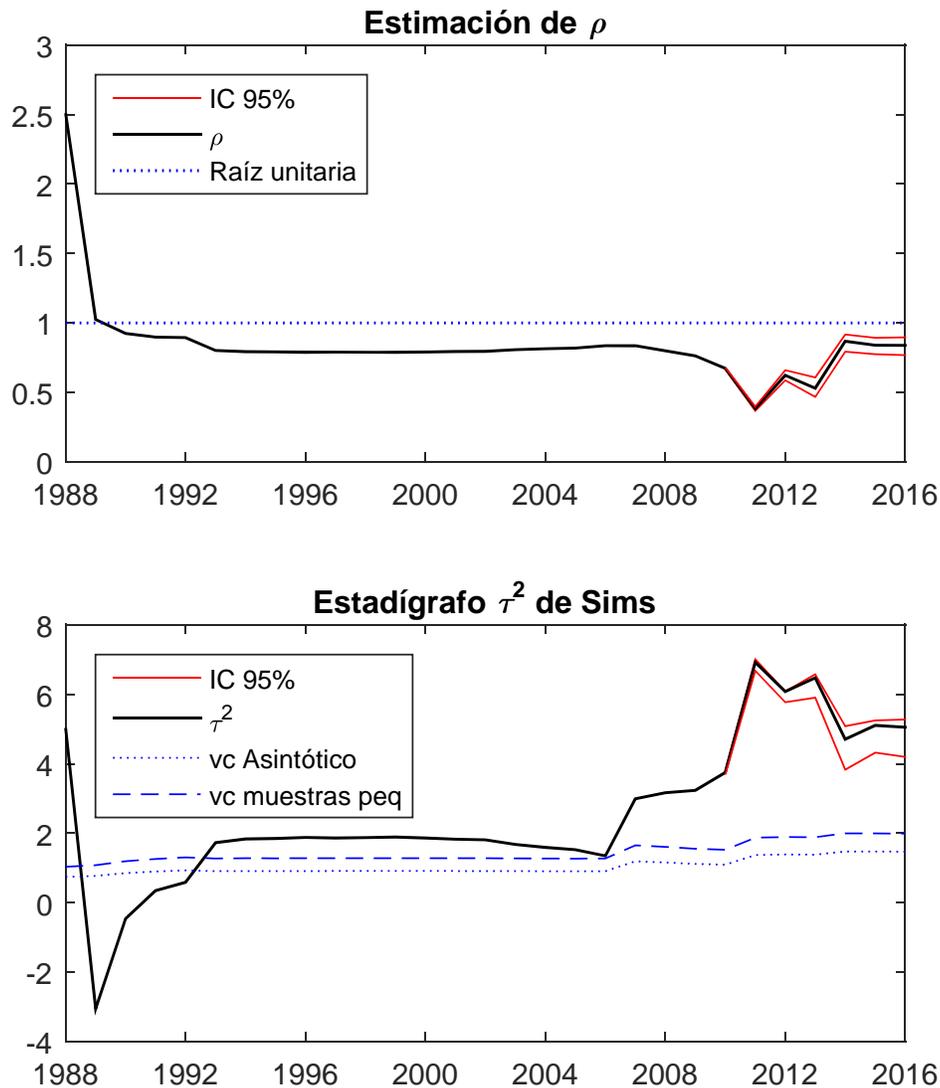
de la deuda externa en Nicaragua actualmente no son desfavorables, siendo que el plazo promedio ponderado de la deuda externa pública es de 24 años, con 13 años de gracia y una tasa de interés promedio que se ubica alrededor del 1.87% (Banco Central de Nicaragua, 2017). Los resultados de la prueba Sims-PVBC permiten *rechazar* la hipótesis de que la deuda externa de Nicaragua es insostenible, ya que el estadígrafo  $\tau^2$  es mayor al valor crítico asintótico y el valor crítico para muestra pequeñas calculado con información de la razón de solvencia para el año 2016 y con datos preliminares de este ratio para el primer trimestre de 2017<sup>9</sup>. Usando este valor de  $\alpha$ , la prueba de Sims-PVBC muestra que la estabilización de la deuda externa en Nicaragua se habría producido recién desde el año 1994; antes de ese periodo el estadístico  $\tau^2$  es menor a los valores críticos asintóticos y de muestras pequeñas, sugiriendo que la deuda externa era insostenible al final del periodo del gobierno sandinista y durante los primeros años de la gestión de Violeta Chamorro (Figura 2).

En la Figura 3 se muestra una prueba ácida de la solvencia de la deuda externa basada en la calibración de la prueba Sims-PVBC con un parámetro de  $\alpha = .2$ , que refleja el supuesto de que las condiciones financieras del endeudamiento no son favorables. Incluso en este escenario ácido y pesimista sobre el estado de la deuda, se rechaza la hipótesis de que la deuda externa de Nicaragua sea insostenible. Es interesante notar sin embargo que, entre los años 2002 y 2007, *no* se rechaza la hipótesis nula de la prueba Sims-PVBC ácida, lo que sugeriría que los patrones de endeudamiento de Nicaragua no eran los óptimos durante ese periodo.

---

<sup>9</sup> El valor crítico de muestras pequeñas es relevante en este caso debido a que en la prueba Sims-PVBC se emplea una ventana móvil de 19 años (19 datos) para realizar el testeo. Utilizando esta misma ventana, se calculó por motivos comparativos la prueba de raíz unitaria ADF (Augmented Dickey-Fuller) para evaluar la estabilidad de la razón deuda solvencia de Nicaragua. En esta prueba, se obtiene un estadístico ADF de -1.729 con un p-value de MacKinnon (1996) igual a 0.4023, que indica que no se puede rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria en la razón deuda/PIB y llevaría a concluir (erróneamente) que la deuda externa de Nicaragua es actualmente insostenible. Nuevamente, se recalca que el uso de pruebas clásicas para testear la sostenibilidad de la deuda externa es cuestionable, por lo que los resultados de la prueba ADF solamente se incluyen como una ilustración y no deben ser considerados seriamente.

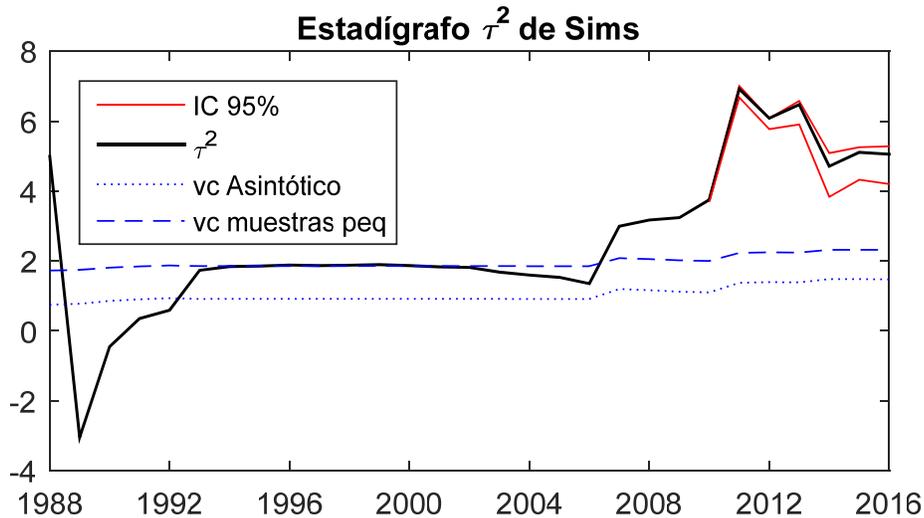
**Figura 2. Evaluación de la Sostenibilidad de la Deuda Externa de Nicaragua\***



Fuente: Elaboración propia en base a información del Banco Central de Nicaragua y estimaciones de la razón de solvencia en base a datos del Banco Mundial.

(\*) En la Figura 2 de arriba se muestra la estimación recursiva del coeficiente  $\rho$  de la auto-regresión  $y_t = \rho y_{t-1} + u_t + \beta X_t$ ,  $u_t \sim \mathcal{N}(0, \sigma^2)$  en la que  $y_t$  es la razón de solvencia deuda/PIB. Se observa que exceptuando el periodo de crisis de finales de los ochenta, la estimación de  $\rho$  se encuentra debajo de la raíz unitaria ( $\rho = 1$ , línea azul punteada en el gráfico 2 de arriba). La Figura 2 de abajo muestra la estimación del estadígrafo  $\tau^2$  de la prueba Sims-PVBC, junto con el valor crítico para muestras pequeñas (---) y el valor crítico asintótico (···) que se emplean para comparar el valor de  $\tau^2$  y permiten testear la hipótesis de insostenibilidad de la deuda. La zona encima de las líneas azules de los valores críticos es la zona de rechazo de esta hipótesis, y la zona debajo de las líneas azules es la zona de no rechazo de la hipótesis de insostenibilidad de la deuda externa. Se observa que desde 1989 y hasta 1993 el estadígrafo  $\tau^2$  se encuentra por debajo de los valores críticos, por lo que en este periodo la deuda externa en Nicaragua habría sido insostenible. En cambio, desde 1994, el estadígrafo  $\tau^2$  está por encima de los valores críticos, sugiriendo que la deuda externa de Nicaragua es actualmente sostenible. Este resultado se mantiene incluso si se considera la incertidumbre por la estimación de la razón de solvencia deuda/PIB desde 1970 (las líneas rojas en los gráficos, que reflejan un intervalo de confianza de 95% para los estimadores).

**Figura 3. Evaluación de la Sostenibilidad de la Deuda Externa de Nicaragua: prueba ácida\***



Fuente: Elaboración propia en base a información del Banco Central de Nicaragua y estimaciones de la razón de solvencia en base a datos del Banco Mundial.

(\*) La Figura muestra la estimación del estadígrafo  $\tau^2$  de la prueba Sims-PVBC, junto con el valor crítico asintótico (---) y el valor crítico para muestras pequeñas (- · -) calibrado con  $\alpha = .2$ , para reflejar un escenario ácido en el que las condiciones financieras del endeudamiento no serían favorables. Incluso en este escenario ácido y pesimista, se rechaza la hipótesis de que la deuda externa de Nicaragua es insostenible. Es interesante notar sin embargo que, entre los años 2002 y 2007, no se rechaza la hipótesis nula de la prueba Sims-PVBC ácida, lo que sugeriría que los patrones de endeudamiento en Nicaragua no eran los óptimos durante este periodo. Este resultado se mantiene incluso si se considera la incertidumbre por la estimación de la razón de solvencia deuda/PIB desde 1970 (las líneas rojas en los gráficos, que reflejan un intervalo de confianza de 95% para los estimadores).

## 4. Conclusiones

Se sugirió un procedimiento inferencial para evaluar la hipótesis sostenibilidad de la deuda, empleando la prueba Bayesiana de Sims en el marco de la teoría de restricción de préstamos de valor-presente (PVBC). La prueba Sims-PBVC permitió identificar claramente los periodos de insostenibilidad de la deuda en Nicaragua a principios de los noventa e indica que actualmente la deuda externa de este país es sostenible, a pesar del reciente aumento en el monto de deuda, e incluso si se realiza una prueba ácida de solvencia. El análisis de la prueba Sims-PBVC puede complementarse con otros indicadores de sostenibilidad de la deuda, como e.g. la razón rotatoria (*revolving ratio*) entre la amortización de la deuda y

los nuevos desembolsos, el indicador de Blanchard de brecha primaria de corto plazo (Blanchard, 1990), el indicador de descalce de monedas (Calvo, Izquierdo y Talvi, 2003) o el indicador Talvi-Végh (Talvi y Végh, 2000). Estos indicadores y la prueba Sims-PVBC permiten evaluar de forma completa e integral la situación de la deuda en Nicaragua y realizar un seguimiento a la sostenibilidad de la deuda que ayudará a descubrir tempranamente problemas potenciales y tomar medidas correctivas pertinentes.

## Referencias

- Arana, M., J. S. Chamorro, S. De Franco, R. Rivera, M. Rodríguez (1999). Nicaragua. En: Ganuza, E., León, A., y Sauma, P. (Eds.), *Gasto público en servicios sociales básicos en América Latina y el Caribe Análisis desde la perspectiva de la iniciativa 20/20 (LC/R. 1933)*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)/UNDP/ UNICEF.
- Banco Central de Nicaragua (2017). Informe de Deuda Externa I Trimestre de 2017. Disponible en:  
[http://www.bcn.gob.ni/publicaciones/periodicidad/trimestral/deuda\\_externa/deuda\\_externa\\_1.pdf](http://www.bcn.gob.ni/publicaciones/periodicidad/trimestral/deuda_externa/deuda_externa_1.pdf)
- Banco Mundial-Fondo Monetario Internacional (2017). The Joint World Bank-IMF Debt Sustainability Framework for Low-Income Countries. Disponible en:  
<http://www.imf.org/About/Factsheets/Sheets/2016/08/01/16/39/Debt-Sustainability-Framework-for-Low-Income-Countries?pdf=1>
- Bartoletto, S., Chiarini, B., & Marzano, E. (2012). The sustainability of fiscal policy in Italy: a long-term perspective.
- Bauwens, L., Lubrano, M., & Richard, J. F. (2000). Bayesian inference in dynamic econometric models. *Advanced Texts in Econometrics*, OUP Oxford.
- Blanchard, O.J. (1990). Suggestions for a New Set of Fiscal Indicators, OECD Working Paper, N° 79, París, Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, abril.
- Calvo, G.A., A. Izquierdo y E. Talvi (2003). Sudden Stops, the Real Exchange Rate, and Fiscal Sustainability: Argentina's Lessons, NBER Working Paper, N° 9828, Cambridge, Massachusetts, National Bureau of Economic Research.

- Chalk, M. N. A., & Hemming, M. R. (2000). Assessing fiscal sustainability in theory and practice (No. 0-81). International Monetary Fund.
- Cecchetti S., M. S. Mohanty and F. Zampolli (2011). The real effects of debt. BIS Working Paper No. 352, Bank for International Settlements.
- Cochrane, John, (1991). A critique of the application of unit root tests. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 15, issue 2, p. 275-284.
- Consejo Monetario Centro-Americano (2003). Nicaragua: sostenibilidad de la deuda pública total.
- Cruz-Sequeira, A.J. (ca. 2006). ¿Qué ocurrió con Nicaragua? Estudio realizado para el Proyecto Análisis Político y Escenarios Prospectivos del PNUD. Instituto Centroamericano de Administración de Empresas (INCAE).
- Cuddington, J. T. (1997). Analysing the sustainability of fiscal deficits in developing countries. World Bank, International Economics Department, International Finance Division.
- da Costa (2010). Public debt sustainability. In *Public debt: the Brazilian experience*, Anderson Caputo Silva, Lena Oliveira de Carvalho, Otavio Ladeira de Medeiros (Editores). World Bank.
- DeJong, D. N., y Whiteman, C. H. (1989). Trends and cycles as unobserved components in US real GNP: A Bayesian perspective. In Proceedings of the American Statistical Association (pp. 63-70).
- Dickey, D., & Fuller, W. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 427-431. doi:10.2307/2286348
- Fellag, H., y Atil, L. (2011). Bayesian Approach of the Unit Root Test. In International Encyclopedia of Statistical Science (pp. 97-99). Springer Berlin Heidelberg.

- Ghatak A. (2001). Structural Break: Tests of the Present-Value Government Borrowing Constraint and Stability of Debt-GDP Ratio in the UK: 1970-2000. *European Research Studies Journal*, European Research Studies Journal, vol. 0(3-4), pages 37-5.
- Goktas, O., & Hepsag, A. (2015). The Analysis of External Debt Sustainability by Periodic Unit Root Test with Structural Break: The Case of Turkey. *Research in Applied Economics*, 7(4), 1-15.
- Koop, G. (1992). 'Objective' bayesian unit root tests. *Journal of Applied Econometrics*, 7(1), 65-82.
- Kwiatkowski, Denis, Phillips, Peter, Schmidt, Peter and Shin, Yongcheol, (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root? *Journal of Econometrics*, 54, issue 1-3, p. 159-178.
- Lin, M. Y. (2014). The Sustainability of External Debt in OECD Countries: Evidence from Quantile Autoregression. *Research in World Economy*, 5(2), 31.
- Llorca, M. (2017). External Debt Sustainability and Vulnerabilities: Evidence from a Panel of 24 Asian Countries and Prospective Analysis.
- MacKinnon, J. G. (1996). Numerical Distribution Functions for Unit Root and Cointegration Tests. *Journal of Applied Econometrics*, 11, 601-618.
- Paunovic, I. (2005). Sostenibilidad de la deuda pública en los países norteros de América Latina. *Revista de la CEPAL*, No. 87, pp. 97-114.
- Sims, C. (1988). Bayesian Skepticism on unit root econometrics. *Journal of Economics Dynamics and Control* 12, 463-474.
- Sims C., Uhlig H. (1991). Understanding unit rooters: A helicopter tour. *Econometrica* 59:1591-1599.

Talvi, E. y C. Végh (2000). La sostenibilidad de la política fiscal: un marco básico, en E. Talvi y C. Végh (comps.), ¿Cómo armar el rompecabezas fiscal?: nuevos indicadores de sostenibilidad, Washington, D.C., Banco Interamericano de Desarrollo.

Urbina M, J..J., Medina B., A (2016). La sostenibilidad de la deuda pública de los países de Centroamérica. Boletín de estudios fiscales 19. Instituto Centroamericano de Estudios Fiscales (ICEFI).

Velinov, A. (2014). Assessing the Sustainability of Government Debt: On the Different States of the Debt/GDP Process. German Institute for Economic Research, discussion paper 1359.

## ANEXO: Código MatLab para replicar los resultados del estudio

```

%////////////////////////////////////%
% Código MatLab para replicar los resultados del estudio:
% ¿Es sostenible el endeudamiento externo en Nicaragua?
% Una evaluación en base a la restricción de préstamos de valor-presente
%////////////////////////////////////%
clear; clc;
load N; % coeficiente deuda/PIB (%), desde 1980
figure
plot(N(:,1),'r--'); hold on
plot(N(:,3),'r--'); plot(N(:,2),'k'); hold off
legend('IC 95%', 'Location', 'NorthWest'); skip = 5;
    set(gca, 'XLim', [1 48], 'XTick', 1:skip:48, 'XTickLabel', 2017-47:skip:2017)
    ylabel('Deuda/PIB'); title('Nicaragua: razón de solvencia deuda/producto')
%% Pruebas Sims-PVBC para el estado de la deuda en cada año:
clc
prior = .2; rezagos = 1; window = 19;
pos = (window+1):1:length(N); fliplr(pos)
disp('2017:'); SimsURtest(N((48-window:48),1),rezagos,1,prior);
disp('2016:'); SimsURtest(N((47-window:47),1),rezagos,1,prior);
disp('2015:'); SimsURtest(N((46-window:46),1),rezagos,1,prior);
disp('2014:'); SimsURtest(N((45-window:45),1),rezagos,1,prior);
disp('2013:'); SimsURtest(N((44-window:44),1),rezagos,1,prior);
disp('2012:'); SimsURtest(N((43-window:43),1),rezagos,1,prior);
disp('2011:'); SimsURtest(N((42-window:42),1),rezagos,1,prior);
disp('2010:'); SimsURtest(N((41-window:41),1),rezagos,1,prior);
disp('2009:'); SimsURtest(N((40-window:40),1),rezagos,1,prior);
disp('2008:'); SimsURtest(N((39-window:39),1),rezagos,1,prior);
disp('2007:'); SimsURtest(N((38-window:38),1),rezagos,1,prior);
disp('2006:'); SimsURtest(N((37-window:37),1),rezagos,1,prior);
disp('2005:'); SimsURtest(N((36-window:36),1),rezagos,1,prior);
disp('2004:'); SimsURtest(N((35-window:35),1),rezagos,1,prior);
disp('2003:'); SimsURtest(N((34-window:34),1),rezagos,1,prior);
disp('2002:'); SimsURtest(N((33-window:33),1),rezagos,1,prior);
disp('2001:'); SimsURtest(N((32-window:32),1),rezagos,1,prior);
disp('2000:'); SimsURtest(N((31-window:31),1),rezagos,1,prior);
disp('1999:'); SimsURtest(N((30-window:30),1),rezagos,1,prior);
disp('1998:'); SimsURtest(N((29-window:29),1),rezagos,1,prior);
disp('1997:'); SimsURtest(N((28-window:28),1),rezagos,1,prior);
disp('1996:'); SimsURtest(N((27-window:27),1),rezagos,1,prior);
disp('1995:'); SimsURtest(N((26-window:26),1),rezagos,1,prior);
disp('1994:'); SimsURtest(N((25-window:25),1),rezagos,1,prior);
disp('1993:'); SimsURtest(N((24-window:24),1),rezagos,1,prior);
disp('1992:'); SimsURtest(N((23-window:23),1),rezagos,1,prior);
disp('1991:'); SimsURtest(N((22-window:22),1),rezagos,1,prior);
disp('1990:'); SimsURtest(N((21-window:21),1),rezagos,1,prior);
%% Estimación recursiva
prior = .2; rezagos = 1; window = 19;
pos = (window+1):1:length(N); fliplr(pos)
rho = zeros(window,3);

```

```

        tau2 = zeros(window,3);
        cva = zeros(window,3);
        cvss = zeros(window,3);
for c = 1:3
    for t = 1:length(pos)
        [rho(t,c), tau2(t,c),cva(t,c),cvss(t,c)] = SimsURtest(N(pos(t)-
window: pos(t),c),rezagos,1,prior);
    end
end
end
% Resultados
figure
subplot(2,1,1)
    rho(1:length(rho)-7,1) = NaN;
    rho(1:length(rho)-7,3) = NaN;
plot(rho(:,1),'r'); hold on
plot(rho(:,2),'k','LineWidth',1);
hline = reline(0,1); set(hline,'LineStyle',':','Color','b','LineWidth',1)
plot(rho(:,3),'r');
hold off
    set(gca,'XLim',[1 length(rho)],'XTick',1:4:length(rho),'XTickLabel',(2017-
length(rho)):4:2017)
legend('IC 95%','\rho','Raíz unitaria','Location','NorthWest')
title('Estimación de \rho')
%
subplot(2,1,2)
    tau2(1:length(tau2)-7,1) = NaN;
    tau2(1:length(tau2)-7,3) = NaN;
plot(log(tau2(:,1)),'r'); hold on;
plot(log(tau2(:,2)),'k','LineWidth',1);
plot(log(cva(:,2)),':b');
plot(log(cvss(:,2)),'--b');
plot(log(tau2(:,3)),'r');
hold off
set(gca,'XLim',[1 length(rho)],'XTick',1:4:length(rho),'XTickLabel',(2017-
length(rho)):4:2017)
legend('IC 95%','\tau^2','vc Asintótico','vc muestras peq','Location','NorthWest')
title('Estadígrafo \tau^2 de Sims')

% //////////////////////////////////////
% Sims' Bayesian Unit Root test
% //////////////////////////////////////
%     y: time series
%     lags: lags in the regression
%     S: time series periodicity (anual = 1, quarterly = 4, monthly = 12)
%     alpha: prior
% See: Sims, C. (1988). Bayesian Skepticism on unit root econometrics.
% Journal of Economics Dynamics and Control 12, 463-474.
% -----
function [rho_hat,taustat2,compare1,compare2] = SimsURtest(y,lags,S,alpha)
% Lags
if lags == 1

```

```

    Y = [ones(size(y,1)-1,1) y(1:end-1)];
elseif lags == 2
    Y = [ones(size(y,1)-2,1) y(2:end-1) y(1:end-2)];
elseif lags == 3
    Y = [ones(size(y,1)-3,1) y(3:end-1) y(2:end-2) y(1:end-3)];
elseif lags == 4
    Y = [ones(size(y,1)-4,1) y(4:end-1) y(3:end-2) y(2:end-3) y(1:end-4)];
elseif lags > 4
    disp('Only four lags allowed, sorry')
else
    disp('Something is wrong, check your lag definition')
end
end
% Pre-calculations
X = inv(Y'*Y);
% Estimates:
betas = X*Y'*y((size(y,1)-size(Y,1) + 1):end); % OLS estimators
rho_hat = betas(2);
e = (y((size(y,1)-size(Y,1) + 1):end) - Y*betas);
    T = size(y,1);
    k = size(Y,2);
    s = sqrt((e'*e)/(T - k));
% -----
% Sims' test
sigma_rho = sqrt(s^2/sum(y(1:end-1).^2));
taustat2 = ((1 - rho_hat)/sigma_rho)^2; % square of tau
compare1 = -log(sigma_rho); % Asymptotic
compare2 = -log(sigma_rho^2) + 2*log((1-alpha)/alpha) + 2*log(1 - 2^(-1/S));
% Results:
disp(['Rho (estimate): ' mat2str(rho_hat)])
disp(['Tau (square): ' mat2str(taustat2)])
disp(['Asymptotic critical value: ' mat2str(compare1)])
disp(['Small sample critical value: ' mat2str(compare2)])
if taustat2 > compare2
    disp('Conclusion: Reject UR')
else
    disp('Conclusion: Cannot reject UR')
end
end

```