

# Ensayos Económicos | 80

Noviembre de 2022

## **Fluctuaciones con restricciones de crédito e incertidumbre en una economía de red**

Deborah Noguera y Gabriel Montes-Rojas

## **Análisis de la incidencia del gasto público sobre el empleo y las importaciones en Argentina durante 2005-2015**

Alcides Bazza, Gabriel Brondino y Hernán Roitbarg

## **La economía argentina a través de la matriz Insumo-Producto interpaís. Análisis sobre su integración productiva entre 2007-2017**

Germán Pinazo, Mariano Arana y Gastón Bersano

## **Estimación y predicción de dinámicas de ajuste de déficits de cuenta corriente**

Santiago Rossi y Fernando Toledo



BANCO CENTRAL  
DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

# **Ensayos Económicos | 80**

Noviembre de 2022

## **Editor**

Germán Feldman, BCRA

## **Editor asociado**

Ariel Dvoskin, BCRA

## **Comité Editorial**

Jorge Carrera, BCRA - CONICET - UNLP

Paula Español, UBA - UNSAM

Emiliano Libman, CONICET

Carlos Medeiros, UFRJ

Florencia Medici, UNM

Esteban Pérez Caldentey, CEPAL

Daniela Prates, Unicamp

Matías Vernengo, Bucknell University

## **Secretario Ejecutivo**

Federico Grillo, BCRA

Ensayos Económicos es una revista editada por la Subgerencia General de Investigaciones Económicas

ISSN 1850-6046  
Edición electrónica

Banco Central de la República Argentina  
San Martín 235 / Edificio San Martín Piso 7, Oficina 701 (C1003ABF)  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires / Argentina  
Tel.: (+5411) 4348-3582/3814  
Email: [ensayos.economicos@bcra.gob.ar](mailto:ensayos.economicos@bcra.gob.ar)  
Página Web: [http://www.bcra.gob.ar/PublicacionesEstadisticas/Ensayos\\_economicos.asp](http://www.bcra.gob.ar/PublicacionesEstadisticas/Ensayos_economicos.asp)

Fecha de publicación: Noviembre de 2022

Diseño de tapa e interior | Gerencia Principal de Comunicación y Relaciones con la Comunidad, BCRA  
Diagramación | Subgerencia General de Investigaciones Económicas, BCRA

Ensayos Económicos está orientada a la publicación de artículos de economía de carácter teórico, empírico o de política aplicada, y busca propiciar el diálogo entre las distintas escuelas del pensamiento económico para contribuir a diseñar y evaluar las políticas adecuadas para sortear los desafíos que la economía argentina enfrenta en su proceso de desarrollo. Las opiniones vertidas son exclusiva responsabilidad de los autores y no se corresponden necesariamente con la visión institucional del BCRA o de sus autoridades.

Esta revista apoya el acceso abierto a su contenido bajo el principio de que la libre disponibilidad de la investigación para el público estimula un mayor desarrollo global del intercambio de conocimiento. Para facilitar una mayor difusión y utilización, los artículos se encuentran bajo la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.



Esta licencia permite copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, y transformar y construir a partir del material original, mientras no sea con fines comerciales, se mencione el origen del material de manera adecuada, brindando un enlace a la licencia e indicando si se han realizado cambios, y se distribuya bajo la misma licencia del original.

Buenos Aires, 21 de noviembre de 2022

En esta nueva edición de Ensayos Económicos, la revista académica del BCRA, presentamos cuatro trabajos revisados bajo el formato doble ciego habitualmente utilizado en la revista.

En el primer artículo, Noguera (LESET CONICET-UNLP) y Montes-Rojas (IIEP CONICET-UBA), analizan un mercado de crédito bancario con firmas y bancos heterogéneos con el objetivo de evaluar la influencia del comportamiento de los bancos en la formación de la red de crédito y la propagación de dificultades financieras, para examinar las propiedades de la red de crédito emergente y su influencia en el desempeño macroeconómico.

En el siguiente trabajo, Bazza, Brondino y Roitbarg (UNL y CONICET) estudian la incidencia del gasto público corriente sobre el empleo y las importaciones en Argentina a partir de un análisis insumo-producto. De acuerdo con los autores, en el período considerado, 2005-2015, el empleo y las importaciones intermedias inducidas por el gasto público argentino aumentaron en una magnitud muy superior a otros países, convergiendo a valores relativos similares a los países europeos de mayores ingresos.

El tercer trabajo, de Pinazo (UNGS y CONICET), Arana (UNGS) y Bersano (UNGS), analiza los cambios de la estructura económica argentina entre 2007 y 2017 a partir de indicadores construidos sobre la base de la matriz insumo-producto difundida en 2019 por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, que incorpora los datos de la región a la matriz global realizada por el Banco de Desarrollo de Asia.

Finalmente, en el último trabajo, Rossi (UBA) y Toledo (UNLP) estudian la dinámica de ajuste del déficit de la cuenta corriente sobre una muestra amplia de economías avanzadas y emergentes en el período 1975-2018, con el objetivo de evaluar si las condiciones iniciales permiten anticipar si la reversión será disruptiva para el crecimiento económico.

Quiero una vez más convocar a todos y todas a enviar sus artículos académicos para ser considerados para su publicación en nuestra revista, y de este modo contribuir a enriquecer la discusión sobre economía y política económica en nuestro país.



**Germán Feldman**  
Editor

Ensayos Económicos - BCRA

# Índice

- Pág. 5 | **Fluctuaciones con restricciones de crédito e incertidumbre en una economía de red**  
Deborah Noguera y Gabriel Montes-Rojas
- Pág. 53 | **Análisis de la incidencia del gasto público sobre el empleo y las importaciones en Argentina durante 2005-2015**  
Alcides Bazza, Gabriel Brondino y Hernán Roitbarg
- Pág. 76 | **La economía argentina a través de la matriz Insumo-Producto interpaís. Análisis sobre su integración productiva entre 2007-2017**  
Germán Pinazo, Mariano Arana y Gastón Bersano
- Pág. 100 | **Estimación y predicción de dinámicas de ajuste de déficits de cuenta corriente**  
Santiago Rossi y Fernando Toledo

# Fluctuaciones con restricciones de crédito e incertidumbre en una economía de red

**Deborah Noguera**

Laboratorio de Estudios en Sociología y Economía del Trabajo (CONICET-UNLP), Argentina

**Gabriel Montes-Rojas\***

Instituto Interdisciplinario de Economía Política (CONICET-UBA), Argentina

## Resumen

Las crisis financieras de los años noventa y, especialmente, la crisis que afectó a la economía mundial en 2007-2008 han evidenciado la importancia de modelar a los agentes económicos no de forma aislada sino como componentes interconectados e interactivos de sistemas que evolucionan dinámicamente. En este marco, el campo de los sistemas complejos para el estudio de la dinámica económica ha sido objeto de renovado interés. Este trabajo se basa en la hipótesis de inestabilidad financiera de Minsky y en la literatura de modelos basados en agentes para analizar un mercado de crédito bancario donde firmas y bancos heterogéneos interactúan siguiendo reglas de teoría de los juegos. El objetivo es doble: (1) evaluar la influencia del comportamiento de los bancos en la formación de la red de crédito y la propagación de dificultades financieras en un modelo basado en agentes; y, (2) analizar las propiedades de la red de crédito emergente y su influencia en el desempeño macroeconómico. Los resultados de las simulaciones sugieren que la inestabilidad económica agregada puede surgir como resultado del comportamiento de preferencia por la liquidez de los bancos que restringen el crédito al sector productivo cuando tienen expectativas pesimistas.

*Clasificación JEL:* E03, E32, G21, H63.

*Palabras clave:* comportamiento bancario, economía computacional, fragilidad financiera inestabilidad, inestabilidad financiera, modelos basados en agentes, redes de crédito.

*Presentado:* 10 de junio de 2021 – *Aprobado:* 9 de marzo de 2022.

---

\* Agradecemos los comentarios de dos referís anónimos, siendo el contenido del trabajo responsabilidad exclusiva de los autores. Las opiniones vertidas en este trabajo no se corresponden necesariamente con las del BCRA o sus autoridades. Email: [dnoguera@fahce.unlp.edu.ar](mailto:dnoguera@fahce.unlp.edu.ar) y [gabriel.montes@fce.uba.ar](mailto:gabriel.montes@fce.uba.ar).

# Credit-constrained fluctuations and uncertainty in a network economy

**Deborah Noguera**

Laboratory of Studies in Sociology and Labor Economics (CONICET-UNLP), Argentina

**Gabriel Montes-Rojas**

Interdisciplinary Institute of Political Economy (CONICET-UBA), Argentina

## **Abstract**

The financial crises of the 1990s and, especially, the crisis that affected the world economy in 2007-2008 have shown the importance of modeling economic agents not in isolation but as interconnected and interactive components of dynamically evolving systems. Within this framework, the field of complex systems for the study of economic dynamics has been the object of renewed interest. This paper is based on Minsky's financial instability hypothesis and on the literature of agent-based models to analyze a bank credit market where heterogeneous firms and banks interact following game theory rules. The objective is twofold: (1) to evaluate the influence of bank behavior on the formation of the credit network and the spread of financial difficulties in an agent-based model; and, (2) to analyze the properties of the emerging credit network and its influence on macroeconomic performance. Our simulations suggest that aggregate economic instability may arise as a result of the liquidity preference behavior of banks that restrict credit to the productive sector when they have pessimistic expectations.

*JEL Classification:* E03, E32, G21, H63.

*Keywords:* agent-based modeling, banks behavior, computational economics, credit networks, financial fragility, financial instability.

*Submitted:* June 10, 2021 – *Approved:* March 9, 2022.

## 1. Introducción

Las crisis financieras de los años noventa y, especialmente, la crisis que afectó a la economía mundial en 2007-2008 subrayan la necesidad de una comprensión más rigurosa de los riesgos sistémicos asociados con las interconexiones de las distintas unidades en el sistema financiero. Al mismo tiempo, estos eventos remarcaron la importancia de los conceptos de Minsky (1976; 1986; 2016) de fragilidad e inestabilidad financiera, destacando el rol que desempeñan los bancos para el funcionamiento de los sistemas financieros y para la efectividad de la política monetaria. Más específicamente, han llamado la atención sobre el papel del crédito como factor que conduce tanto a la inestabilidad del sistema como al fortalecimiento de los vínculos entre los sectores real y financiero de la economía.<sup>1</sup>

En el marco conceptual de Minsky (1976; 1986; 1981), los complejos arreglos financieros de las economías capitalistas las hacen inherentemente inestables, pudiendo afectar negativamente al sector real de la economía. En su Hipótesis de Inestabilidad Financiera (en adelante HIF), este autor argumenta que “la estabilidad [...] es desestabilizadora” (Minsky, 1976, p. 11): en períodos prolongados de crecimiento los agentes económicos (en particular, firmas y bancos) forman expectativas optimistas, que luego trasladan al mercado asumiendo posiciones financieras cada vez más riesgosas al financiar proyectos de inversión.<sup>2</sup> De esta manera, las decisiones de inversión conducen a una corriente de ingresos y de compromisos financieros: mientras los ingresos exceden los compromisos, la economía es estable; en caso contrario, puede ocurrir una crisis. Esto llevó a Minsky a formular una taxonomía de posiciones financieras, en la que distingue entre unidades de cobertura, especulativas y Ponzi (ver Minsky 1986; 1981). En el primer caso, la entrada de dinero esperada por las firmas excede sus compromisos financieros en cualquier momento. En el segundo, los ingresos son suficientes para pagar los intereses de los compromisos asumidos, pero no el capital; por lo que requieren renovar la deuda. Por último, las unidades Ponzi son aquellas que necesitan préstamos adicionales o vender activos, porque los ingresos son más bajos incluso que para el pago de intereses. La estabilidad de la economía depende de la presencia relativa de cada uno de estos tipos de unidades. Cuantas más unidades de cobertura estén presentes, más estable será la economía. En cambio, el creciente número de unidades en posiciones Ponzi provoca que todo el sistema económico sea inestable y, en consecuencia, se puede producir una crisis financiera que se extiende hacia el resto de la economía debido a las interconexiones en las hojas de balance. Finalmente, sin políticas económicas que intervengan, la crisis financiera puede transformarse en una crisis económica mediante la deflación de la deuda y una caída de la inversión asociada a expectativas pesimistas.

La teoría de inestabilidad financiera de Minsky está centrada en el financiamiento de las inversiones y la relación existente entre los bancos y las firmas. Como destaca Caverzasi (2014), el papel desempeñado por los bancos es particularmente relevante en el análisis, ya que determinan el nivel de endeudamiento de todo el sistema económico al disponer la oferta de crédito. En la narrativa

---

<sup>1</sup> Esta visión es central en el trabajo de Minsky (1976; 1986; 1981). Existe suficiente evidencia que muestra que el auge del crédito va seguido de recesiones más profundas en comparación con otros episodios de crisis financieras (Schularick y Taylor, 2012).

<sup>2</sup> Traducción de los autores. Texto en su idioma original: “stability [...] is destabilizing”.

de Minsky, los bancos son unidades muy activas: “solicitan activamente clientes prestatarios, asumen compromisos financieros, establecen conexiones con empresas y otros bancos, y buscan fondos” (Minsky, 1986, pp. 256-257).<sup>3</sup> Los bancos comparten el mismo “clima de expectativa” procíclico (Minsky, 1986, p. 225) junto con el resto de los agentes económicos y, en consecuencia, contribuyen a acelerar la fase ascendente del ciclo en momentos de auge y reducen el crédito durante las recesiones retrasando la salida de las mismas.<sup>4</sup> Por ello, Minsky (1986, p. 258) los define como “desestabilizadores endógenos”: su comportamiento puede conducir a la inestabilidad financiera de todo el sistema.<sup>5</sup>

Este papel potencialmente desestabilizador que juegan los bancos en el sistema económico se ha estudiado en la literatura en referencia al concepto de acelerador financiero, un mecanismo de retroalimentación positiva que puede intensificar las fluctuaciones del producto (ver, por ejemplo, Bernanke, 1989; Bernanke y Gertler, 1990; Bernanke y Blinder, 1988; 1992; Kiyotaki y Moore, 1997). De acuerdo a esta literatura, el sector financiero impone crecientes costos sobre la economía real que explican en buena medida por qué un shock puede conducir a una crisis (Bernanke *et al.*, 1996). Más específicamente, shocks idiosincráticos negativos en la producción de las firmas hacen que los bancos estén menos dispuestos a prestar fondos, lo que provoca una caída en la inversión por parte de las firmas, conduciendo nuevamente a una menor producción en un círculo vicioso.

La literatura sobre el acelerador financiero se basa fundamentalmente en una metodología de agente representativo. De esta manera, en el mercado de crédito un prestatario representativo interactúa con un prestamista representativo y, por lo tanto, un cambio en el patrimonio neto del primero representa el cambio en el patrimonio neto agregado. No obstante, esta visión agregada del acelerador financiero se extrae (por definición) “... del complejo nexo de las relaciones crediticias entre prestatarios y prestamistas heterogéneos que caracterizan a las economías financieras modernas sofisticadas” (Delli Gatti *et al.*, 2010, p. 1628).<sup>6</sup> Por ello, de acuerdo con Delli Gatti *et al.* (2010) esto puede llevar a resultados insatisfactorios centralmente por tres razones:

1. En primer lugar, el enfoque de agente representativo asume un shock uniforme para todos los agentes, cuando en la realidad un shock idiosincrático puede generar dificultades financieras. De esta manera, el enfoque ignora los problemas de coordinación, comunicación e interacción entre los individuos o agentes. En este tipo de modelos, suele asumirse información completa ya que la interacción entre los agentes se realiza solo a través del mecanismo de precios (Delli Gatti *et al.*, 2007).
2. En segundo lugar, el enfoque no permite incorporar un elemento central en la dinámica de la HIF, ya que se asumen agentes homogéneos. Tal como demuestran Delli Gatti *et al.* (2010), la

---

<sup>3</sup> Traducción de los autores. Texto en su idioma original: “They actively solicit borrowing customers, undertake financing commitments, build connections with business and other bankers, and seek out funds” (Minsky, 1986, pp. 256-257).

<sup>4</sup> Traducción de los autores. Texto en su idioma original: “expectational climate” (Minsky 1986, p. 225).

<sup>5</sup> Traducción de los autores. Texto en su idioma original: “endogenous destabilizer” (Minsky, 1986, p. 258).

<sup>6</sup> Traducción de los autores. Texto en su idioma original: “... from the complex nexus of credit relationships among heterogeneous borrowers and lenders that characterize modern financially sophisticated economies” (Delli Gatti *et al.*, 2010, p. 1628).

heterogeneidad de los agentes es relevante para explicar la prociclicidad de la fragilidad financiera a nivel agregado. En particular, en la HIF durante un período de crecimiento, la solidez financiera de ciertas unidades puede aumentar y mostrar así una fragilidad financiera anticíclica; mientras que a otras el intento de capitalizar el crecimiento económico puede llevarlas a endeudarse cada vez más y, por lo tanto, exhibir una fragilidad financiera procíclica. El hecho de que una unidad fracase puede afectar negativamente a otras y, de esta manera, incrementar la fragilidad financiera a nivel agregado. En otras palabras, el aumento del apalancamiento a nivel agregado no es una condición necesaria para que crezca la fragilidad financiera en el sistema. La presencia de agentes heterogéneos permite superar los problemas de agregación de la HIF (Lavoie y Seccareccia, 2001; Di Guilmi, 2017).

3. Finalmente, al no poder representar y analizar las interacciones entre las unidades, el enfoque de agente representativo no permite incorporar las redes como un elemento clave en el concepto del acelerador financiero. El impacto negativo que tiene el fracaso de una firma en el balance de sus acreedores (esencialmente bancos), puede llevar a los mismos a imponer condiciones crediticias más severas al resto de los deudores, propagando así dificultades financieras a través de su red de crédito. De esta manera, el efecto negativo de un shock idiosincrático puede propagarse al resto de la economía. Como subrayan Stiglitz y Greenwald (2003), el crédito es heterogéneo y, por lo tanto, los agregados pueden ser confusos: el exceso de liquidez en un banco no sustituye la escasez de fondos en otro.

En el marco de estas limitaciones y dada la importancia de modelar a los agentes económicos no de forma aislada sino como componentes interconectados e interactivos de sistemas que evolucionan dinámicamente, el campo de los sistemas complejos para el estudio de la dinámica económica ha sido objeto de renovado interés. En las últimas décadas, los economistas comenzaron a aplicar los principales pilares de este enfoque al estudio de los sistemas económicos y financieros para enfatizar, por ejemplo, cómo los ciclos de auge y caída, los puntos de inflexión y los fenómenos de contagio pueden emanar de la interacción entre agentes heterogéneos en redes complejas, así como de las reacciones endógenas a las que estas interacciones pueden dar lugar (Dosi y Roventini, 2019). Como resultado, ha surgido una literatura que aplica herramientas analíticas típicas de los sistemas complejos adaptativos al estudio de fenómenos económicos (Gallegati *et al.*, 2006; Delli Gatti *et al.*, 2010; Sornette, 2017). En particular, de esta literatura surgieron dos líneas de investigación principales: (i) los modelos basados en agentes (ABM, por sus siglas en inglés) y (ii) el análisis de redes.

El presente trabajo pretende contribuir a esta literatura. El objetivo es doble: (1) evaluar la influencia del comportamiento de los bancos en la formación de la red de crédito y la propagación de dificultades financieras en un ABM; y, (2) analizar las propiedades de la red de crédito emergente y su influencia en el desempeño macroeconómico.

El modelo presentado en este trabajo describe una economía poblada por firmas y bancos que interactúan en el mercado de crédito, y su estructura permite analizar tanto las formas de interacción entre los agentes como sus comportamientos. Más específicamente, el modelo representa

una versión simplificada del desarrollado por (Delli Gatti *et al.*, 2010) en lo que respecta a la estructura de producción de bienes finales, pero extendido al introducir comportamientos alternativos por parte de los bancos, donde el racionamiento selectivo y las tasas de interés se determinan de forma endógena.

En líneas generales, las firmas producen un bien que se vende a un precio estocástico y demandan crédito a los bancos para financiar la producción. El hecho de que las firmas sean tomadoras de precios genera incertidumbre también para los bancos que otorgan crédito, porque si los precios se ven afectados negativamente esto puede deteriorar la solvencia de la firma deudora. Si la dificultad es lo suficientemente grande, la firma puede ser incapaz de cumplir con los compromisos de deuda y entrar en quiebra. En una economía en red, la quiebra de una firma puede generar deudas incobrables, que afectan el patrimonio neto de los bancos. Estos últimos aumentarán la tasa de interés para todas las firmas prestatarias al ver deteriorar su patrimonio neto. Al mismo tiempo, si los bancos tienen preferencia por la liquidez, como se observa en las economías más inestables (Lavoie, 2014), las dificultades de las firmas alimentan las expectativas pesimistas de los bancos que incrementarán su preferencia por la liquidez y, como consecuencia, racionarán el crédito. Por lo tanto, las firmas afectadas pueden incurrir en dificultades adicionales en el servicio de la deuda, aumentando así la debilidad de todo el sector no financiero y el número de quiebras en el mismo.<sup>7</sup>

Se analizan dos escenarios para mostrar cómo los cambios en el comportamiento de los bancos pueden afectar la formación de la red de crédito y, por lo tanto, el desempeño macroeconómico general. Más específicamente, en el escenario base se reproduce un comportamiento en el que estos agentes consideran el coeficiente de adecuación del capital y el apalancamiento de la firma para fijar la tasa de interés. Los bancos destinan sus fondos al otorgamiento de préstamos a firmas productivas y no hay racionamiento de crédito, salvo para firmas con problemas de liquidez observables por el banco. Esto es coherente con la existencia de un *trade-off* entre garantizar la solvencia de los bancos y reducir el costo de los servicios financieros (Saunders y Schumacher, 2000).

En el segundo escenario, se reproduce la preferencia por la liquidez (Keynes, 1930; 1936) en el comportamiento de los bancos (Dow y Dow, 1989; Lavoie, 2009; Minsky, 2016), ya sea por motivos especulativos o como forma de cubrirse de los riesgos que se asumen en el mercado de crédito. En este marco, los bancos tienen la posibilidad de invertir parte de sus fondos, no solo en el financiamiento de proyectos de firmas productivas, sino también en el sector financiero. Esto puede interpretarse, por ejemplo, como la adquisición de letras del Banco Central (como es el caso de las Letras de Liquidez en Argentina que solo pueden ser adquiridas por los bancos) o bien como la compra de divisas restringidas por su disponibilidad. En este caso, la restricción del crédito a las firmas tiene dos fuentes, por un lado, la condición de liquidez de la firma y, por otro, la decisión del banco de racionar el crédito producto de preferencias por la liquidez. Para la tasa de interés, las entidades bancarias consideran, al igual que en el escenario base, el requisito de adecuación del capital y el apalancamiento de la firma.

---

<sup>7</sup> Este proceso describe una dinámica similar a la del acelerador financiero basado en red (Delli Gatti *et al.*, 2010). La diferencia central es que se reduce la probabilidad de que un banco quiebre, pero se mantienen las dificultades en el sector no financiero como consecuencia del racionamiento por preferencia por la liquidez en el comportamiento de las entidades financieras.

Por último, se realiza un análisis de las principales características o propiedades de la red de crédito simulada en ambos escenarios y sus efectos en el desempeño macroeconómico general. Los resultados de las simulaciones muestran que cambios en las estrategias de fijación de la oferta de crédito por parte de los bancos pueden aumentar la inestabilidad en el sector real de la economía. Más específicamente, cuando los bancos restringen el crédito a las firmas y asignan recursos al sector financiero, aumentan el número de quiebras en el sector productivo, así como también la proporción de deuda incobrable. En síntesis, se observa un efecto negativo sobre la actividad económica cuando los bancos destinan fondos al mercado financiero; es decir, cuando existe una reasignación de recursos desde la economía real al sector financiero. Por otro lado, los resultados destacan que las características topológicas de la red de crédito son relevantes para explicar las fluctuaciones del producto. En particular, el crecimiento económico se asocia a una economía con mayor acceso al crédito y menor concentración en el mercado de crédito bancario.

El trabajo se estructura de la siguiente manera. En la Sección 2 se presentan algunos trabajos relacionados en la literatura y se encuadra el presente trabajo. En la Sección 3 se presenta el modelo, iniciando por los aspectos más generales. En las Secciones 3.1 y 3.2 se describen las reglas de comportamiento de las firmas y los bancos, respectivamente, y en la Sección 3.3 se define el mecanismo de interacción entre ambos agentes en el mercado de crédito. En la Sección 4 se exponen los resultados de las simulaciones. En la Sección 4.2 se resumen los principales resultados del análisis de sensibilidad para el escenario de referencia. La Sección 5 contiene un análisis de las características de la red de crédito simulada y un análisis de sensibilidad del parámetro clave en la determinación del modo en que interactúan las firmas y bancos en el mercado de crédito. Finalmente, en la Sección 6 se exponen las conclusiones de la investigación.

## **2. Literatura relacionada**

El análisis de redes económicas aplica modelos de la teoría de redes al estudio e interpretación de fenómenos económicos (Jackson, 2007). En las redes económicas generalmente los nodos representan agentes (individuos, empresas, consumidores, organizaciones, industrias, países, etc.) y los enlaces representan interacciones de mercado u otro tipo de interacciones sociales relevantes. Los ABM constituyen herramientas analíticas y computacionales para explorar las propiedades de una economía compleja (Dosi y Roventini, 2019). Son modelos en los que una multitud de agentes económicos heterogéneos y adaptativos interactúan entre sí y con el entorno, siguiendo reglas de comportamiento autónomas (Delli Gatti *et al.*, 2018). El resultado de estas interacciones coincide en dar forma a las propiedades emergentes del sistema, que se pueden calcular numéricamente (Caiani *et al.*, 2016). Tanto los ABM como la teoría de redes han encontrado amplia aplicación en la literatura económica para responder a diferentes preguntas de investigación (ver, entre otros, Delli Gatti *et al.*, 2010; Dawid y Delli Gatti, 2018; Elosegui y Montes-Rojas, 2020) y para obtener conclusiones que ayuden en la toma de decisiones de política económica, especialmente por parte de los Bancos Centrales (Kavonius y Castrén, 2009; European Central Bank, 2010; Georg, 2011; León *et al.*, 2014; Denbee *et al.*, 2018; Kant y Dhal, 2019; Forte, 2019).

Generalmente, se concibe a los mercados de crédito como redes en las que los nodos representan agentes (bancos y firmas) y los vínculos representan el préstamo otorgado o recibido. Gran parte

de esta literatura se centra en el mercado interbancario, ya que se trata de un mercado para el cual hay mayor disponibilidad de datos respecto a otros, es relevante para la estabilidad financiera y es adecuado para una representación con la teoría de redes. En particular, el estudio de los vínculos de crédito entre instituciones financieras en el mercado interbancario como una fuente importante de riesgo de contraparte ha sido abordado recientemente por varios modelos teóricos que analizan el problema de contagio y riesgo sistémico basándose en la teoría de redes complejas (Iori *et al.*, 2006; Battiston *et al.*, 2012; Gai y Kapadia, 2019; Eboli, 2019). Si bien contribuciones pioneras como Allen y Gale (2000) enfatizaron los beneficios de aumentar la diversificación al destacar que un mayor número de conexiones es positivo para la estabilidad financiera, trabajos posteriores desafiaron este punto de vista, mostrando que la diversificación no siempre es beneficiosa para la estabilidad y subrayando, en cambio, el riesgo sistémico proporcionado por los efectos de contagio.

Más recientemente, la literatura comenzó a analizar distintas fuentes de riesgo sistémico centrándose en particular en dos canales (Gai y Kapadia, 2010, 2019): (i) por un lado, el riesgo de contagio directo al que da lugar, como se mencionó, la red de exposiciones y, (ii) por otro, el riesgo de contagio indirecto o riesgo de liquidez de mercado. Al mismo tiempo, se ha reconocido que la interacción genera dos efectos opuestos: el riesgo compartido, que disminuye con la conectividad, y el riesgo sistémico, que aumenta con las interconexiones (Iori *et al.*, 2006; Mazzarisi *et al.*, 2020). Por ejemplo, Wagner (2011) muestra que la diversificación no siempre es beneficiosa ya que, si bien la probabilidad de quiebra se reduce con la diversificación, también existe un gran riesgo de enfrentar mayores costos de liquidación cuando gran parte de los inversores siguen la misma estrategia de diversificación. En esta misma línea, Battiston *et al.* (2012) muestran que, considerando los efectos relacionados con el mercado junto con los efectos relacionados con el crédito mediante la introducción de un mecanismo de acelerador financiero, existe la posibilidad de una compensación entre el riesgo individual y el riesgo sistémico al aumentar la conectividad de la red. Finalmente, Gai y Kapadia (2010) muestran que los sistemas financieros exhiben una tendencia “robusta pero frágil”, es decir, mientras pequeños shocks pueden no tener efectos significativos en el sistema y la probabilidad de contagio puede ser baja, una vez que se inicia el proceso de contagio su propagación puede ser importante. Este efecto no es monótono en la conectividad, ya que con las interconexiones aumenta la probabilidad de que aquellos agentes que sobrevivieron a los efectos del shock inicial se encuentren más expuestos en una segunda ronda de contagio.

Esta literatura también destacó la importancia de considerar otros factores en el análisis macroeconómico, especialmente la heterogeneidad y la fragilidad financiera de los agentes (Aymanns *et al.*, 2016; Bardoscia *et al.*, 2017; Caccioli *et al.*, 2015). Tal como sostienen Bardoscia *et al.* (2017): “por un lado, la posible aparición de contagio depende del grado de heterogeneidad. Cuando los balances de los agentes son heterogéneos, los bancos no están expuestos de manera uniforme a su contraparte. Por lo tanto, si el contagio se desencadena por la quiebra de un banco de gran tamaño, que representa la mayor fuente de exposición para sus acreedores, la situación es peor que en el caso de agentes homogéneos [...]. Por otro lado, la probabilidad de incumplimiento en los mercados crediticios está estrictamente vinculada a la presencia de agentes altamente apalancados [...]. De hecho, cuando las variaciones en el nivel de solidez financiera de las instituciones tienden a persistir en el tiempo o a amplificarse, los vínculos entre bancos financieramente frágiles

representan un canal de propagación para el contagio y una fuente de riesgo sistémico”.<sup>8</sup> Esto se encuentra estrechamente vinculado a la Hipótesis de Inestabilidad Financiera (HIF) de Minsky (1986; 1981), donde los cambios endógenos en el grado de fragilidad financiera de los agentes generan fluctuaciones reales y, posiblemente, la materialización de los contagios (Minsky, 1964; Ferri y Minsky, 1992).

En términos generales, la interacción entre los agentes y la topología de red emergente son elementos clave para la dinámica de cualquier proceso de contagio (Montagna y Lux, 2017). Este hecho concuerda con la intuición de que cuando un nodo de una red financiera se ve afectado por un shock, este efecto se transmitirá a sus vecinos con una probabilidad proporcional a la fuerza de su vínculo con el nodo afectado de manera directa por el shock. En este contexto, la heterogeneidad adquiere especial relevancia: algunos nodos pueden ser lo suficientemente grandes o estar lo suficientemente conectados y es poco probable que sus dificultades afecten a un “vecindario” de gran tamaño. Distintos análisis empíricos probaron la existencia de heterogeneidad y su relevancia en las redes de crédito (ver, por ejemplo, De Masi *et al.*, 2011; De Masi y Gallegati, 2012; Aoyama, 2014; Temizsoy *et al.*, 2017; Kwon *et al.*, 2018; Forte, 2019), proporcionando así un fuerte argumento para un análisis más profundo de los efectos de red en los mercados económicos y financieros. En este sentido, surge la necesidad de abordar una heterogeneidad de red específica además de la heterogeneidad de los nodos para obtener una comprensión más profunda de los mercados de crédito. Al mismo tiempo, los resultados encontrados por los estudios empíricos de riesgo sistémico en mercados financieros son mixtos (ver, por ejemplo, Elsinger *et al.*, 2006; Mistulli, 2011; Cont *et al.*, 2012). Los diferentes resultados encontrados en esta literatura llamaron la atención de los Bancos Centrales, los cuales han mostrado un creciente interés en los últimos años, apoyando la investigación y difusión relacionadas con redes económicas y financieras (Kavonius y Castrén, 2009; European Central Bank, 2010; Georg, 2011; León *et al.*, 2014; Denbee *et al.*, 2018; Kant y Dhal, 2019; Forte, 2019, entre otros).

En este trabajo se utiliza el enfoque de ABM para analizar una red del mercado de crédito bancario y el efecto que el comportamiento de los bancos puede generar en la misma y en el desempeño económico general. Para ello, se analiza la estructura de la red de crédito que emerge endógenamente en un ABM, donde los bancos exhiben preferencia por la liquidez. Se considera que el enfoque es adecuado para este tipo de análisis, porque permite el desarrollo de modelos económicos que puedan reproducir las complejas dinámicas de los vínculos recurrentes que conectan el comportamiento de los agentes. Los ABM adoptan un tipo de microfundamentación basado en la teoría de la complejidad (Di Guilmi, 2017), haciendo posible analizar tendencias globales que emergen “desde abajo” (*bottom-up*). De acuerdo con Tesfatsion y Judd (2006) y Heymann *et al.* (2013), hay dos elementos claves que caracterizan a un sistema complejo: (i) unidades que interactúan y (ii)

---

<sup>8</sup> Traducción de los autores. Texto en su idioma original: “... on the one hand, the possible emergence of contagion depends crucially on the degree of heterogeneity. Indeed, when the agents’ balance sheets are heterogeneous, banks are not uniformly exposed to their counter-party. Therefore, if contagion is triggered by the failure of a big bank, which represents the highest source of exposure for its creditors, the situation is certainly worse than when agents are homogeneous [...]. On the other hand, the probability of default in credit markets is strictly linked to the presence of highly leveraged agents [...]. Indeed, when variations in the level of financial robustness of institutions tend to persist in time or to get amplified, financial linkages among financially fragile banks represent a propagation channel for contagion and a source of systemic risk” (Bardoscia *et al.*, 2017).

propiedades emergentes.<sup>9</sup> En consecuencia, los ABM conciben a las economías y/o mercados como un complejo sistema dinámico adaptativo, en el que un gran número de agentes heterogéneos interactuando localmente, generan regularidades macro que a su vez influyen en los comportamientos micro de las unidades, y así sucesivamente. Esta cadena de “retroalimentaciones” determina una red de interacciones en evolución donde los niveles micro y macro son interdependientes. En palabras de Delli Gatti *et al.* (2011, p.14) “la complejidad surge debido a las interacciones dispersas y no lineales de una gran cantidad de agentes autónomos heterogéneos. Si bien podemos observar y medir naturalmente los resultados macro, [...] los agregados no pueden deducirse directamente de un examen del comportamiento de un individuo típico en forma aislada”.<sup>10</sup>

Existen diversas contribuciones vinculadas al estudio de redes financieras mediante ABM. En particular, en los últimos años se desarrolló una familia de modelos que combinan el origen financiero de las fluctuaciones del producto (Minsky, 1981), con la noción de información asimétrica en el mercado de crédito (Greenwald y Stiglitz, 1993).<sup>11</sup> En líneas generales, estos modelos incorporan un sistema de interacción indirecta entre los agentes, que permite ilustrar una dinámica económica que se encuentra en línea con lo descrito por Minsky (1976; 1986; 1981) en su HIF: cuando la economía crece, las empresas tienen la capacidad para cumplir con sus obligaciones crediticias, se reduce la tasa de interés y, en consecuencia, se eleva el nivel de inversión para todas las firmas en la economía. Por el contrario, cuando la cantidad de deuda en la economía crece, crece también el número de firmas que se declaran en quiebra, lo que obliga al sector bancario a elevar las tasas de interés, provocando más quiebras para las firmas y una reducción de la actividad económica. Los autores muestran que con un modelo de estructura simple que incorpore la heterogeneidad e interacciones entre los agentes, se pueden obtener resultados realistas. Con relación al estudio específico del comportamiento de los bancos, Tedeschi *et al.* (2019) estudian en un ABM similitudes y diferencias en dicho comportamiento en tres regiones (Estados Unidos, Europa y Asia) y analizan la evolución de las estrategias de estos agentes durante distintas fases del ciclo económico. Los resultados sugieren que la estrategia de fijar precios en función de información pasada es la que tiene un mayor poder desestabilizador en la economía, pero períodos de inestabilidad prolongados inducen a los bancos a no confiar en dicha información. Al mismo tiempo, muestran que este comportamiento contribuye en gran medida a la generación de burbujas y que los colapsos financieros también son anunciados por un fuerte aumento en el número de estos agentes. Así, los autores concluyen que el comportamiento estratégico de los bancos tiene un rol clave en la generación de dificultades financieras.

---

<sup>9</sup> La emergencia es el fenómeno por el cual emergen las macroestructuras a partir de comportamientos adaptativos (Teschfation y Judd, 2006).

<sup>10</sup> Traducción de los autores. Texto en su idioma original: “Complexity arises because of the dispersed and non-linear interactions of a large number of heterogeneous autonomous agents. While we can naturally observe and measure macro outcomes [...] aggregates could not be deduced directly from an examination of the behavior of a typical individual in isolation” (Delli Gatti *et al.*, 2011, p.14).

<sup>11</sup> Ver, por ejemplo, Delli Gatti *et al.* (2005); Delli Gatti *et al.* (2008); Russo *et al.* (2007); Delli Gatti *et al.* (2007); Delli Gatti *et al.* (2010); Riccetti *et al.* (2013); Riccetti *et al.* (2016).

### 3. El modelo

El modelo reproduce lo que Minsky (1986, p. 250) definió como “economía capitalista básica”.<sup>12</sup> Es decir, representa una economía poblada por dos tipos de agentes heterogéneos, las firmas (i) y los bancos (z), que interactúan en el mercado de crédito. La estructura del modelo nos permite analizar las formas de interacción entre los agentes y sus comportamientos.

Se presenta una versión simplificada del modelo desarrollado por Delli Gatti *et al.* (2010), con modificaciones específicas dado el objetivo de analizar el comportamiento de las entidades bancarias en contextos de incertidumbre. En líneas generales, las firmas producen un bien que se vende a un precio estocástico y demandan crédito a los bancos para financiar sus costos productivos. El hecho de que las firmas sean tomadoras de precio genera incertidumbre también para los bancos que otorgan crédito, porque si los precios se ven afectados negativamente esto puede deteriorar la solvencia de la firma deudora. Si la dificultad es lo suficientemente grande, la firma puede ser incapaz de cumplir con los compromisos de deuda y entrar en quiebra. En una economía en red, la quiebra de una firma puede generar deudas incobrables, que afectan el patrimonio neto de los bancos. Estos últimos aumentarán la tasa de interés para todas las firmas prestatarias al ver deteriorado su patrimonio neto. Al mismo tiempo, si los bancos tienen preferencia por la liquidez, como se observa en las economías más inestables (Lavoie, 2014), las dificultades de las firmas alimentan las expectativas pesimistas de los bancos que incrementarán su preferencia por la liquidez y, como consecuencia, racionarán el crédito. Por lo tanto, las firmas afectadas pueden incurrir en dificultades adicionales en el servicio de la deuda, aumentando así la debilidad de todo el sector no financiero y el número de quiebras en el mismo. Este proceso describe una dinámica similar a la del acelerador financiero basado en red (Delli Gatti *et al.*, 2010), donde la preferencia por la liquidez de los bancos puede amplificar las dificultades financieras del sector productivo.

Como se va a desarrollar más adelante, en cada período las firmas solo observan un subconjunto aleatorio del total de bancos. La existencia de incertidumbre lleva a la existencia de una jerarquía de fuentes financieras, donde las firmas prefieren financiar su producción con recursos propios, algo que representa una regularidad empírica.<sup>13</sup> Las empresas solo demandarán crédito cuando los costos de producción (que pueden interpretarse también como proyectos de inversión) son mayores que los fondos propios disponibles por las firmas. De esta manera, convivirán empresas autofinanciadas y empresas no autofinanciadas.

Como simplificación, se supone que las empresas autofinanciadas mantienen sus ahorros por fuera del sistema financiero (en cash), mientras que las empresas no autofinanciadas definen la red de crédito en sus vínculos con los bancos. La estructura de la red de crédito evoluciona endógenamente, ya que en cada período cada empresa (no autofinanciada) busca al banco con la tasa de interés más baja (entre los que observa). Así, la estructura de la red se puede representar como un grafo bipartito, donde los nodos se clasifican en dos conjuntos de empresas y bancos.

---

<sup>12</sup> Traducción de los autores. Texto en su idioma original: “basic skeletal capitalist economy” (Minsky, 1986, p. 250).

<sup>13</sup> Ver, por ejemplo, Céspedes *et al.* (2010) y Maquieira *et al.* (2012), para un estudio sobre la estructura financiera de las empresas productivas en América Latina.

El modelo tiene una estructura dinámica donde se indexa el tiempo como  $t=1,2,\dots,T$ .

A continuación, se describen más detalladamente las reglas de comportamiento de los agentes (firmas y bancos) y la forma de interacción.

### 3.1. Firmas

Las firmas  $i = 1, 2, \dots, I_t$ , donde  $I_t$  es el total de firmas en el momento  $t$ , son productoras de bienes de consumo. Se supone que toda la producción se vende en el mismo período  $t$ , por lo que no hay acumulación de stocks.

Las empresas adoptan la misma tecnología de producción lineal utilizando el trabajo ( $L_{it}$ ) como único factor productivo; es decir, la producción ( $Y_{it}$ ) depende linealmente de la cantidad de trabajadores contratados como:

$$Y_{it} = L_{it} \frac{1}{\phi_1}, \quad (1)$$

donde  $\frac{1}{\phi_1}$  representa la productividad laboral (constante). Por simplicidad (porque no se modela el mercado de trabajo), se asume un salario  $w$  constante y homogéneo entre las firmas, y una oferta de trabajo perfectamente elástica, por lo que el costo salarial de cada empresa está dado por  $W_{it} = wL_{it}$ .

La demanda de trabajo de cada firma depende de los recursos financieros de los que dispone: fondos propios, representados por el patrimonio neto ( $A_{it}$ ), y fuentes externas, representadas por el crédito bancario. Para determinar cuántos recursos financieros requerirán en cada período, las firmas computan la cantidad de producción deseada ( $Y_{it}^d$ ) de acuerdo con la ecuación:

$$Y_{it}^d = \phi_o (A_{it})^\beta, \quad (2)$$

donde  $\phi_o > 0$  y  $0 < \beta < 1$  son parámetros uniformes para las firmas y constantes entre períodos. La ecuación 2 representa una forma reducida del problema de maximización presentado por Greenwald y Stiglitz (1993). Es decir, las empresas maximizan una función de ganancias cuyo argumento es el costo de la quiebra, ponderado por la probabilidad de que esta ocurra.<sup>14</sup>

Combinando las ecuaciones 1 y 2 puede obtenerse la demanda de trabajo requerida para generar un nivel de producto igual a  $Y_{it}^d$ , como indica la ecuación 3. Es decir, la demanda de trabajo es una función creciente y cóncava de las condiciones financieras de las empresas.

$$L_{it} = \phi_1 \phi_o (A_{it})^\beta. \quad (3)$$

Para financiar la producción se establece una jerarquía de fuentes de recursos (ver, por ejemplo, Bebczuk, 2010; Céspedes *et al.*, 2010; Maquieira *et al.*, 2012). En primer lugar, utilizan recursos

<sup>14</sup> Para una discusión detallada de la utilización de esta función ver Delli Gatti *et al.* (2010, pp. 1630-1631).

propios y, luego, fuentes externas. De esta manera, las firmas se clasifican en dos grupos dependiendo de si son completamente autosuficientes en términos financieros o no. Más específicamente, una empresa se financiará enteramente con fondos propios si  $A_{it} \geq W_{it}$  y solicitará crédito en caso contrario. Formalmente, la posición financiera neta de la empresa  $i$  ( $PF_{it}$ ) se define como:

$$PF_{it} = W_{it} - A_{it} \rightarrow 1[PF_{it}] = \begin{cases} 1 & \text{si } PF_{it} > 0 \Rightarrow i \in FP_t^1 \\ 0 & \text{si } PF_{it} \leq 0 \Rightarrow i \in FP_t^0 \end{cases} \quad (4)$$

donde  $FP_t^0$  es el conjunto de firmas que cubren los costos productivos enteramente con fondos propios y  $FP_t^1$  es el conjunto de firmas no autofinanciadas. De esta manera, una firma demanda crédito cuando  $PF_{it} > 0$  y la misma queda determinada como indica la ecuación 5.

$$Bd_{it} = PF_{it} \cdot 1[PF_{it}] \quad (5)$$

donde  $Bd_{it}$  es el monto de crédito demandado por la firma  $i$  en el período  $t$ , el cual puede diferir del crédito otorgado,  $B_{it}$ . El crédito que se solicita en  $t$ , se paga (o no si hay quiebra, ver más abajo) al final del período. El número de bancos de los que la firma puede recibir crédito en cada período se limita a un máximo de 2 (ver la Sección 4).

Los bancos  $z$  (modelados en la Sección 3.2) cobran a las firmas en  $FP_t^1$  una tasa de interés  $r_{izt}$  por el crédito otorgado. Las firmas pueden obtener crédito de distintos bancos y el costo de los intereses varía en función del banco (ver la ecuación 12). En consecuencia, la tasa de interés promedio ponderada por el monto del crédito que enfrenta la firma  $i$  está dada por  $r_{it}^* = \frac{1}{B_{it}} \sum_z r_{izt} B_{izt}$ , con  $B_{it} = \sum_z B_{izt}$ , donde  $B_{it}$  es el crédito otorgado. Por simplicidad, se supone que las firmas con excedentes de recursos financieros lo mantienen en *cash* por fuera del sistema financiero.

Sea  $p_{it}$  el precio unitario del producto comercializado por la firma. El precio del bien que vende la firma solo es revelado una vez que las decisiones de producción y deuda ya fueron tomadas. Esto da lugar a que las decisiones de la firma pueden llevar a la quiebra, como veremos a continuación. Dado que en el mercado de bienes nos estamos centrando en el lado de la oferta, podemos suponer sin pérdida de generalidad que un *shock* real idiosincrático afecta la demanda de bienes que enfrenta cada firma. Así, el precio de venta de la empresa  $i$ ,  $p_{it} = \alpha + g_{it}$ , está compuesto por una ganancia mínima bruta esperada ( $\alpha$ ) y una parte aleatoria para cada firma en cada período ( $g_{it}$ ). Se asume que la variable aleatoria  $g_{it}$  sigue una distribución normal con media cero y varianza constante, es decir,  $g \sim N(0, \sigma^2)$ . De esta manera, los precios son exógenos, específicos de la firma y están representados por variables aleatorias distribuidas normalmente que fluctúan alrededor de una media común.<sup>15</sup>

El beneficio de la firma en cada período  $t$ ,  $\Pi_{it}$ , está determinado por la diferencia entre los ingresos totales por ventas ( $p_{it}Y_{it}$ ) y la suma de los costos de producción ( $W_{it}$ ) y los intereses que debe pagar en el período por el crédito tomado ( $\sum_z r_{izt} B_{izt}$ ), como indica la siguiente ecuación:

<sup>15</sup> Esta forma de modelar un *shock* exógeno específico para cada unidad productiva es común en este tipo de modelos, ver, por ejemplo, Delli Gatti *et al.* (2010); Ricetti *et al.* (2013); Ricetti *et al.* (2016).

$$\Pi_{it} = p_{it}Y_{it} - \left[ W_{it} + \sum_z r_{izt} B_{izt} \right]. \quad (6)$$

En el modelo las firmas no distribuyen dividendos y suman sus ganancias al patrimonio neto. La ley de movimiento de este último queda determinada como indica la siguiente ecuación:

$$A_{it} = A_{it-1} + \Pi_{it}, \quad (7)$$

donde el patrimonio inicial  $A_{i0}$  está dado.

### 3.1.1. Quiebra

La quiebra de las firmas es un elemento central en el modelo estudiado en este trabajo, como lo es también en el ciclo de las economías capitalistas en la narrativa de Minsky. Más específicamente, es el mecanismo que permite reducir la proporción de unidades en posiciones especulativas y Ponzi en una economía en crisis que intenta recuperar la estabilidad.

En el modelo una firma puede declararse en quiebra por dos motivos:

1. **Insolvencia** (*eqquiebra*): una firma entra en quiebra por insolvencia cuando su patrimonio neto toma un valor negativo. De esta manera, la regla para determinar si una empresa está en quiebra por insolvencia está determinada por:

$$eqquiebra_{it} = \begin{cases} verdadero & \text{si } A_{it} \leq 0 \\ falso & \text{si } A_{it} > 0 \end{cases} \quad (8)$$

2. **Falta de liquidez** (*liqqiebra*): una firma puede entrar en quiebra por falta de liquidez, lo cual ocurre cuando los compromisos de deuda (cuota de capital más intereses) superan a las ganancias obtenidas en el período (ver la ecuación 9). De acuerdo con Minsky (1986), es necesario entender a las unidades económicas en términos de sus flujos de efectivo para comprender cómo sus compromisos financieros afectan a la economía real. Los compromisos de pago de las firmas se limitan por los flujos de efectivo realizados y esperados. En el modelo, esto se traduce de la siguiente manera. Se supone que las empresas mantienen una proporción  $\theta$  de su patrimonio en activos líquidos. De esta manera, en cada período las entradas de efectivo están dadas por ganancias y activos líquidos, mientras que las salidas de efectivo son las cuotas de capital e intereses de la deuda asumida. Su diferencia da el flujo de caja neto ( $liq_{it}$ ):

$$liq_{it} = \Pi_{it} + \theta A_{it} - \sum_z (1 + r_{izt}) B_{izt}. \quad (9)$$

Si  $liq_{it}$  es negativo, la empresa tiene falta de liquidez. Esta falta de liquidez en sí no es la que lleva a la firma a la quiebra, ya que esta se da, como indica la ecuación 10, cuando la relación entre la liquidez y el valor de la producción (en términos absolutos) sobrepasa un determinado nivel  $liq_{max}$ . Si la posición de liquidez de la firma es negativa pero su valor absoluto está por debajo del nivel

$liq_{max}$ , la empresa no se declara en quiebra, pero los bancos pueden cortar su acceso al crédito, complicando la situación financiera de la firma.

$$liqqiebra = \begin{cases} verdadero & \text{si } \left| \frac{liq_{it}}{Y_{it}} \right| > liq_{max} \\ falso & \text{si } \left| \frac{liq_{it}}{Y_{it}} \right| \leq liq_{max} \end{cases} \quad (10)$$

En las simulaciones (ver la Sección 4), cuando una firma  $i$  entra en quiebra es reemplazada por otra firma, con un patrimonio neto pequeño respecto al de las firmas incumbentes. Más específicamente, será un número aleatorio en una distribución uniforme entre cero y  $\bar{A}$  (es decir,  $U[0; \bar{A}]$ ). Este mecanismo de entrada-salida de firmas en el mercado mantiene al vector  $I_t = I$  constante en los diferentes períodos de la simulación.

### 3.2. Bancos

El comportamiento de los bancos es central en este trabajo. Los bancos otorgan crédito a las firmas para que financien su producción en caso de que las mismas no puedan financiarse enteramente con fondos propios. No se modelan interacciones de crédito entre las firmas, por lo que toda la deuda que contraen las mismas es a través del crédito bancario. La contrapartida la constituyen los dos pasivos de los bancos, es decir, el capital ( $A_{zt}$ ) y los depósitos ( $D_{zt}$ ). En línea con la narrativa de Minsky, el modelo se basa en el enfoque de balance para modelar la red de interacciones: los balances y los flujos de efectivo son fundamentales para comprender los vínculos entre empresas y bancos en un marco teórico de red.

Los bancos están indexados por  $z \in \{1, 2, \dots, Z_t\}$  donde  $Z_t$  es la cantidad de bancos en el periodo  $t$ . Poseen un capital  $A_{zt}$  que se genera a partir de la siguiente ecuación:

$$A_{zt} = A_{zt-1} + \Pi_{zt}, \quad (11)$$

donde  $\Pi_{zt}$  son los beneficios de los bancos (ver más abajo) y donde  $A_{z0}$ , el patrimonio inicial de cada banco, que está dado. De esta manera, el capital de los bancos se determina en cada periodo sumando la rentabilidad obtenida al capital del periodo previo.

Todos los préstamos de los bancos son de un solo periodo y se pagan (o no, en caso de quiebra por parte de una firma deudora) en el mismo periodo de tiempo. Sea  $B_{izt}$  el monto otorgado por el banco  $z$  a la firma  $i$  en el periodo  $t$ , definimos  $B_{zt} = \sum_i B_{izt}$  como el monto total de crédito otorgado por el banco  $z$ .

Los bancos pueden quebrar si su patrimonio neto es negativo, en cuyo caso es reemplazado por un nuevo banco que asume los préstamos otorgados por el banco que quebró. Cabe notar que esto es diferente a una modelización más realista en la cual los bancos entran en un proceso de

adecuación cuando no satisfacen ciertas normas regulatorias. Aquí por simplicidad simplemente consideramos el signo del patrimonio neto.

Características más específicas del comportamiento de los bancos se detallan en dos escenarios que vamos a definir como (i) Escenario de referencia, y (ii) Escenario con racionamiento por preferencia por la liquidez.

### 3.2.1. Escenario de referencia

Empezamos con un escenario base de referencia. Todos los bancos pagan la misma tasa de interés sobre los depósitos  $r_{min,t}$ , pero cobran distintas tasas de interés a las firmas. Siguiendo a Ricetti *et al.* (2016) la tasa de interés específica para la empresa  $i$  establecida por el banco  $z$  en el período  $t$ , se indica en la siguiente ecuación:

$$r_{izt} = r_{min,t} + \gamma CS_{zt}^{-\gamma} + \psi \frac{lev_{it}}{(1 + A_{it}/A_{t-1}^{max})^\psi}, \quad (12)$$

donde:

1.  $r_{min,t}$ : es el valor mínimo de la tasa de interés. Se supone exógeno (como parte de las decisiones de política del Banco Central) y se corresponde con la tasa que los bancos pagan por los depósitos realizados por las familias (que no se modelan explícitamente). De esta manera el *spread* de las tasas de crédito bancario no puede tomar valores negativos.
2.  $\gamma CS_{zt}^{-\gamma}$ : es el componente de la tasa relacionado con variables a nivel banco. Específicamente, es una función del indicador de adecuación del capital:  $CS_{zt} = \frac{A_{zt}}{B_{zt}}$ , donde  $\gamma$  es un parámetro que mide la sensibilidad de la tasa de interés ante cambios en el indicador de solidez financiera.
3.  $\psi \frac{lev_{it}}{(1 + A_{it}/A_{t-1}^{max})^\psi}$ : es el componente de la tasa relacionado con variables a nivel firma. Se considera una función del nivel de apalancamiento  $lev_{it} = \frac{B_{it}}{A_{it}}$  y el patrimonio neto con parámetro  $\psi$ , donde  $A_{t-1}^{max}$  es el patrimonio neto de la firma que en el período anterior alcanzó el valor máximo. Esto indica que cuanto mayor sea el apalancamiento de la firma con respecto a su tamaño (medido por el patrimonio neto relativo a aquella con el máximo valor en el período previo), mayor será el costo de financiamiento para la empresa.

Una consecuencia de esto es que los bancos financieramente sólidos pueden otorgar crédito en mejores condiciones que otros bancos (reducen la tasa de interés y atraen a más empresas) y que las firmas financieramente más sólidas obtienen mejores condiciones para el crédito (la tasa de interés que cobra el prestamista incorpora una prima de financiación externa, que aumenta con el apalancamiento y, por lo tanto, está inversamente relacionada con el patrimonio neto del prestatario).

Los bancos tienen costos  $c$  que son proporcionales a su tamaño. En caso de que una firma con la que un banco tenga abierta una línea de crédito entre en quiebra, el banco solo puede recuperar una proporción  $RR$  (tasa de recuperación) de los préstamos atrasados. Estos últimos se calculan como la suma del crédito prestado a las empresas que incurrieron en incumplimiento en el período  $t$ . De esta manera, los beneficios del banco ( $\Pi_{zt}$ ) se determinan como indica la ecuación 13:

$$\Pi_{zt} = \sum_i r_{izt} B_{izt} - r_{min,t} D_{zt} - c(A_{zt} + D_{zt}) - (1 - RR)bad_{zt}, \quad (13)$$

donde  $r_{izt}$  es la tasa de interés que el banco  $z$  cobró a la firma  $i$  (si no entró en quiebra) por el crédito  $B_{izt}$ ,  $r_{min,t}$  es la tasa que el banco paga por los depósitos,  $D_{zt}$  es la cantidad depositada en el banco  $z$  y  $bad_{zt}$  es la deuda incobrable del banco  $z$ . Siguiendo a Ricetti *et al.* (2013), los depósitos  $D_{zt}$  se calculan de manera residual, como la suma del crédito prestado a las firmas, menos el monto del patrimonio neto.

De acuerdo con la ecuación 12 un banco puede otorgar créditos con tasas de interés variables por lo que, en cualquier período, un banco y una empresa pueden tener múltiples enlaces de crédito con tasas diferentes.<sup>16</sup> La cantidad de crédito ( $cred$ ) que cada banco puede otorgar está limitada por un requisito de adecuación del capital ( $CS^*$ ) establecido de manera exógena, como se indica en la ecuación 14.

$$cred_{zt} = A_{zt}/CS^* - B_{zt}. \quad (14)$$

### 3.2.2. Escenario con racionamiento por preferencia por la liquidez

En este escenario, se intenta representar comportamientos que reflejan la preferencia por la liquidez de los bancos; la cual, en general, tiende a ser satisfecha por la adquisición de activos líquidos que no son necesariamente dinero. Los bancos poseen una relación deseada y relativamente estable entre reservas y pasivo exigible en el corto plazo; el aumento de la demanda por reservas responde a situaciones de incertidumbre o expectativas pesimistas respecto a la evolución de la actividad económica.

Existe cierta probabilidad de que los bancos puedan invertir en un activo financiero  $F$  de determinada rentabilidad cuyo plazo es de un período. En caso de que se presente la oportunidad, utilizarán la liquidez disponible para adquirir el activo financiero. El activo  $F$  tiene un rendimiento cierto igual a  $q_t = r_{min,t}$ , donde se presenta la incertidumbre respecto a este activo es en la disponibilidad o no del mismo. La probabilidad  $pa$  (igual para todos los bancos) de que puedan adquirir el activo sigue una distribución uniforme entre 0 y 1:  $pa \sim U[0; 1]$ .

En este escenario el racionamiento tiene lugar producto de la preferencia por la liquidez de los bancos. Los bancos mantienen liquidez, ya sea en dinero o en el activo  $F$ , por lo que los beneficios adquieren la forma que indica la ecuación 15.

<sup>16</sup> Como se mencionó previamente, en las simulaciones, el número de enlaces de crédito que una firma puede tener se limita a un máximo de dos, teniendo en cuenta que la evidencia presentada por D'Erasmus *et al.* (2020) muestra que más del 90% de las firmas en el caso de Argentina mantienen relaciones de crédito con 1 o 2 bancos.

$$\Pi_{zt} = \sum_i r_{izt} B_{izt} - r_{\min_t} D_{zt} - c(A_{zt} + D_{zt}) - (1 - RR)bad_{zt} + q_t F_{zt}. \quad (15)$$

Los bancos tienen un objetivo de cobertura de liquidez que varía en función de las expectativas de evolución futura de la economía. En particular, desean mantener la relación entre los activos líquidos ( $F$ ) y los flujos de efectivo netos esperados ( $LIQ$ ) por encima de un umbral  $l$  (endógeno) que depende de la evolución reciente de la economía, como se indica en la ecuación 16.

$$LIQ_{zt} \geq l_{zt} \\ \text{con } l_{zt} = \begin{cases} \bar{l} & \text{si } GR^e > 0 \\ \bar{l}(1 + U[0, u_{max}]) & \text{si } GR^e \leq 0 \end{cases} \quad (16)$$

donde  $GR_t^e$  es el crecimiento esperado por  $z$  para el período,  $LIQ_{zt} = \frac{LA_{zt}}{SE_{zt}}$  y  $U$  es la distribución uniforme. Para el cómputo de  $LA_{zt}$  consideramos que es igual al activo  $F_{zt}^{SE_{zt}}$  en tenencia del banco en el momento  $t$ .  $SE_{zt}$  se computa ponderando los pasivos del banco ( $D_{zt}$ ) por la tasa de liquidación  $\zeta_p$  y los activos ( $F_{zt}$  y  $B_{zt}$ ) por la tasa de default  $\zeta_a$ .<sup>17</sup> Por lo tanto,  $SE_{zt} = \zeta_p D_{zt} - (\zeta_{ab} B_{zt} + \zeta_{af} F_{zt})$ .

Las expectativas de crecimiento futuro de los bancos se forman observando el crecimiento reciente de manera adaptativa:

$$GR_t^e = GR_{t-1}^e + \epsilon(GR_t - GR_{t-1}^e), \quad (17)$$

donde  $GR$  es el crecimiento entre  $t$  y  $t - 1$  del producto total de la economía, definido como la suma de la producción de las  $I$  firmas en cada período.

Es decir, el umbral de liquidez se revisa adaptativamente de un período a otro de acuerdo con un esquema simple que depende del crecimiento de la economía en  $t - 1$ . Cuando su nivel de liquidez se encuentra por debajo del umbral  $l_{zt}$ , racionan el crédito. Una vez que retornan al umbral de liquidez, la oferta de crédito toma valores positivos. Esta regla se representa en la ecuación 18.

$$cred_{zt} = \begin{cases} A_{zt}/C S^* - B_{zt} & \text{si } LIQ_{zt} \geq l_{zt} \\ 0 & \text{si } LIQ_{zt} < l_{zt} \end{cases} \quad (18)$$

La fijación de la tasa de interés coincide con el escenario base así como también el valor del parámetro  $CS^*$ .

### 3.3. Interacción entre firmas y bancos: formación de la red de crédito

La red de crédito está compuesta por la población  $FP_t$  de  $I$  empresas y la población  $Z_t$  de  $Z$  bancos, con  $I$  y  $Z$  constantes a lo largo del tiempo. Como se mencionó anteriormente, el grupo de firmas que no pueden financiar su producción solo con fondos propios se indica  $FP_t^1$ , mientras que el

<sup>17</sup> Estas tasas son las mismas para todos los bancos y están definidas por el comité de supervisión de bancos de Basilea.

grupo de las que si lo hacen se indica con  $FP_t^0$ ; por lo tanto,  $FP_t = FP_t^1 \cup FP_t^0$ . Como la posición financiera de las firmas cambia con el tiempo, también lo hace el tamaño de estos dos grupos.

Para la interacción entre las firmas y los bancos en el mercado de crédito se incorpora un mecanismo de correspondencia aleatoria, como en Delli Gatti *et al.* (2010). Inicialmente, la formación de los vínculos entre firmas y bancos (es decir, la red de crédito) es aleatoria. Luego, al inicio de cada período las firmas con demanda de crédito positiva, observan las tasas de interés de los bancos con los que ya tenían una línea abierta en el período previo y, al mismo tiempo, consultan a otros  $n$  bancos. Estos  $n$  bancos se seleccionan aleatoriamente entre aquellos sin vínculo previo con la firma. De esta manera una firma  $i \in FP_t^1$  observa solo un grupo  $Z_{it} \subset Z_t$  de bancos, a los que puede solicitarles crédito. Por su parte, los bancos  $z \in Z_t$  reciben las demandas de crédito por parte de las firmas  $i \in FP_t^1$  y deciden si otorgar crédito o no, en función de los fondos disponibles y del nivel de liquidez (esto varía en los escenarios). Computan e informan a las firmas las tasas de interés por el crédito solicitado.

La firma elige pedir crédito a aquellos bancos que ofrecen la tasa de interés más baja; si el crédito disponible del banco que ofrece la menor tasa de interés no es suficiente para cubrir la demanda de fondos de la firma, la misma usa el crédito parcialmente disponible y continúa con el siguiente banco en la lista (que, por supuesto, pedirá una tasa más alta) entre los  $n$  que observa, hasta cubrir el monto total (o agotar los bancos observados, lo que ocurra primero). Para modelar una relación de crédito estable entre las partes vinculadas, como la que se observa en la realidad, siguiendo a Delli Gatti *et al.* (2010) se supone que la firma cambia el banco con el que tenía un vínculo de crédito con una probabilidad  $ps_i$ , que aumenta de manera no lineal con la diferencia entre la tasa de interés del banco anterior ( $r_o$ ) y la tasa de interés establecido por el nuevo banco potencial observado ( $r_n$ ), como indica la ecuación 19. Si bien este procedimiento se activa en cada período, el banco se cambia con menos frecuencia.

$$ps_i = \begin{cases} 1 - e^{-\lambda \frac{r_n - r_o}{r_n}} & \text{si } r_o > r_n \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases} \quad (19)$$

$ps_i$ , la probabilidad de que la firma  $i$  cambie a un banco nuevo, toma valores positivos solo cuando un banco entre los que observa ofrece una tasa menor a la que ofrece el banco con el que ya tenía abierta una línea de crédito. En caso de que  $r_n < r_o$ , la firma  $i$  extrae un número aleatorio de una distribución uniforme  $U(0,1)$  y cambia el banco si este número está por debajo de  $ps_i$ . El parámetro  $\lambda$  afecta la asimetría en distribución de grados de la red de los bancos y en la distribución del crédito. Un mayor valor de  $\lambda$  implica una mayor propensión a cambiar de un banco a otro (en función de la tasa de interés más baja). En los resultados de base, se establece  $\lambda = 1$  y, luego, se realiza un análisis de sensibilidad sobre este parámetro.

Hay un elemento adicional que influye en la formación de vínculos entre firmas y bancos y, por lo tanto, de la red de crédito. En el escenario donde hay restricciones de crédito más estrictas producto de la preferencia por la liquidez de los bancos, éstos pueden rechazar por completo el crédito solicitado; en este caso la firma consultará a los siguientes en la lista de manera sucesiva hasta encontrar un banco dispuesto a prestar y cubrir así sus necesidades financieras. Si la firma consulta sin éxito

a todos los bancos de su lista, deberá reducir su producción para cubrir los costos solo con recursos internos. De manera que, en este caso, la producción real diferirá de la producción deseada: ya no se determinará como indica la ecuación 2, sino que será de acuerdo con la ecuación 20:

$$Y_{it}^d > Y_{it} = \frac{A_{it}}{w\phi_1}. \quad (20)$$

La introducción de estas restricciones incorpora un mecanismo que puede amplificar las dificultades financieras de las unidades productivas. Es probable que a una firma con niveles elevados de apalancamiento o bajos niveles de liquidez, solo le otorguen crédito los bancos que ofrecen las tasas de interés más altas entre los que observa. En el peor de los casos, nadie le otorga crédito a la firma, la cual se ve obligada a reducir su producción (y sus futuras ganancias).

El Algoritmo 1 resume el mecanismo de *matching* entre firmas y bancos.

En las simulaciones, las firmas observan al 10% de los bancos, el número total de bancos con los que una empresa puede establecer vínculos de crédito en un período se limita a  $MB = 2$  y el plazo máximo del crédito se establece en  $H = 2$ .<sup>18</sup>

Hay dos mecanismos aleatorios que influyen o determinan la evolución de la red: (i) el componente aleatorio del precio que enfrentan las firmas (esto determina si una firma va a pertenecer a  $FP_t^0$  o a  $FP_t^1$ ), y (ii) la lista de  $n$  bancos que observa una firma (que se selecciona de manera aleatoria del total de bancos).

---

<sup>18</sup> Esto es coherente con lo que sucede en Argentina. De acuerdo con las estadísticas presentadas por D'Erasmus *et al.* (2020) más del 90% de las firmas mantienen relaciones de crédito con 1 o 2 bancos.

### Algoritmo 1

```

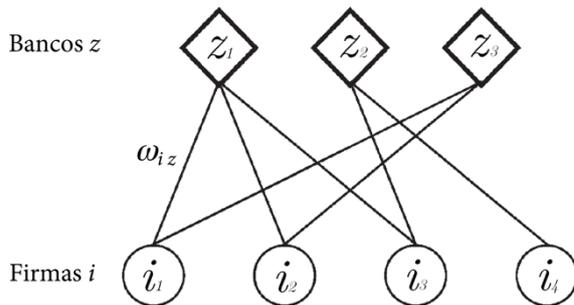
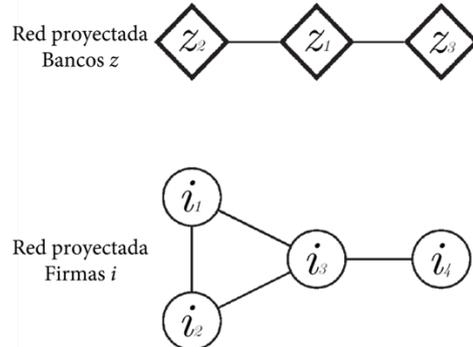
1 while demanda de credito residual total > 0 and oferta credito bancario residual total
  > 0 do
2   Set lista bancos actuales
3   Set lista otros bancos
4   Set lista aleatoria de bancos activos
5   foreach firm i (orden aleatorio) do if P[PF] = 1 then
6     if liq > 0 then
7       Observa un subset aleatorio de bancos activos
8       while (hay necesidad de credito and oferta credito bancario residual > 0) do
9         obtiene al banco con la menor tasa de interes
10        Set inew = minima tasa de interes obtenida
11        Set iold = tasa de interes banco actual
12        if [uniform random number] < (1 - exp(lambda * (inew - iold)/(inew)))
13          then
14            | ask_bank = index banco que ofrece r = inew;
15          end
16        else ;
17        ask_bank = index banco actual (no cambia)
18        verifica si el banco tiene suficiente capital para obtener credito
19        if (credito disponible > credito remanente) then
20          /* toma el credito del banco */
21          link_firm = ask_bank
22          /* deja de consultar en el mercado de credito */
23          demanda de credito = 0
24        end
25        /* si el limite de credito disponible del banco no es
26        suficiente usa el credito parcialmente disponible */
27        else (credito disponible > 0);
28        link_firm = ask_bank
29        demanda de credito = demanda de credito - credito disponible
30        /* va a otros bancos por la parte que falta */
31      end
32    end
33  end
34 ;
35 end

```

En la red de crédito, los bancos y las firmas representan los nodos, mientras que las relaciones de crédito representan los vínculos entre ambos agentes. Es decir, se trata de una red bipartita, ya que está compuesta por dos tipos de nodos y los vínculos solo son posibles entre nodos de clases diferentes. Un ejemplo de la representación gráfica de esta red puede verse en el Gráfico 1. Dado que un vínculo entre una firma  $i$  y un banco  $z$  existe si hay una relación de crédito entre ambos, podemos definir a la matriz de adyacencia rectangular  $S_t$  para representar a la red bipartita:

$$S_t = \{s_{iz}^t; i \in FP_t^1; z \in Z_t\}, \quad (21)$$

donde  $s_{iz}$  indica si existe un vínculo entre la firma  $i$  y el banco  $z$ :  $s_{iz} = 1$  si la firma  $i$  recibió crédito del banco  $z$ ,  $s_{iz} = 0$  en caso contrario. Luego, es posible definir a la matriz de adyacencia ponderada  $\omega_{iz}$ , donde  $\omega_{iz} > 0$  si  $s_{iz} = 1$  y el valor  $\omega_{iz}$  es exactamente el monto del crédito;  $\omega_{iz} = 0$  en caso contrario.

**Gráfico 1.1 | Ejemplo de red bipartita firmas-bancos****Gráfico 1.2 | Redes proyectadas**

La representación de la red bipartita proporciona información completa de los vínculos en el mercado de crédito bancario y, al mismo tiempo, permite identificar las conexiones directas entre nodos de un mismo tipo. Esto último resulta relevante para poder analizar el proceso de contagio de dificultades financieras a través de la red. La red bipartita puede descomponerse en dos redes llamadas *proyectadas*, que se obtienen de proyectar la red inicial en el subespacio compuesto por nodos de un mismo tipo, por lo que cada una está compuesta solo por un tipo de nodo (ver el Gráfico 1). De la proyección realizada solo sobre el subespacio de firmas, se obtiene una red donde los nodos representan firmas y dos de ellas están vinculadas entre sí si ambas tienen una línea de crédito abierta con el mismo banco  $z$ ; es decir, tienen al menos un acreedor en común. Mientras que de la proyección de la red bipartita en el subespacio de bancos, se obtiene una red donde los nodos representan bancos y existe un vínculo entre ellos cuando comparten al menos un deudor en común; es decir, le otorgaron crédito a la misma firma.

En el ejemplo presentado en el Gráfico 1.1, la red bipartita está conformada por 3 nodos  $z$  (bancos) y 4 nodos  $i$  (firmas). El banco  $z_1$  otorgó un crédito a las firmas  $i_1$ ,  $i_2$  e  $i_3$ , mientras que el banco  $z_2$  abrió líneas de financiamiento para las firmas  $i_3$  e  $i_4$ . Como ambos le otorgaron crédito a la firma  $i_3$ , existirá un vínculo entre ellos en la red resultante de la proyección de la red inicial en el subespacio de bancos. El banco  $z_3$  le otorgó crédito a las firmas  $i_1$  e  $i_2$ , por lo que estará vinculado con  $z_1$ , pero no con  $z_2$ . Por lo tanto, un evento que afecte a  $z_2$  tendrá un efecto indirecto en  $z_1$  y, a través de este, afectará a  $z_3$ . De manera análoga se puede obtener la red resultante de proyectar la red bipartita en el subespacio de firmas, como se representa en el Gráfico 1.2. En este sentido, las redes proyectadas permiten analizar el proceso de contagio de dificultades financieras. Como las empresas interactúan indirectamente a través del sector bancario, dos empresas conectadas al mismo banco se afectan entre sí a través de su desempeño: si pagan su deuda, mejoran la solidez financiera del banco y, por lo tanto, reducen la posibilidad de que el banco aumente la tasa de interés; por el contrario, si una empresa falla, afecta negativamente a las otras empresas a través del mismo mecanismo. El alcance de este proceso, lo determina la existencia de vínculos en las redes proyectadas.

Formalmente, un banco  $z \in Z_t$  puede otorgar simultáneamente crédito a dos firmas  $i_a, i_b \in FP_{zt}^1 \subset FP_t^1$ , donde  $C_{zt} \equiv FP_{zt}^1$  es la cartera de clientes del banco  $z$  en el período  $t$ . Estas firmas forman un *clique* alrededor de ese banco.<sup>19</sup>

Cada fila de  $S_t$  está asociada a un banco y define un grupo de empresas interconectadas, lo que se define como la cartera  $C_{zt}$  de clientes del banco  $z$  en el período  $t$ . Así, la matriz  $E_t$  representa a la red que resulta de proyectar la matriz  $S_t$  en el subespacio de firmas no autofinanciadas:

$$E_t = \{e_{ab}^t: i_a, i_b \in FP_{zt}^1, \forall z \in Z_t\}, \quad (22)$$

donde  $e_{ab}^t$  indica si hay un vínculo entre las firmas  $i_a$  e  $i_b$  en la red proyectada, lo cual sucede cuando ambas pertenecen al conjunto de clientes de un mismo banco.

De acuerdo con lo descrito anteriormente, la red de crédito es un sistema de *cliques*. Cada uno de estos *cliques* identifica un componente  $C_{zt}$  que es la cartera de clientes del banco  $z$ , es decir, las firmas conectadas a un banco  $z \in Z_t$ . Formalmente,  $C_{zt}$  puede expresarse como:

$$C_{zt} = \{i \in FP_t^1: s_{iz}^t = 1\}. \quad (23)$$

Esta expresión indica que la cartera de clientes del banco  $z$  es el conjunto de firmas  $i$  pertenecientes al conjunto de firmas no autofinanciadas que tienen un vínculo de crédito con el banco  $z$ .

En síntesis, la red de crédito se reestructura en cada período en función de: (i) los cambios en el tamaño de los grupos de empresas autofinanciadas y no autofinanciadas; (ii) la composición del grupo de bancos que observa cada firma no autofinanciadas (el cual es aleatorio); (iii) la modificación en las condiciones financieras de los bancos y empresas, así como las expectativas de los bancos respecto a la evolución futura de la economía, todos factores que determinan las tasas de interés; y (iv) la formación resultante de vínculos.

En la Sección 4 se presentan los resultados de las simulaciones para los dos escenarios descritos y luego, en la Sección 5, se analizan las características y la estructura de la red de crédito.

#### 4. Resultados de la simulación

La economía está poblada por 500 empresas ( $I$ ) y 50 bancos ( $Z$ ). La simulación se ejecuta durante 1000 períodos. Se presentan los resultados correspondientes al intervalo 200-1000. Al igual que Delli Gatti *et al.* (2010), se considera al intervalo de tiempo entre 1-199 como un período de iniciali-

<sup>19</sup> Un *clique* es un subconjunto de nodos de una red donde cada elemento comparte un vínculo entre sí. Más específicamente, un conjunto de  $n$  nodos en una red forma un *clique* si y solo si cada uno ellos está directamente conectado a los otros  $n - 1$  y no existe otro nodo en la red que se pueda incorporar de manera de formar un grupo de  $n + 1$  nodos, todos conectados entre sí (ver, por ejemplo, Newman, 2018). Cuando se realizan las proyecciones de la red bipartita en los subespacios de nodos por separado, cada grupo en dicha red da como resultado un conjunto de nodos en la proyección de manera que están todos conectados entre sí, formando un *clique*. Notar que los *cliques* pueden superponerse, lo que significa que pueden compartir uno o más de los mismos nodos.

zación, por lo que puede contener algunos valores atípicos. Por ello, para poder dar una visualización más clara de las tendencias resultantes, se presentan los resultados a partir del período 200 en adelante. La exclusión de los primeros 200 períodos no modifica los resultados principales.

En el inicio, el patrimonio neto de cada firma es igual a 20 y el de cada banco es igual a 40. Cuando una empresa  $i$  entra en quiebra se reemplaza por otra firma, cuyo patrimonio es pequeño en relación con el de las firmas incumbentes, lo que mantiene al vector  $I = 50$  a lo largo de la simulación. En particular, el patrimonio neto de la nueva firma será un número aleatorio en una distribución uniforme entre cero y cinco ( $U[0; 5]$ ). De manera similar, entra un nuevo banco con un patrimonio neto de manera aleatoria en una distribución  $U[20; 30]$  cuando un banco quiebra. Este mecanismo puede interpretarse como una nueva entidad que asume al banco que sale del mercado, incluyendo a los créditos por cobrar que mantenían.

La lista de los parámetros calibrados, junto con sus valores, lo que representan y la referencia a la ecuación correspondiente se presenta en el Cuadro 1. No se realizó un ejercicio empírico de validación de los resultados, ya que el modelo no incorpora elementos importantes que caracterizan a las economías en el mundo real, como la inversión en bienes de capital, variación de *stocks*, innovación y cambio tecnológico, un mercado laboral y dinámica salarial realistas, entre otros factores. Estas características, relevantes para representar a las economías en general, se simplificaron o ignoraron en el modelo, porque el foco del análisis está en las interacciones en el mercado de crédito bancario y las fluctuaciones del producto de origen financiero. No obstante, se calibraron los parámetros de manera de poder reproducir en los datos simulados algunas regularidades empíricas de las variables macroeconómicas, como la asimetría negativa y leptocurtosis en la distribución de las tasas de crecimiento.

Como se mencionó anteriormente, las simulaciones se centran en el mecanismo para la disposición de la oferta de crédito, con el objetivo de analizar los efectos del comportamiento de los bancos con preferencia por la liquidez en las fluctuaciones de la economía. En la Sección 4.1, se presentan los resultados de las simulaciones y en la Sección 4.2 se presenta un análisis de sensibilidad de los resultados de la simulación del modelo de referencia. En la Sección 4.3 pueden encontrarse los resultados del análisis de robustez.

**Cuadro 1 | Valor de los parámetros del modelo**

Parámetro	Valor	Ecuación
$\phi_0$	1	Función de producción de las firmas; ec. (2)
$\beta$	0,15	Función de producción de las firmas; ec. (2)
$\phi_1$	1,2	Productividad laboral (inversa); ec. (1)
$w$	1	Salario; ec. (1)
$\alpha$	10%	Ganancia bruta esperada firmas (precio); ec. (6)
$\sigma^2$	0,01	Varianza de $g$ ; ec. (6)
$\theta$	0,5	Proporción del capital que la firma puede mantener líquido; ec. (9)
$liq_{max}$	0,4	Umbral de liquidez relativa a la producción; ec. (10)
$r_{min}$	2%	Piso de la tasa de interés; ec. (11)
$\gamma$	0,01	Parámetro (banco) en la fijación de tasa de interés; ec. (11)
$\psi$	0,03	Parámetro (firma) en la fijación de tasa de interés; ec. (11)
$RR$	50%	Tasa de recuperación de fondos en caso de quiebra de una firma; ec. (12)
$c$	0,50%	Costos operativos de los bancos; ec. (12)
$CS^*$	12%	Requisito de adecuación del capital bancos; ec. (13)
$l_z$	0,6	Umbral mínimo de liquidez; ec. (15)
$MB$	2	Máximo número de bancos con los que una firma puede tener crédito
$n$	10%	Proporción de bancos que observan las firmas cada período
$H$	2	Plazo máximo del crédito

#### 4.1. Dinámica macroeconómica

Como se describió previamente, la cantidad de crédito total que puede otorgar un banco está limitada por el coeficiente de adecuación del capital, como indica la ecuación 14.<sup>20</sup> A su vez, la tasa de interés se determina como indica la ecuación 12: cuanto mayor sea la relación entre el apalancamiento y el patrimonio neto de la firma, mayor será la tasa de interés que cobra el banco por el crédito. Como se describe en las Secciones 3.2.1 y 3.2.2, la diferencia central entre los dos escenarios está en la disposición de la oferta de crédito.

En los Cuadros 2 y 3 se presentan los resultados de las simulaciones correspondientes a los períodos 200-1000. Los resultados presentados son coherentes con lo que encuentran Delli Gatti *et al.* (2010), Riccetti *et al.* (2013) y Riccetti *et al.* (2016): shocks idiosincráticos conducen a fluctuaciones macroeconómicas que aumentan la fragilidad financiera de los agentes. Los bancos con mayor patrimonio neto y, por lo tanto, con un mayor ratio de adecuación del capital, pueden establecer tasas de interés más bajas y aumentar así su participación en el mercado de crédito.<sup>21</sup> Respecto a las firmas, el mecanismo es similar: aquellas con posiciones financieras más sólidas se benefician de tasas de interés más bajas, realizan inversiones (proyectos que no eran rentables a una tasa mayor) y contribuyen así al crecimiento. Sin embargo, si una empresa entra en quiebra, también afecta la posición financiera de los bancos, que pueden entrar en quiebra o incrementar las tasas de interés en caso de mantenerse en pie

<sup>20</sup> Si bien, de acuerdo con las normas de Basilea II y III, los créditos se ponderan en función del riesgo, en el modelo no hay diferenciación de riesgo entre los activos, por lo que (por simplicidad) se establece  $CS=A/L$ .

<sup>21</sup> Como sucedió con los bancos extranjeros que comenzaron a operar en algunos países de América Latina en los 90, ver, por ejemplo, Martínez Peria y Mody (2004).

como reacción a la pérdida de patrimonio. Esta reacción por parte de los bancos trae dificultades financieras para las firmas clientes del banco, ocasionando nuevas quiebras.

**Cuadro 2 | Resultados de las variables económicas para el escenario base  
Períodos 200-1000**

Variable	Media	Desvío	Min.	Máx.	Asimetría	Curtosis
Deuda incobrable	8,57%	3,31%	1,56%	20,84%	0,52	0,35
Quiebra bancos	0,30	0,62	0,00	5,00	2,79	11,05
Patrimonio Neto bancos	33.416	19.181	3.086	91.148	2,79	0,00
Deuda	10.388	1.320	7.287	14.381	0,70	0,35
Quiebra firmas	27,15	4,82	12,00	40,00	0,48	-0,38
Patrimonio Neto firmas	29.775	22.059	10.834	84.720	0,12	0,39
Producto	32.362	2.177	27.630	38.906	1,40	-0,18
Tasa de interés	5,99%	0,02%	5,95%	6,05%	0,10	-0,63
Apalancamiento	0,77	0,26	0,26	1,24	-0,56	-0,77
Quiebra bancos (%)	0,60%	1,25%	0,00%	10,00%	2,79	11,05
Quiebra firmas (%)	5,43%	0,96%	2,40%	8,00%	0,12	-0,38
Crecimiento	4,40%	1,32%	-9,85%	6,99%	-0,27	3,22

**Cuadro 3 | Resultados de las variables económicas para el escenario alternativo  
Períodos 200-1000**

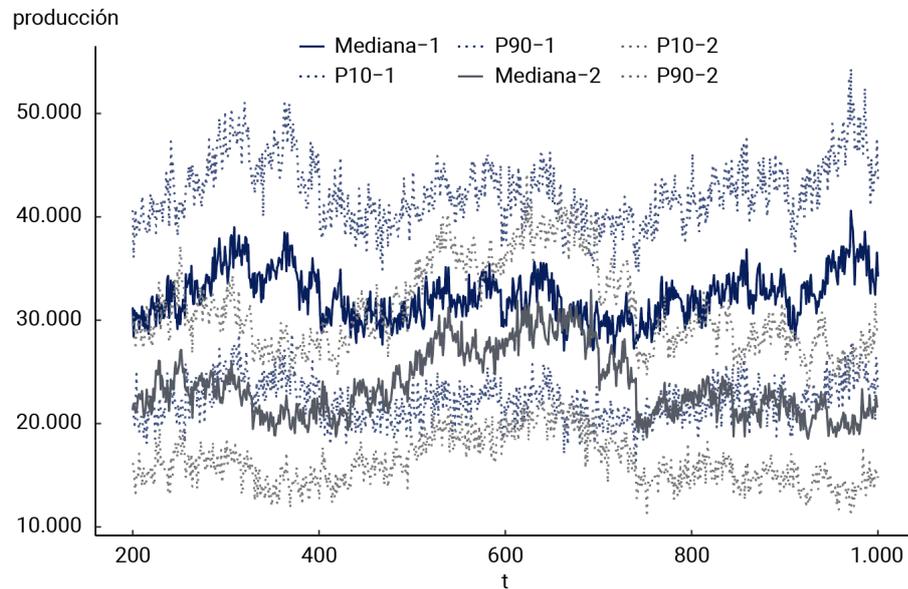
Variable	Media	Desvío	Min.	Máx.	Asimetría	Curtosis
Deuda incobrable	9,48%	4,21%	2,14%	58,48%	3,26	24,47
Quiebra bancos	0,12	0,36	0,00	3,00	3,14	11,26
Patrimonio Neto bancos	27.318	24.018	2.503	81.297	0,88	-0,45
Deuda	5.646	1.335	3.739	9.808	0,83	-0,35
Quiebra firmas	28,31	4,98	10,00	46,00	0,08	0,45
Patrimonio Neto firmas	23.904	12.310	10.967	51.088	0,92	-0,59
Producto	23.716	3.089	18.530	31.239	0,65	-0,71
Tasa de interés	6,15%	0,02%	6,10%	6,20%	0,03	-0,77
Apalancamiento	1,04	0,30	0,45	1,59	-0,21	-1,30
Quiebra bancos (%)	0,24%	0,71%	0,00%	6,00%	3,14	11,24
Quiebra firmas (%)	5,66%	1,00%	2,00%	9,20%	0,08	0,45
Crecimiento	2,00%	2,09%	-12,19%	5,82%	-0,32	2,14

Los Gráficos 2.a, 2.b y 2.c muestran la evolución de la producción agregada y la tasa de crecimiento, respectivamente, para los dos escenarios considerados. En ambos casos, se observan patrones de fluctuaciones irregulares que muestran diferencias significativas entre distintos subperíodos. Esto se debe tanto a la exogeneidad de los precios como a la compleja estructura adaptativa del sistema (Delli Gatti *et al.*, 2010). En el escenario base, la desviación estándar de la distribución de la tasa de crecimiento es del 1,32%, presenta una asimetría sesgada hacia la izquierda (coeficiente de asimetría igual a -0,27) y es leptocúrtica (exceso de curtosis igual a 3,22). En el

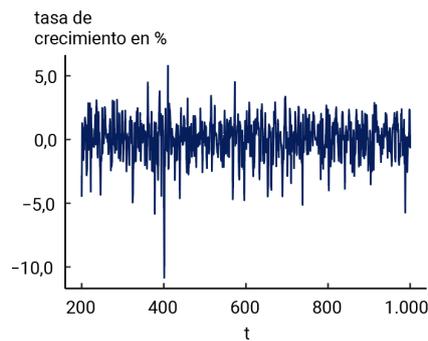
escenario donde se reproduce un comportamiento de preferencia por la liquidez por parte de los bancos, tanto el producto como la tasa de crecimiento resultan, en promedio, menores que en el escenario de referencia y exhiben un mayor grado de volatilidad.

**Gráfico 2 | Producción y tasa de crecimiento para los escenarios 1 y 2  
Períodos 200-1000**

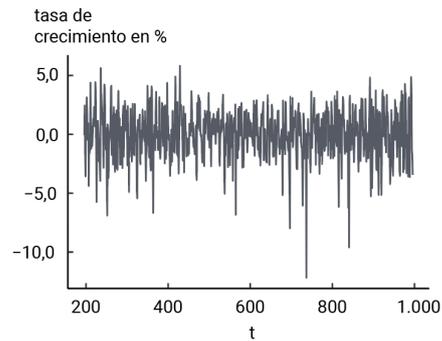
**A. Escenario 1 y 2**



**B. Escenario 1**



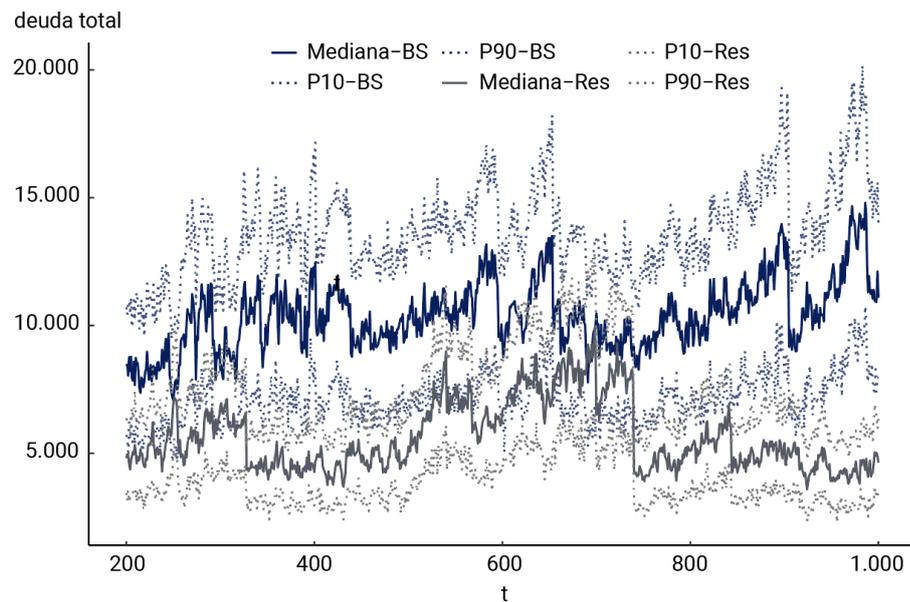
**C. Escenario 2**



El Gráfico 3 muestra la dinámica de la deuda total que exhibe un comportamiento similar a la producción agregada. La correlación de la deuda (rezagada un período) con el producto es positiva, lo que está en línea con la dinámica descrita por Minsky (1981; 1986). Si las firmas encuentran bancos que las financien, pueden aumentar la producción y, por lo tanto, mayor deuda implica mayor producto en momentos de crecimiento, pero amplifica el efecto de un *shock* negativo en el precio del bien que comercializan las firmas. En el escenario base, la proporción de la deuda sobre el PBI es en promedio del 30,5%, lo que se encuentra cercano a los valores que se observan en la realidad. El ratio de deuda incobrable alcanza un valor promedio de 8,57% y un máximo de 20,84%. En el escenario alternativo, la deuda total se reduce, especialmente como consecuencia de las restricciones de los bancos para otorgar crédito. Si bien la correlación con el producto es positiva al igual

que en el escenario base, la relación deuda-PBI se reduce, en promedio, a 24%. Por su parte, el ratio de deuda impaga promedio se incrementa al pasar de 8,6 a 9,5 (ver los Cuadros 2 y 3). Esto implica que las restricciones en la oferta de crédito pueden amplificar las dificultades financieras de las unidades productivas. Si ningún banco está dispuesto a prestarle a una firma, esta se ve obligada a reducir su producción y sus futuras ganancias, lo que hace más difícil aún que pueda hacer frente a deudas en el futuro.

**Gráfico 3 | Deuda total y tasa de interés para los escenarios 1 y 2  
Períodos 200-1000**



Respecto al apalancamiento de las firmas, en el escenario base, la variable tiene una media de 0,77 y un desvío de 0,26. El máximo valor observado es de 1,24, el cual coincide temporalmente con uno de los valores más bajos del producto y el patrimonio neto de las firmas. Debido a que los precios se fijan de manera exógena, exhibe una elevada volatilidad. En el escenario donde los bancos muestran preferencia por la liquidez, el apalancamiento de las firmas es levemente mayor al observado en el escenario base, como se puede observar en los Cuadros 2 y 3. Si bien la deuda es menor, también lo es el patrimonio de las firmas, lo que se refleja también en el menor nivel de producto.

En los primeros períodos la tasa de interés (promedio ponderada, con relación a la participación del banco en el mercado de crédito) muestra una tendencia decreciente, producto del crecimiento sostenido y los bajos niveles de apalancamiento de las firmas. Luego, muestra una tendencia creciente, que se explica centralmente por el aumento en el apalancamiento de las firmas y la disminución en el patrimonio neto de los bancos (provocado por el crecimiento del ratio de deuda incoobrable). Los valores fluctúan entre 5,09% y 6,05%, con una media de 5,99% y un desvío de 0,02% (baja variabilidad). En el escenario alternativo no se observan cambios significativos en la tasa de interés promedio, resulta levemente mayor respecto al escenario base. Hay dos factores que están afectándola: un efecto positivo por el mayor apalancamiento con relación al patrimonio neto de las firmas y otro negativo producto de un coeficiente de adecuación de capital más elevado por parte

de los bancos. Se mantiene en un rango entre 6,1% y 6,2%, exhibe una mayor volatilidad respecto del escenario previo y se encuentra correlacionada con el nivel de apalancamiento de las firmas.

#### 4.1.1. Quiebras

En el modelo, por construcción, las entidades bancarias solo pueden entrar en quiebra como consecuencia del contagio, es decir, de la falta de pago por parte de las firmas con las que tienen abiertas líneas de crédito. En otras palabras, los bancos no pueden salir del mercado sin una deuda incobrable causada por la quiebra de uno o más prestatarios. Por el contrario, en el caso de las firmas, podemos distinguir las dificultades provenientes del mercado (en el modelo, causadas por *shocks* negativos en la demanda) de las dificultades producto del contagio. En el primer caso, la quiebra se da como consecuencia de ganancias negativas (pérdidas), independientemente del diferencial de prima de riesgo cobrado por los bancos. Es decir, en este caso las firmas salen del mercado debido al efecto combinado de variables exógenas: *shock* de demanda y tasa de política establecida por el Banco Central. En caso de las dificultades por contagio, la quiebra se da como consecuencia del aumento en la tasa de interés, que es en gran medida una variable endógena determinada por las conexiones de crédito: (i) la situación financiera de la firma en cuestión depende no solo del *shock* de demanda sino también del diferencial cobrado en el pasado por los bancos; (ii) la condición financiera del propio banco depende de la solidez financiera del resto de los bancos prestatarios. Por lo tanto, estas dificultades están determinadas de manera endógena por la falla pasada de otras firmas prestatarias del mismo banco; es decir, por conexiones de crédito.

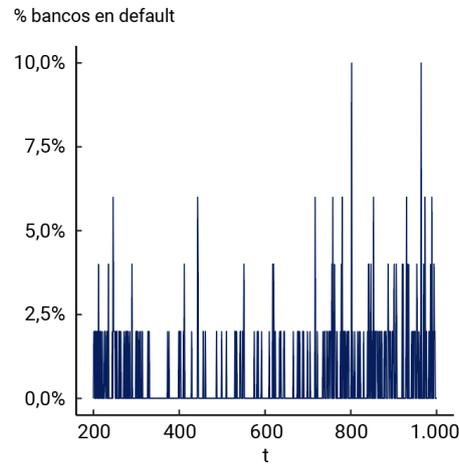
Durante el período de tiempo considerado, observamos que el porcentaje promedio de quiebras de las firmas en cada período es del 5,43% (27 empresas en quiebra), con un máximo del 8% (40 firmas) y un mínimo del 2,4% (12 firmas). La media de quiebras por contagio en cada período es 2,6, por lo tanto, la proporción de incumplimientos contagiosos, es decir, el número de incumplimientos contagiosos dividido por el número total de incumplimientos de las empresas, es 9,6%. En el escenario donde los bancos exhiben preferencia por la liquidez, la proporción de firmas que entran en quiebra es, en promedio, mayor que en el caso del escenario de referencia, mientras que el patrimonio neto se reduce significativamente.

Respecto de los bancos, se observa un patrón estable, la quiebra alcanza un máximo de 5 (10%) y una media cercana a 0. Como se puede observar en los Gráficos 4.a y 4.c, se reduce la proporción de bancos que entran en quiebra con relación al escenario de referencia. El promedio pasa de 0,38% a 0,21% y el máximo de 8,6% y 4,0%. Este resultado explica en parte, el comportamiento de preferencia por la liquidez por parte de los bancos: la tenencia de activos líquidos les permite lidiar con eventuales situaciones de *default* en un contexto incierto. Si bien el patrimonio neto de los bancos es menor que en el escenario base, en este escenario, el mismo es significativamente mayor al patrimonio neto de las firmas.

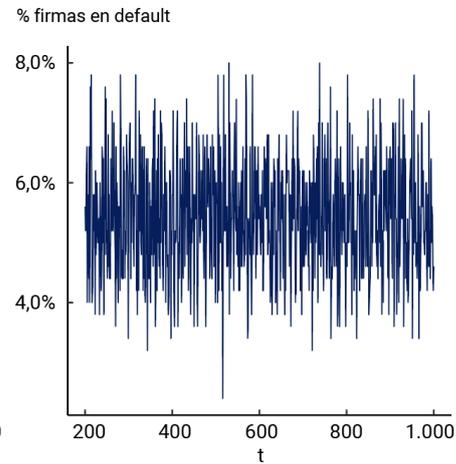
En síntesis, los resultados de las simulaciones muestran que cuando los bancos conservan liquidez y restringen así la disponibilidad de fondos para financiar proyectos productivos, la inestabilidad en el sector real puede aumentar sin tener efectos significativos en el crecimiento económico.

**Gráfico 4 | Bancos y firmas en default para los escenarios 1 y 2  
Períodos 200-1000**

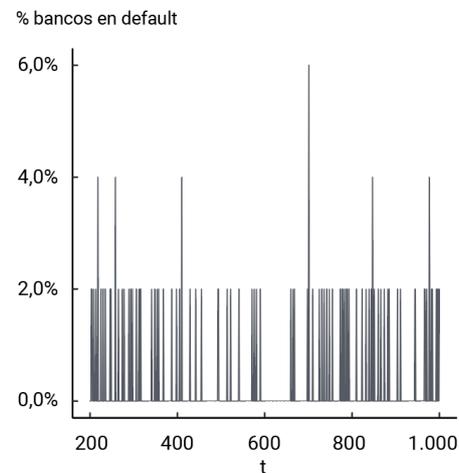
**A. Escenario 1**



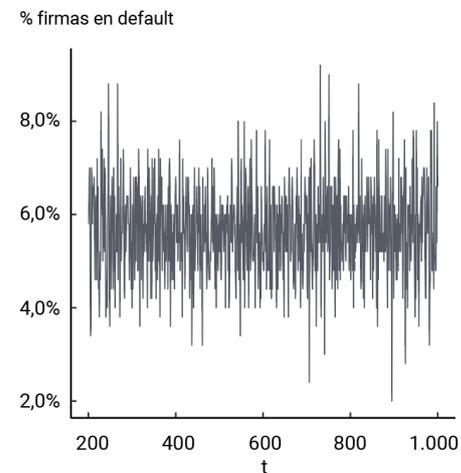
**B. Escenario 1**



**C. Escenario 2**



**D. Escenario 2**



## 4.2. Análisis de sensibilidad

Para evaluar en qué medida los resultados de las simulaciones dependen de los valores especificados para los parámetros, se realizó un análisis de sensibilidad, práctica extendida en la literatura de ABM (Tsfatsion y Judd, 2006; Delli Gatti *et al.*, 2018). Para ello, se ejecutó el modelo en el escenario de referencia cambiando el valor de un parámetro por vez, *ceteris paribus* el valor del resto, para analizar cómo se modifican los resultados. A continuación, se describen los resultados más relevantes.

Para evaluar la sensibilidad de los resultados ante cambios en los parámetros relevantes para la decisión de producción de las firmas,  $\phi_0$ ,  $\phi_1$  y  $\beta$  que pertenecen a las ecuaciones 1 y 2, se modificó el valor de  $\phi_0$  en el intervalo  $\phi$  [0,6;3], el de  $\beta$  en [0,1;0,7] y el de  $\phi_1$  en [1;2], con cambios discretos de 0,2 en todos los casos. En líneas generales, se observaron resultados similares para estos experimentos. Un aumento en la productividad (representado por estos parámetros) tiene efectos

positivos en la economía, tanto en términos de producción como de estabilidad financiera. Se observa un mayor crecimiento medio, y una disminución en el promedio de quiebras de firmas y bancos, la tasa de interés y el nivel de apalancamiento.

Respecto a los bancos, se destacan los siguientes resultados respecto a la sensibilidad del modelo ante cambios en los parámetros relevantes en la determinación tanto de la oferta como del costo del crédito. En primer lugar, consideramos el parámetro  $r_{min}$ , que representa a la tasa de política monetaria, determinada por el Banco Central, y se considera como un “piso” de la tasa que fijan los bancos para el crédito. Se modificó de 0,01 a 0,1 en saltos discretos de 0,01. A medida que  $r_{min}$  aumenta, el desvío estándar de la tasa de crecimiento se reduce, hasta que alcanza el valor 0,05; luego de este valor (es decir, para  $r_{min} \geq 0,05$ ) sigue una tendencia constante. Como es esperado, disminuye la probabilidad de quiebra de los bancos a medida que aumenta  $r_{min}$ .

Por otro lado, el parámetro  $\gamma$  representa cuánto pesa el componente específico de condición financiera del banco (en particular, el ratio de adecuación de capital) en la determinación de la tasa de interés (ecuación 12). Se modificó el valor de  $\gamma$  en el intervalo [0,005; 0,05] en saltos de 0,005 de amplitud. Aumentos de  $\gamma$  tienen un efecto positivo sobre el promedio del ratio de deuda incobrable, de la deuda total y de la probabilidad de quiebra de los bancos. Mientras que no genera efectos significativos en los valores medios de la proporción de firmas en quiebra y la tasa de crecimiento (en particular, para valores de  $\gamma \geq 0,01$ ).

El último parámetro relevante en la fijación de la tasa de interés es  $\psi$ , que representa cuánto pesa el componente específico de características de las firmas. Para el análisis de sensibilidad se modificó el valor de  $\psi$  entre 0,005 y 0,05 por intervalos discretos de 0,005. A medida que los valores de  $\psi$  crecen, el desvío estándar de la tasa de crecimiento disminuye, mientras su media se mantiene prácticamente sin cambios. Tanto la deuda total y la proporción de bancos en quiebra se reducen, mientras que no se observan cambios significativos en la proporción de firmas en quiebra.

Finalmente, se modificó el valor del requisito de adecuación del capital  $CS^*$ , establecido inicialmente en 12%. Se modificó el valor de este parámetro en el intervalo [0,04;0,22] aumentando en 0,02 cada vez. A medida que  $CS^*$  aumenta, la media de la tasa de crecimiento se reduce y el desvío estándar exhibe un comportamiento cuadrático: aumenta para los primeros valores y luego disminuye. Por otro lado, aumentos en el requisito de adecuación de capital reducen la inestabilidad financiera: disminuyen la probabilidad de quiebra de firmas y bancos, el nivel de apalancamiento y las tasas de interés. En otras palabras, el aumento de  $CS^*$  tiene un efecto estabilizador en la economía, al tiempo que disminuye la tasa de crecimiento promedio.

### 4.3. Análisis de robustez

Para evaluar la robustez de los resultados encontrados se realizaron 100 simulaciones de Monte Carlo para ambos escenarios, fijando distintas semillas. En el Cuadro 4, se presentan los resultados para el escenario base. Se observa una volatilidad aceptable entre los resultados de las distintas simulaciones. Como puede observarse, las medias de las distribuciones de las diferentes variables no presentan desvíos estándar elevados. Al igual que en los resultados del escenario de referencia,

no se observan asimetrías en términos de oferta y demanda de crédito, indicando que no existe una situación en la que los bancos ofrezcan crédito, pero las empresas no lo demanden. En síntesis, el experimento nos permite concluir que los resultados del modelo son robustos.

**Cuadro 4 | Resultados del análisis de robustez para el escenario base. Períodos 200-1000**

Variable	Medida	Mediana	Desvío	Mín.	Máx.
Deuda incobrable	Desvío	2,09%	0,83%	0,41%	5,54%
Deuda incobrable	Máximo	13,49%	5,55%	2,50%	35,84%
Deuda incobrable	Mediana	8,38%	3,30%	1,55%	21,02%
Patrimonio Neto bancos	Desvío	7.226	4.888	774	24.443
Patrimonio Neto bancos	Máximo	46.026	31.960	5.080	162.494
Patrimonio Neto bancos	Mediana	28.753	19.182	3.029	91.518
Deuda	Desvío	2.560	379	1.651	4.158
Deuda	Máximo	16.783	2.430	11.059	25.761
Deuda	Mediana	10.330	1.347	7.068	14.801
Deuda	Mínimo	3.870	1.202	259	7.519
Patrimonio Neto firmas	Desvío	5.023	5.574	2.448	25.282
Patrimonio Neto firmas	Máximo	32.905	36.251	16.717	162.145
Patrimonio Neto firmas	Mediana	19.918	22.071	10.550	86.942
Producto	Desvío	7.998	772	5.727	11.246
Producto	Máximo	52.102	4.864	40.820	71.816
Producto	Mediana	32.179	2.364	26.416	40.592
Producto	Mínimo	12.633	3.513	1.418	21.524
Tasa de interes	Desvío	1,49%	0,11%	1,15%	1,84%
Tasa de interes	Máximo	9,68%	0,64%	7,96%	12,18%
Tasa de interes	Mediana	5,99%	0,19%	5,37%	6,56%
Tasa de interes	Mínimo	2,25%	0,65%	0,89%	3,86%
Apalancamiento	Desvío	20,66%	6,55%	6,01%	34,38%
Apalancamiento	Máximo	1,33	0,43	0,40	2,24
Apalancamiento	Mediana	0,82	0,26	0,25	1,28
Apalancamiento	Mínimo	0,29	0,12	0,12	0,67
Quiebra bancos (%)	Desvío	0,98%	0,31%	0,00%	1,28%
Quiebra bancos (%)	Máximo	12,00%	0,21%	8,00%	18,00%
Quiebra bancos (%)	Mediana	0,00%	1,26%	0,00%	10,45%
Quiebra firmas (%)	Desvío	1,34%	0,26%	0,56%	2,17%
Quiebra firmas (%)	Máximo	8,73%	1,70%	3,63%	13,79%
Quiebra firmas (%)	Mediana	5,41%	0,98%	2,27%	8,39%

## 5. Estructura de la red de crédito

En esta sección se aplican herramientas de la teoría de redes para estudiar las propiedades topológicas del modelo y mostrar la relevancia de los vínculos crediticios para la dinámica económica

general. En primer lugar, se analiza la relación entre las características de la red y algunas de las variables macroeconómicas descritas en la sección previa. Finalmente, se analizan algunas características topológicas de la red de crédito simulada y la sensibilidad de las mismas frente a cambios en el parámetro  $\lambda$ , el cual es relevante en las decisiones de selección del banco prestamista por parte de las firmas (ver la ecuación 19).

## 5.1. Red y dinámica macroeconómica

Como se describió en la Sección 3.3, la red de crédito se representa como una red bipartita donde los bancos y las firmas son los nodos y los vínculos son las relaciones de crédito entre ambos tipos de agentes, como se expresa en la matriz  $S_t$ . Es posible extraer dos redes proyectadas de una red bipartita, cada una compuesta por un solo tipo de nodo. En el caso de las redes de crédito bancario, dos empresas (bancos) están conectadas en una red de crédito proyectada si comparten al menos un prestamista (prestatario). La matriz  $E_t$  representa la proyección para el caso de las firmas.

Es posible observar diferentes características de las redes; presentamos aquí las utilizadas para analizar el vínculo entre la red de crédito y la dinámica macroeconómica general (para más detalle sobre estas medidas, se puede consultar, entre otros, Heymann *et al.*, 2013; Namatame y Chen, 2016; Newman, 2018).

La primera de ellas es el **grado de un nodo**  $k_i$ , una de las medidas más utilizadas en la literatura de redes. Para un nodo  $i$ , su grado  $k_i$  es el número de vecinos, es decir, el número de nodos conectados a  $i$ :

$$k_i = \sum_{j \neq i} s_{ij} \quad (24)$$

En las redes dirigidas, es posible distinguir entre el grado interno y el grado externo del nodo  $i$ , ya que  $k_i^{out} \equiv \sum_{j \neq i} s_{ij} \neq \sum_{j \neq i} s_{ji} \equiv k_i^{in}$ . Para el caso de grafos ponderados, se utiliza como medida la **fuerza de un nodo**  $\omega_i$ , que es la extensión del concepto de grado para este tipo de redes. La fuerza se define como la suma de los pesos de todos los vínculos que parten de ese nodo:

$$\omega_i = \sum_{j \neq i} \omega_{ij} \quad (25)$$

De manera análoga a  $k_i$ , si la red es dirigida podemos distinguir entre la fuerza externa y la fuerza interna del nodo  $i$ , ya que  $\omega_i^{out} \equiv \sum_{j \neq i} \omega_{ij} \neq \sum_{j \neq i} \omega_{ji} \equiv \omega_i^{in}$ .

Dado que en este caso tenemos una red bipartita, el grado externo e interno representan, respectivamente, el número de prestatarios de un banco determinado y el número de prestamistas de una firma determinada, mientras que la fuerza externa e interna representan, respectivamente, la cantidad total de préstamos otorgados por un banco determinado y el préstamo total que recibe una firma determinada.

Otra medida relevante es la **conectividad**  $l$ , definida como el número de enlaces en la red:

$$l = \sum_i d_i \equiv \sum_i d_i \quad (26)$$

Ponderando la conectividad por el número máximo posible de enlaces se obtiene la **densidad**  $\rho$  de la red, que en el caso bipartito es:

$$\rho = \frac{I}{IZ} \quad (27)$$

donde  $I = |B|$  y  $Z = |F|$ . A su vez, la mayoría de los nodos en una red están conectados por una ruta, es decir, una secuencia de nodos donde cada uno de ellos está vinculado con el siguiente nodo en la secuencia. En este caso, se dice que la red tiene una **Componente Gigante**, lo que significa que la mayoría de los nodos se encuentran en un solo componente conectado, definido como un subgrafo máximo conectado de la red.<sup>22</sup> Luego podemos calcular la porción  $ng$  de nodos incluidos en este subgrafo.

Una medida relacionada, es la **distancia**  $d_{ij}$  entre dos nodos  $i$  y  $j$ , definida como el mínimo número de vínculos o conexiones que es necesario recorrer para unir ambos nodos. Al valor máximo de  $d_{ij}$  en la red se la denomina diámetro, mientras que al valor medio se lo denomina distancia característica o promedio. Si  $i$  y  $j$  no están conectados, se establece  $d_{ij} = +\infty$ , por lo que la distancia promedio  $d$  puede calcularse solo para los componentes conectados de la red (diverge si el grafo es desconexo).

También puede calcularse el **coeficiente de agrupación** o *clustering*  $c_i$  para la red proyectada, el cual constituye una medida de cuán integrado es el vecindario de un nodo. El coeficiente de agrupación de un nodo  $i$  es la proporción de sus vecinos que son, al mismo tiempo, vecinos entre ellos:

$$c_i = \frac{\sum_{h \neq j} S_{ij} a_{ih} S_{jh}}{k_i(k_i - 1)}, \quad (28)$$

donde el numerador es el número de vínculos que unen entre sí a los vecinos del nodo  $i$ , excluyendo a este último. La agrupación suele asociarse con estructuras locales heterogéneas y vecindarios en redes complejas. En muchas redes sociales encontramos que si el nodo  $i$  está vinculado al nodo  $j$  y el nodo  $j$  al nodo  $h$ , entonces existe una probabilidad bastante alta de que  $i$  y  $h$  también estén vinculados. Esta propiedad, por lo tanto, mide el número de "triángulos" en la red.

Por otro lado, un indicador de **centralidad del nodo**  $B_i$  en la red puede ser de utilidad como medida de la relevancia de un nodo en la estructura general del grafo. Puede definirse de la siguiente manera:

---

<sup>22</sup> Dos nodos  $i$  y  $j$  se dicen conectados si la red contiene un vínculo de  $i$  a  $j$ . Un subgrafo de la red se dice que está conectado si contiene solamente nodos conectados.

$$B_i = \sum_{j,k;j \neq k} \frac{n_{jk}(i)}{n_{jk}} \quad (29)$$

donde  $n_{jk}$  es el número total de caminos mínimos que conectan los nodos  $j$  y  $k$  y  $n_{jk}(i)$  es el número de caminos mínimos que unen los nodos  $j$  y  $k$  que pasan por el nodo  $i$ . De esta manera, la centralidad expresa el número de caminos mínimos que unen entre sí a dos elementos cualesquiera de la red que deben pasar necesariamente por el nodo  $i$ .

Por último, se incluye una medida de **concentración**  $\Sigma^2$  para la red de crédito bipartita. Esta medida se obtiene a partir de la matriz normalizada  $M = D_{out}^{-1/2} W D_{in}^{-1/2}$ , donde  $D$  es la diagonal de la matriz con elementos  $w_1, w_2, \dots, w_n$ . Específicamente, la medida de concentración se obtiene como:

$$\Sigma^2(M) \equiv \sum_{i=2}^r \sigma_i^2 \quad (30)$$

donde  $\sigma_i^2$  son los valores singulares de la matriz  $M$  ordenados de mayor a menor, empezando por el segundo más grande.

En los Cuadros 5 y 6 se presentan medidas de correlación entre las características descritas de la red simulada y las principales variables económicas del modelo; las cuales se encuentran en línea con las expectativas teóricas.

De los resultados se desprende una correlación positiva entre la producción y el patrimonio neto de las firmas y las medidas de conectividad ( $l$ ) y densidad de la red ( $\rho$ ), lo cual se observa tanto en el caso de la red de crédito bipartita, como en el de la red proyectada. Este resultado indica que el crecimiento de la actividad económica está relacionado con una mayor densidad y conectividad en la red de crédito. Es decir, en un contexto de crecimiento con mejoras en el patrimonio neto de las firmas, se reduce la probabilidad de que una empresa entre en quiebra, los bancos están más dispuestos a prestar y, por lo tanto, aumenta el número de vínculos crediticios entre ambos agentes. Al incrementar la densidad de la red, se reduce el número de subgrafos disjuntos y los mismos aumentan su tamaño.

**Cuadro 5 | Correlación por pares entre variables económicas y de red bipartita. Valor crítico al 5% = 0,0693**

Variable	Conectividad	Densidad	Comp.G	Distancia media	Concentración
Producción	0,3216	0,3415	0,0101	0,3109	-0,5017
Patrimonio de las firmas	0,2015	0,1999	0,021	0,1966	-0,2989
Patrimonio de los bancos	0,0103	0,0092	-0,0199	0,0231	-0,0163
Default firmas	-0,1295	-0,1416	-0,0612	-0,0155	0,4273
Default bancos	-0,0006	0,0196	-0,0206	0,0916	0,5184

**Cuadro 6 | Correlación por pares entre variables económicas y de red proyectada. Valor crítico al 5% = 0,0693**

Variable	Conectividad	Densidad	Comp.G	Distancia media	Clustering
Producción	0,2362	0,2151	-0,0083	-0,1854	0,3174
Patrimonio de las firmas	0,2014	0,1974	0,0021	-0,1564	0,2043
Patrimonio de los bancos	-0,0587	-0,0542	-0,0561	-0,0021	0,1958
Default firmas	-0,1247	-0,1943	-0,0382	0,1243	-0,0212
Default bancos	-0,0705	-0,0213	-0,3471	0,013	0,1425

Respecto a la distancia entre nodos, el resultado anterior genera dos efectos opuestos. Por un lado, los subgrafos conectan más nodos distantes y, por el otro, el creciente número de vínculos da como resultado una distancia más corta entre ellos. En consecuencia, con el crecimiento de la actividad económica la distancia característica: (i) aumenta en la red bipartita (ver el Cuadro 5) y (ii) se reduce en la red proyectada (ver el Cuadro 6). Esto último tiene sentido, ya que el crecimiento de la actividad económica fomenta las relaciones de crédito y, por lo tanto, más firmas comparten más bancos prestamistas y viceversa. Al mismo tiempo, este resultado puede observarse en el incremento del indicador de agrupación promedio entre nodos de la red proyectada. El efecto contrario se observa cuando la actividad económica se encuentra en una fase descendente: crece la morosidad de las firmas, los bancos comienzan a restringir el crédito y, por lo tanto, se reduce la densidad de la red, como lo demuestran las correlaciones entre la quiebra de las firmas y las variables de red analizadas.

Al mismo tiempo, se observa una correlación negativa entre la actividad económica, medida por la producción y el patrimonio neto de las firmas, y el grado de concentración en la red de crédito. Aquí puede interpretarse tanto que una mayor densidad en la red implica una menor concentración en el mercado de crédito, como el vínculo causal inverso, es decir, que un mercado de crédito menos concentrado contribuye a generar un entorno económico más sólido.

En el caso de los bancos, si bien la quiebra no afecta a la densidad general de la red dado que las empresas demandantes de crédito pueden buscar financiamiento en otros bancos, esta variable muestra una correlación negativa y elevada con el tamaño de la componente gigante, resultado válido para ambas redes consideradas en el análisis. Al mismo tiempo, la probabilidad de quiebra de los bancos se encuentra positivamente correlacionada con la distancia promedio entre nodos

y con los indicadores de centralidad y concentración. En este sentido, la quiebra de los bancos es un elemento relevante dado que pueden dar lugar a un mercado de crédito más fraccionado, con grupos pequeños y con mayores distancias entre ellos. Respecto a la relación entre la quiebra de los bancos y el grado de concentración en la red, puede interpretarse de dos formas: (i) por un lado, al entrar en quiebra un banco, las firmas con demanda de crédito positiva buscarán a un nuevo banco para obtener financiamiento, como buscan a aquellos bancos que ofrezcan las mejores condiciones, estos serán los más grandes; (ii) por otro lado, un mercado de crédito más concentrado podría contribuir en la generación de dificultades para los bancos de menor tamaño, incrementando la probabilidad de quiebra. Sería conveniente mencionar que no se está considerando en este modelo un mecanismo de “rescate” a los bancos y la salida de una de estas instituciones del mercado puede interpretarse también como esta operación o una adquisición.

Finalmente, en el caso del apalancamiento de las firmas se observa una correlación positiva con la concentración en la red. Este resultado, que se mantiene tanto en la red bipartita como en la red proyectada, indica que, a una mayor demanda de crédito, son los bancos más grandes los que incrementan la exposición, mientras que los bancos más chicos restringen el crédito a las firmas con niveles de apalancamiento elevados. A su vez, el apalancamiento está correlacionado negativamente con la densidad y conectividad en la red y positivamente con el coeficiente de agrupamiento promedio en el caso de la red proyectada. Este resultado, refleja que un nivel creciente en el apalancamiento de las firmas está asociado a una mayor concentración en el mercado de crédito bancario. En este contexto, mientras los bancos más grandes aumentan el número de clientes y, en consecuencia, se encuentran más conectados entre sí; los bancos de menor tamaño reducen su participación e influencia en el mercado. Una vez más, la causalidad puede entenderse de la siguiente manera: la concentración en el mercado bancario podría acoplar el creciente apalancamiento.

## 5.2. Topología de la red y sensibilidad al parámetro $\lambda$

En esta sección se analiza la estructura de la red de crédito emergente del modelo presentado, en particular, respecto a tres características: (i) distribución de grados de los bancos, (ii) distribución de grado de los créditos otorgados por los bancos y (iii) distribución de grado de los créditos recibidos por las firmas.

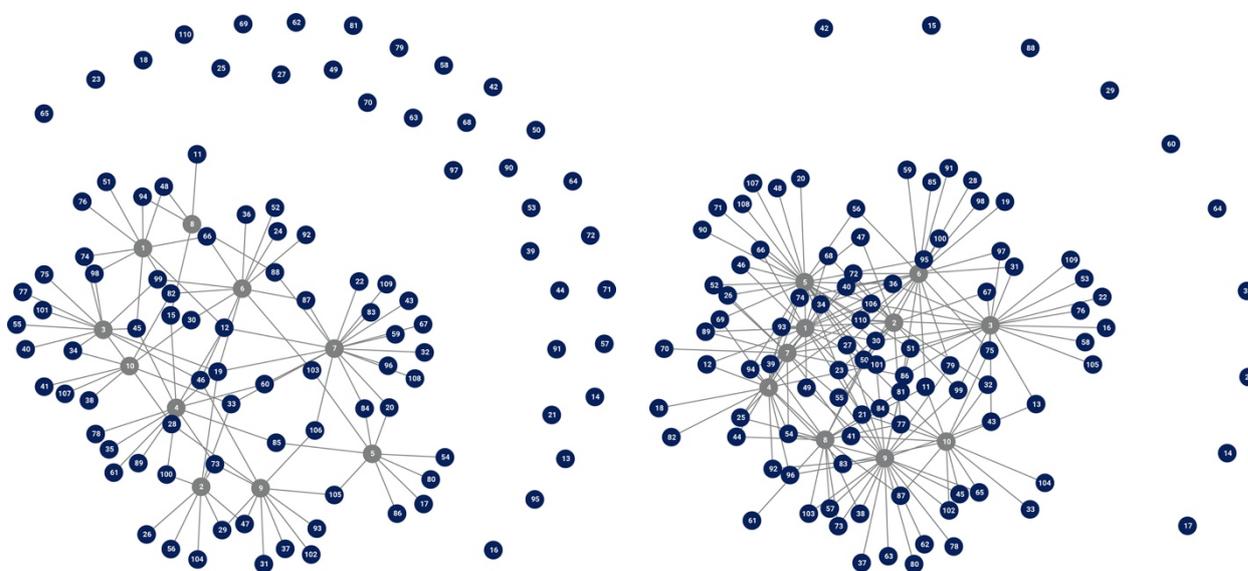
La estructura de la red se mantiene relativamente estable a lo largo de los períodos tanto en el escenario base como en el escenario alternativo. En ambos casos, la distribución de grados de la red de crédito tiende a una ley de potencias (*power law*). Es decir, el modelo reproduce una estructura de red específica llamada de libre escala (*scale-free*). En este tipo de red, la probabilidad  $p(k)$  de que un nodo de la red esté conectado con  $k$  nodos es proporcional a  $k^{-\alpha}$ . En otras palabras, la distribución de grados sigue una ley de potencias, patrón que tiene implicancias para la estructura y dinámica de sistemas complejos. En particular, hay un grupo reducido de nodos que están altamente conectados, es decir, poseen un gran número de vínculos con otros nodos, mientras que el grado de conexión medio es bastante bajo. Menores valores de alfa indican una red más concentrada.

La distribución de grados de los bancos se vuelve asimétrica con el tiempo como consecuencia del mecanismo de interacción entre firmas y bancos (ver el Gráfico 5). Los prestamistas financieramente sólidos pueden ofrecer crédito en mejores condiciones y, por lo tanto, aumentar su participación de mercado; lo contrario es cierto para los agentes financieramente frágiles. Como consecuencia, los sectores productivo y bancario se polarizan y la distribución de grados se vuelve asimétrica. Más específicamente, la distribución del crédito otorgado por los bancos resulta ser más sesgada que la distribución de grados de los bancos, pero menos que la distribución de las deudas de las firmas. De esta manera, se observa un mercado de crédito concentrado en torno a los bancos más grandes y al que acceden las firmas financieramente más sólidas. Esta concentración crece en el escenario donde los bancos restringen el crédito como consecuencia de preferencias por la liquidez. Al mismo tiempo, en este escenario existe una mayor proporción de firmas autofinanciadas respecto al escenario base, como se puede apreciar en el Gráfico 5.

**Gráfico 5 | Representación de la red de crédito emergente, tomando 100 firmas y 10 bancos**

**Escenario 1**

**Escenario 2**



Esto puede observarse en el Cuadro 7, donde se presentan estadísticas descriptivas del exponente  $\alpha$  de la ley de potencia  $p(k) \propto k^{-\alpha}$  ajustada en la cola derecha de las distribuciones simuladas para ambos escenarios. La distribución de grados de los bancos y de los créditos otorgados es más sesgada, es decir, tiene un menor  $\alpha$ , en el caso del escenario 2. La asimetría de los créditos otorgados es mayor en el escenario 1. No ocurre lo mismo en el caso de la distribución de los créditos recibidos por las firmas: no difieren significativamente entre escenarios.

**Cuadro 7 | Media, mínimo y máximo valor de  $\alpha$ . Escenarios 1 y 2, períodos 200-1000**

$\alpha$	Escenario 1			Escenario 2		
	Media	Máximo	Mínimo	Media	Máximo	Mínimo
Grados bancos	2,86	3,17	2,41	1,79	1,99	1,24
Creditos otorgados bancos	2,03	2,39	1,31	1,41	1,86	1,06
Creditos recibidos firmas	1,92	2,49	1,26	1,82	2,17	1,21

En el siguiente apartado se presenta un análisis de sensibilidad del parámetro  $\lambda$ , central en la determinación de la estructura de la red de crédito, cambios en el valor de este parámetro permitirán modificar la estructura de la red de crédito bancario simulada.

### 5.2.1. Sensibilidad al parámetro $\lambda$

La ecuación 19 resulta central en la formación de vínculos crediticios y, por lo tanto, en la forma que adquiere la estructura de la red de crédito bancario. El parámetro  $\lambda$ , es clave, ya que determina la propensión de una firma a cambiar de un prestamista a otro, en función de cuál ofrece las mejores condiciones para el crédito. Así, un mayor valor de este parámetro implica una mayor probabilidad para las firmas de cambiar el banco con el cual tienen una relación de crédito, mientras que un menor valor de  $\lambda$ , reduce dicha probabilidad.

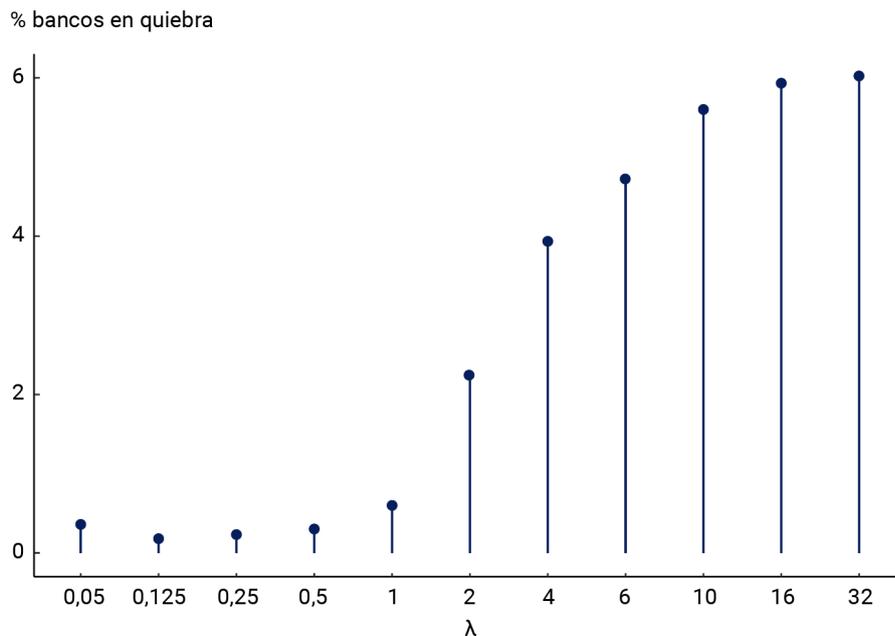
En el análisis realizado previamente para los dos escenarios estudiados, se calibró un valor de  $\lambda$  igual a 1. De análisis de sensibilidad efectuado, encontramos que todas las características del ciclo económico que se observan en la simulación del modelo de referencia se mantienen cuando se modifica el valor de  $\lambda$ . Cambios en este parámetro no tienen efectos significativos en la distribución de la deuda de las firmas, lo cual se explica por el hecho de que la demanda de crédito de las firmas está determinada por mecanismos económicos que son independientes al parámetro  $\lambda$  en la formación de la red de crédito (ver el Cuadro 8). Lo opuesto sucede con la topología de red bancaria, ya que la misma exhibe cambios significativos a medida que el valor de  $\lambda$  se modifica, como se puede apreciar en el Cuadro 8. Más específicamente, cuando  $\lambda$  pasa de 1 a 4 el mecanismo explicado previamente que da lugar a la distribución sesgada a la derecha para el grado  $k$  de los bancos se profundiza y el exponente  $\alpha$  de la distribución simulada disminuye. Como consecuencia, el crédito otorgado por los bancos presenta también una asimetría positiva creciente y un exponente  $\alpha$  decreciente en el valor de  $\lambda$ . En otras palabras, a medida que la propensión de las firmas a cambiar de banco aumenta, crece la concentración del mercado crediticio hacia los bancos más grandes, es decir, aquellos que pueden ofrecer mejores condiciones crediticias.

**Cuadro 8 | Media de  $\alpha$  para distintos valores de  $\lambda$  Escenarios 1 y 2, períodos 200-1000**

$\lambda$	0,5	1	2	3	4	6	10	16
$\alpha$ Grados bancos	2,91	2,86	2,39	2,06	1,78	1,71	1,7	1,72
$\alpha$ Creditos otorgados bancos	2,1	2,03	1,67	1,42	1,25	1,23	1,25	1,29
$\alpha$ Creditos recibidos firmas	1,94	1,92	1,9	1,89	1,87	1,86	1,88	1,9

El análisis de sensibilidad muestra que  $\lambda$  tiene un impacto económico porque está positivamente relacionado con el número de quiebras en el sector financiero. En particular, este número aumenta en gran medida para valores de  $\lambda$  de 1 a 10, como se muestra en el Gráfico 6. Un banco con una deuda incobrable aumenta su tasa de interés y, por lo tanto, sus deudoras probablemente cambiarán a otros bancos más sólidos financieramente que cobran tasas de interés más bajas. Luego, el banco que recibe el *shock* negativo inicial termina con un número reducido de clientes y, en consecuencia, con una cartera de crédito menos diversificada. Sumado al patrimonio neto reducido, esta situación lleva al banco en cuestión a una mayor probabilidad de quiebra. En este contexto, las dificultades de los bancos son tanto una causa como un efecto del aumento de la concentración del mercado.

**Gráfico 6 | Porcentaje promedio de bancos en quiebra según valor de  $\lambda$ , períodos 200-1000. Escenario de referencia**



## 6. Conclusiones

En el presente trabajo se estudia un modelo basado en agentes (ABM, por sus siglas en inglés) con el objetivo de analizar el rol potencialmente desestabilizador que juegan los bancos en el sistema económico en contextos de incertidumbre, en línea con la hipótesis de inestabilidad financiera de Minsky (1986), y analizar la estructura de la red de crédito que emerge endógenamente del mismo. En particular, se reprodujeron dos estrategias en la determinación de la oferta de crédito por parte de los bancos. Se consideraron dos escenarios. Uno en el que los bancos sólo destinan sus fondos a financiar proyectos productivos de las firmas; consideran básicamente el ratio de adecuación del capital para la fijación tanto del nivel como del costo del crédito y restringen el crédito sólo a firmas con problemas de liquidez. En el segundo escenario, los bancos pueden adquirir un activo financiero; es decir, distribuyen los fondos disponibles entre el mercado de crédito y el mercado financiero. Se supone que tienen un objetivo de cobertura de liquidez, el cual se incrementa cuando forman expectativas pesimistas respecto de la evolución de la actividad económica. En consecuencia, los bancos racionan el

crédito cuando no alcanzan sus objetivos de liquidez. Respecto a la fijación de la tasa de interés, el mecanismo es el mismo en ambos escenarios. Los bancos tienen en cuenta tanto la situación financiera de la firma demandante como la propia solidez financiera para determinar el costo del crédito.

Las propiedades dinámicas del modelo son coherentes con el análisis de Minsky. Los cambios en las estrategias de fijación de la oferta de crédito por parte de los bancos pueden tener efectos notables y, de hecho, aumentar la inestabilidad en el sector real de la economía. A medida que los bancos restringen el crédito a las firmas y reasignan recursos al sector financiero, aumenta el número de firmas que no pueden cumplir con sus compromisos previos y crece la proporción de ellas que salen del mercado. En este sentido, los resultados de las simulaciones realizadas muestran un efecto negativo sobre la actividad económica cuando los bancos destinan fondos al mercado financiero, es decir, cuando existe una reasignación de recursos desde la economía real al sector financiero. Estos resultados son consistentes con lo que encuentra la literatura relacionada (Delli Gatti *et al.*, 2010; Riccetti *et al.*, 2016; Di Guilmi *et al.*, 2020).

Por otro lado, aplicamos las herramientas de la teoría de redes para estudiar las propiedades topológicas del modelo y mostrar la relevancia de las interconexiones crediticias para la dinámica económica general. Los resultados destacan que la estructura de la red de crédito es relevante en la propagación de las dificultades financieras y para explicar las fluctuaciones del producto. En particular, el crecimiento económico se asocia a una mayor densidad y conectividad y menor nivel de concentración en el mercado de crédito. Es decir, una economía con mayor acceso al crédito: un mejor entorno económico reduce la probabilidad de quiebra para las firmas y, por lo tanto, el número de vínculos aumenta y la red está más conectada. Esto “acerca” a los bancos entre sí ya que comparten más prestatarios. No obstante, con el aumento de la producción crece el apalancamiento, el cual se encuentra asociado a una mayor concentración del sector bancario. Finalmente, la probabilidad de que un banco entre en quiebra, se encuentra positivamente correlacionada con la distancia promedio entre nodos y con los indicadores de centralidad y concentración de la red.

En líneas generales, el estudio contribuye a la literatura de ABM que representan los vínculos entre el sistema financiero y el lado real de la economía, centrando el análisis en el comportamiento de los bancos. En términos de política económica, el modelo permite extraer conclusiones respecto a algunos de los factores que afectan a la estabilidad financiera. En particular, un requerimiento de liquidez en aquellas economías donde es operativo tendría un efecto estabilizador en el sistema bancario ya que incrementa la solidez financiera de estas unidades. Pero en aquellas economías con un mercado de crédito pequeño y bajos niveles de acceso al crédito bancario por parte del sector productivo, tendría efectos negativos sobre la economía real. Este resultado tiene implicancias para la formulación de políticas económicas, porque señala la importancia de considerar las características particulares de las economías al diseñar la regulación financiera: la misma regla podría ser útil en un país, pero no tanto (e incluso perjudicial) en otro.

El modelo puede ser extendido en múltiples direcciones que permitan una mejor representación de la economía. En primer lugar, puede considerarse la incorporación del mercado interbancario para representar la demanda y oferta de liquidez de los bancos. Esto permitiría tener una representación más realista del proceso de contagio de riesgo sistémico en el sistema financiero. Por otro

lado, la inclusión de los hogares y, por lo tanto, de un mecanismo de formación endógena de precios en el mercado de bienes, podría permitir representar un sector productivo más acorde a la realidad e incorporar los efectos del crédito al consumo en el análisis. Otros desarrollos podrían estudiar con mayor detalle los vínculos en las hojas de balances entre distintas firmas y bancos para analizar centralmente la dinámica de la quiebra y el contagio. Por último, podría realizarse una representación más sofisticada de las posibilidades de inversión financiera de los bancos y de las decisiones de racionamiento del crédito por preferencia por la liquidez, así como también de la formación de expectativas de los bancos. Esto último podría realizarse, por ejemplo, mediante un algoritmo genético.

## Referencias

- Allen, F., y Gale, D. (2000); "Bubbles and crises", *Economic Journal*, 110(460), pp. 236-255.
- Aoyama, H. (2014); "Systemic risk in Japanese credit network", en *Econophysics of Agent-Based Models*, Springer, pp. 219-228.
- Aymanns, C., Caccioli, F., Farmer, J. D., y Tan, V. W. (2016); "Taming the Basel leverage cycle", *Journal of Financial Stability*, 27, pp. 263-277.
- Bardoscia, M., Battiston, S., Caccioli, F., y Caldarelli, G. (2017); "Pathways towards instability in financial networks", *Nature Communications*, 8(1), pp. 1-7.
- Bargigli, L., y Gallegati, M. (2011); "Random digraphs with given expected degree sequences: A model for economic networks", *Journal of Economic Behavior & Organization*, 78(3), pp. 396-411.
- Battiston, S., Delli Gatti, D., Gallegati, M., Greenwald, B., y Stiglitz, J. E. (2012); "Default cascades: When does risk diversification increase stability?", *Journal of Financial Stability*, 8(3), pp. 138-149.
- Bebczuk, R. N. (2010); *Acceso al financiamiento de las PyMEs en Argentina: Estado de situación y propuestas de política*, CEPAL.
- Bernanke, B. (1989); "Agency costs, net worth and business fluctuations", *American Economic Review*, 79(1).
- Bernanke, B., y Blinder, A. S. (1992); "The federal funds rate and the transmission of monetary policy", *American Economic Review*, 82(4), pp. 901-21.
- Bernanke, B., y Gertler, M. (1990); "Financial fragility and economic performance", *Quarterly Journal of Economics*, 105(1), pp. 87-114.
- Bernanke, B., y Blinder, A. S. (1988); "Is it money or credit, or both, or neither? Credit, money, and aggregate demand", *American Economic Review*, 78(2), pp. 435-439.
- Bernanke, B. S., Gertler, M., y Gilchrist, S. (1996); "The flight to quality and the financial accelerator", *Review of Economics and Statistics*, 78(1), pp. 1-15.
- Caccioli, F., Farmer, J. D., Foti, N., y Rockmore, D. (2015); "Overlapping portfolios, contagion, and financial stability", *Journal of Economic Dynamics & Control*, 51, pp. 50-63.
- Caiani, A., Godin, A., Caverzasi, E., Gallegati, M., Kinsella, S., y Stiglitz, J. E. (2016); "Agent based-stock flow consistent macroeconomics: Towards a benchmark model", *Journal of Economic Dynamics & Control*, 69, pp. 375-408.

Caverzasi, E. (2014); "Minsky and the subprime mortgage crisis: The financial instability hypothesis in the era of financialization", Levy Economics Institute, Working Paper, 796.

Cont, R., Moussa, A., y Santos, E. B. (2012); "Network structure and systemic risk in banking systems", en Fouque, J.P., Langsam, J. (Eds.), *Handbook of Systemic Risk*, Cambridge University Press, New York.

Céspedes, J., González, M., y Molina Manzano, C. (2010); "Ownership and capital structure in Latin America", *Journal of Business Research*, 63(3), pp. 248-254.

Dawid, H., y Delli Gatti, D. (2018); "Agent-based macroeconomics", en *Handbook of Computational Economics*, Vol. 4, Elsevier, pp. 63-156.

De Masi, G., Fujiwara, Y., Gallegati, M., Greenwald, B., y Stiglitz, J. E. (2011); "An analysis of the Japanese credit network", *Evolutionary and Institutional Economics Review*, 7(2), pp. 209-232.

De Masi, G., y Gallegati, M. (2012); "Bank-firms' topology in Italy", *Empirical Economics*, 43(2), pp. 851-866.

Delli Gatti, D., Desiderio, S., Gaffeo, E., Cirillo, P., y Gallegati, M. (2011); *Macroeconomics from the Bottom-Up*, Vol. 1, Springer Science & Business Media.

Delli Gatti, D., Di Guilmi, C., Gaffeo, E., Giulioni, G., Gallegati, M., y Palestrini, A. (2005); "A new approach to business fluctuations: heterogeneous interacting agents, scaling laws and financial fragility", *Journal of Economic Behavior & Organization*, 56(4), pp. 489-512.

Delli Gatti, D., Fagiolo, G., Gallegati, M., Richiardi, M., y Russo, A. (2018); *Agent-Based Models in Economics: A Toolkit*, Cambridge University Press.

Delli Gatti, D., Gaffeo, E., Gallegati, M., Giulioni, G., Kirman, A., Palestrini, A., y Russo, A. (2007); "Complex dynamics and empirical evidence", *Information Sciences*, 177(5), pp. 1204-1221.

Delli Gatti, D., Gallegati, M., Greenwald, B., Russo, A., y Stiglitz, J. E. (2010); "The financial accelerator in an evolving credit network", *Journal of Economic Dynamics & Control*, 34(9), pp. 1627-1650.

Delli Gatti, D., Palestrini, A., Gaffeo, E., Giulioni, G., y Gallegati, M. (2008); *Emergent Macroeconomics: An Agent-Based Approach to Business Fluctuations*, Springer.

Denbee, E., Julliard, C., Li, Y., y Yuan, K. (2018); "Network risk and key players: A structural analysis of interbank liquidity", Technical Report, Bank of England Working Paper.

D'Erasmus, P., Moscoso Boedo, H., Olivero, M. P., y Sangiácomo, M. (2020); "Relationship networks in banking around a sovereign default and currency crisis", *IMF Economic Review*, 68(3), pp. 584-642.

Di Guilmi, C. (2017); "The agent-based approach to post Keynesian macro-modeling", *Journal of Economic Surveys*, 31(5), pp. 1183-1203.

Di Guilmi, C., Gallegati, M., Landini, S., y Stiglitz, J. (2020); "An analytical solution for network models with heterogeneous and interacting agents", *Journal of Economic Behavior & Organization*, 171, pp. 189-220.

Dosi, G. y Roventini, A. (2019); "More is different... and complex! The case for agent-based macroeconomics", *Journal of Evolutionary Economics*, 29(1), pp. 1-37.

Dow, A. C., y Dow, S. C. (1989); "Endogenous money creation and idle balances", en *New Directions in post-Keynesian Economics*, Pheby, J. (Ed.), Edward Elgar Aldershot.

Eboli, M. (2019); "A flow network analysis of direct balance-sheet contagion in financial networks", *Journal of Economic Dynamics & Control*, 103(C), pp. 205-233.

Elosegui, P., y Montes-Rojas, G. (2020); "Network effects in interbank markets of call and repo in Argentina", *Ensayos Económicos*, 1(75), pp. 50-81.

Elsinger, H., Lehar, A., y Summer, M. (2006); "Risk assessment for banking systems", *Management Science*, 52(9), pp. 1301-1314.

European Central Bank (2010); "Recent advances in modelling systemic risk using network analysis". <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/modellingsystemicrisk012010en.pdf>.

Ferri, P., y Minsky, H. P. (1992); "Market processes and thwarting systems", *Structural Change and Economic Dynamics*, 3(1), pp. 79-91.

Forte, F. D. (2019); "Network topology of the argentine interbank money market", Economic Research Working Papers N° 87, Banco Central de la República Argentina.

Gai, P., y Kapadia, S. (2010); "Contagion in financial networks", *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 466(2120), pp. 2401-2423.

Gai, P., y Kapadia, S. (2019); "Networks and systemic risk in the financial system", *Oxford Review of Economic Policy*, 35(4), pp. 586-613.

Gallegati, M., Keen, S., Lux, T., y Ormerod, P. (2006); "Worrying trends in econophysics", *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 370(1), pp. 1-6, Econophysics Colloquium.

Georg, C.-P. (2011); "The effect of the interbank network structure on contagion and common shocks", Deutsche Bundesbank Discussion Paper Series 2 N° 12.

Greenwald, B. C., y Stiglitz, J. E. (1993); "Financial market imperfections and business cycles", *Quarterly Journal of Economics*, 108(1), pp. 77-114.

Heymann, D., Perazzo, R., y Zimmermann, M. (2013); *Economía de Fronteras Abiertas: Exploraciones en Sistemas Sociales Complejos*, Teseo.

Iori, G., Jafarey, S., y Padilla, F. G. (2006); "Systemic risk on the interbank market", *Journal of Economic Behavior & Organization*, 61(4), pp. 525-542.

Jackson, M. O. (2007); "The study of social networks in economics", en *The Missing Links: Formation and Decay of Economic Networks*, Rauch, J. (ed.), Russel Sage Foundation, pp 19-43.

Kant, S., y Dhal, S. C. (2019); "Network analysis of NEFT transactions in India", Technical report, Reserve Bank of India.

Kavonius, I. K., y Castrén, O. (2009); "Balance sheet interlinkages and macro-financial risk analysis in the euro area", ECB Working Paper.

Keynes, J. M. (1930); *Treatise on Money*, Macmillan.

Keynes, J. M. (1936); *The General Theory of Interest, Employment and Money*, London: MacMillan.

Kiyotaki, N., y Moore, J. (1997); "Credit cycles", *Journal of Political Economy*, 105(2), pp. 211-248.

Kwon, O., Yun, S.-g., Han, S. H., Chung, Y. H., y Lee, D. H. (2018); "Network topology and systemically important firms in the interfirm credit network", *Computational Economics*, 51(4), pp. 847-864.

Lavoie, M. (2009); *Introduction to Post-Keynesian Economics*, Springer.

Lavoie, M. (2014); *Post-Keynesian Economics: New Foundations*, Edward Elgar Publishing.

Lavoie, M., y Seccareccia, M. (2001); "Minsky's financial fragility hypothesis: A missing macroeconomic link", *Financial Fragility and Investment in the Capitalist Economy: The Economic Legacy of Hyman Minsky*, 2, pp. 76-96.

León, C., Machado, C., y Sarmiento, M. (2014); "Identifying central bank liquidity super-spreaders in interbank funds networks", Banco de la República Borradores de Economía N° 816.

Maquieira, C. P., Preve, L. A., y Sarria-Allende, V. (2012); "Theory and practice of corporate finance: Evidence and distinctive features in Latin America", *Emerging Markets Review*, 13(2), pp. 118-148.

Martinez Peria, M. S., y Mody, A. (2004); "How foreign participation and market concentration impact bank spreads: Evidence from Latin America", *Journal of Money, Credit and Banking*, 36(3), pp. 511-537.

Mazzarisi, P., Barucca, P., Lillo, F., y Tantari, D. (2020); "A dynamic network model with persistent links and node-specific latent variables, with an application to the interbank market", *European Journal of Operational Research*, 281(1), pp. 50-65.

Minsky, H. P. (1964); "Longer waves in financial relations: financial factors in the more severe depressions", *American Economic Review*, 54(3), pp. 324-335.

Minsky, H. P. (1976); *John Maynard Keynes*, Springer.

Minsky, H. P. (1981); *Can It Happen Again? Essays on Instability and Finance*, Routledge.

Minsky, H. P. (1986); *Stabilizing an Unstable Economy*, McGraw-Hill Education.

Mistrulli, P. E. (2011); "Assessing financial contagion in the interbank market: Maximum entropy versus observed interbank lending patterns", *Journal of Banking & Finance*, 35(5), pp. 1114-1127.

Montagna, M., y Lux, T. (2017); "Contagion risk in the interbank market: A probabilistic approach to cope with incomplete structural information", *Quantitative Finance*, 17(1), pp. 101-120.

Namatame, A., y Chen, S.-H. (2016); *Agent-Based Modeling and Network Dynamics*, Oxford University Press.

Newman, M. (2018); *Networks*, Oxford University Press.

Riccetti, L., Russo, A., y Gallegati, M. (2013); "Leveraged network-based financial accelerator", *Journal of Economic Dynamics & Control*, 37(8), pp. 1626-1640.

Riccetti, L., Russo, A., y Gallegati, M. (2016); "Stock market dynamics, leveraged network-based financial accelerator and monetary policy", *International Review of Economics & Finance*, 43(C), pp. 509-524.

Russo, A., Catalano, M., Gaffeo, E., Gallegati, M., y Napoletano, M. (2007); "Industrial dynamics, fiscal policy and R&D: Evidence from a computational experiment", *Journal of Economic Behavior & Organization*, 64(3-4), pp. 426-447.

Saunders, A., y Schumacher, L. (2000); "The determinants of bank interest rate margins: an international study", *Journal of International Money and Finance*, 19(6), pp. 813-832.

Schularick, M., y Taylor, A. M. (2012); "Credit booms gone bust: Monetary policy, leverage cycles, and financial crises, 1870-2008", *American Economic Review*, 102(2), pp. 1029-61.

Sornette, D. (2017); *Why Stock Markets Crash: Critical Events in Complex Financial Systems*, Princeton University Press.

Stiglitz, J., y Greenwald, B. (2003); *Towards a New Paradigm in Monetary Economics*, Cambridge University Press.

Tedeschi, G., Recchioni, M. C., y Berardi, S. (2019); "An approach to identifying micro behavior: How banks' strategies influence financial cycles", *Journal of Economic Behavior & Organization*, 162, pp. 329-346.

Temizsoy, A., Iori, G., y Montes-Rojas, G. (2017); "Network centrality and funding rates in the e-mid interbank market", *Journal of Financial Stability*, 33, pp. 346-365.

Tesfatsion, L., y Judd, K. L. (2006); *Handbook of Computational Economics: Agent-based Computational Economics*, Elsevier.

Wagner, W. (2011); "Systemic liquidation risk and the diversity–diversification trade-off", *Journal of Finance*, 66(4), pp. 1141-1175.

# Análisis de la incidencia del gasto público sobre el empleo y las importaciones en Argentina durante 2005-2015

**Alcides Bazza**  
**Gabriel Brondino**  
**Hernán Roitbarg\***

Universidad Nacional del Litoral y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina (UNL – CONICET), Argentina

## Resumen

El trabajo analiza la incidencia del gasto público corriente sobre el empleo y las importaciones en Argentina durante 2005-2015 a partir de un análisis insumo-producto. En este período, el empleo y las importaciones intermedias inducidas por el gasto público argentino aumentaron en una magnitud muy superior a otros países, convergiendo a valores relativos similares a los países europeos de mayores ingresos. A partir de un análisis de descomposición estructural, encontramos que la fuente más importante del aumento del empleo y las importaciones intermedias fue el nivel del gasto público. No obstante, el período coincide con grandes transformaciones en la distribución del gasto por finalidad y el efecto de estos cambios es reducir el nivel de empleo inducido y aumentar el nivel de las importaciones intermedias inducidas. Un análisis del costo en divisas por puesto de trabajo confirma que este efecto se asocia directamente al aumento de la importancia del gasto en “Servicios económicos”.

*Clasificación JEL:* C67, E62, H50, O23.

*Palabras clave:* Argentina, empleo, gasto público, importaciones, matriz insumo-producto.

*Presentado:* 24 de mayo de 2021 – *Aprobado:* 26 de abril de 2022.

---

\* Agradecemos los comentarios de dos referís anónimos, siendo el contenido del trabajo responsabilidad exclusiva de los autores. Las opiniones vertidas en este trabajo no se corresponden necesariamente con las del BCRA o sus autoridades. Email: alcidesbazza@gmail.com, gbrondino@fcjs.unl.edu.ar, hernanroit@gmail.com.

# Analysis of the incidence of public spending on employment and imports in Argentina during 2005-2015

**Alcides Bazza**  
**Gabriel Brondino**  
**Hernan Roitbarg**

National University of the Litoral & National Council for Scientific and Technical Research (UNL – CONICET), Argentina

## Summary

The paper analyzes the incidence of current public spending on employment and imports in Argentina during 2005-2015 based on an input-output analysis. In this period, employment and intermediate imports induced by Argentine public spending increased by a much higher magnitude than in other countries, converging to similar relative values to European countries with higher incomes. From a structural decomposition analysis, we find that the most important source of the increase in employment and intermediate imports was the level of government spending. However, the period coincides with major changes in the distribution of spending by purpose and the effect of these changes was to reduce the level of induced employment and increase the level of induced intermediate imports. An analysis of the cost in foreign currency per job confirms that this effect is directly associated with the increase in the importance of spending on “Economic Services”.

*JEL classification:* C67, E62, H50, O23.

*Keywords:* Argentina, employment, input-output matrix, imports, public spending.

*Submitted:* May 24, 2021 – *Approved:* April 26, 2022.

## 1. Introducción

A principios de los 2000, el contexto internacional favorable contribuyó a recuperar el nivel de actividad económica en Argentina, el cual estaba en un nivel crítico luego del colapso del régimen de convertibilidad. La suba en los términos de intercambio del país, el aumento de los volúmenes de bienes exportables y la suspensión temporal de los pagos de intereses y de capital de la deuda externa contribuyeron a transformar el saldo de la cuenta corriente en superavitario y acumular reservas internacionales. Con el ordenamiento externo, se procedió a negociar la reestructuración de la deuda externa (Fiorito, 2015).

La reestructuración fue importante para ampliar el espacio fiscal doméstico y poder implementar políticas públicas para estimular el crecimiento económico y mejorar la distribución del ingreso (Amico, 2013b). En efecto, durante el periodo 2004-2015, la participación del gasto del sector público consolidado argentino en el PIB aumentó 17,5 puntos porcentuales (Oficina Nacional de Presupuesto). La suba de los gastos corrientes explica la mayoría de este incremento.

La paulatina recuperación doméstica, por un lado, y el cambio en el contexto internacional luego de la crisis de 2008, por el otro, contribuyeron al declino del superávit de la cuenta corriente. A partir del 2010, este saldo pasó a ser deficitario, a pesar de que el balance comercial se mantuviera superavitario. La caída de los términos de intercambio a partir del 2011 agravó la situación y en 2013 también el saldo comercial pasó a ser deficitario.

Gran parte de la academia y de la opinión pública concibe que el aumento del gasto gubernamental fue clave en el acompasado deterioro de las cuentas externas. Existen varios canales a partir de los cuales este gasto puede afectar a las últimas, pero los más importantes son dos. Por un lado, el efecto expansivo del gasto sobre la actividad económica estimula la demanda de bienes importados, tanto de insumos intermedios y bienes de capital que el país no produce dada su matriz productiva incompleta, como de bienes de consumo final. Por el otro, la expansión fiscal, en especial si crea nuevos medios de pago, podría generar tensiones en los mercados financieros al aumentar la demanda de dólares por parte de ahorristas. La formación de activos externos erosiona las reservas de divisas disponibles o bien ejerce presiones devaluatorias.<sup>1</sup>

El presente trabajo se concentra en el primer canal y analiza la incidencia del gasto público sobre las importaciones y los empleos en Argentina durante 2005-2015. La motivación que subyace a este objetivo es evaluar el *trade-off* que enfrenta la política fiscal entre estimular el nivel de actividad económica y aumentar el consumo de importaciones. El trabajo considera el impacto del nivel del gasto, pero también su distribución según la clasificación funcional del gasto. La propuesta metodológica del trabajo es analizar la incidencia del gasto a partir de un esquema de contabilidad estructural insumo-producto.

---

<sup>1</sup> Para disminuir el impacto del segundo canal, diversas políticas complementarias, tales como la monetaria, la cambiaria y la arancelaria, deben acompañar a la política fiscal. Véase Amico (2013a, p. 60) para un tratamiento más específico.

Si bien existen trabajos que indagan el impacto de la inversión pública nacional en la balanza comercial (Crovetto *et al.*, 2017; Salvatore y Debowicz, 2007), aún se requiere una mayor profundización del impacto del gasto gubernamental agregado. El análisis aporta insumos relevantes a la discusión sobre la utilización eficiente del gasto público, especialmente, ante los compromisos fiscales que el país debe afrontar en el marco de la negociación con el Fondo Monetario Internacional.

De los resultados obtenidos, se desprende que el empleo y las importaciones intermedias inducidas por el gasto público argentino aumentaron entre 2005 y 2015 en una magnitud muy superior a otros países, convergiendo con valores relativos similares a las economías europeas de mayores ingresos. A partir de un análisis de descomposición estructural, encontramos que la fuente más importante del aumento del empleo y las importaciones intermedias fue el nivel del gasto público. No obstante, el período coincide con grandes transformaciones en la distribución del gasto por finalidad. El efecto de estos cambios es reducir el nivel de empleo inducido y aumentar el nivel de las importaciones intermedias inducidas. Un análisis del costo en divisas por puesto de trabajo confirma que este efecto se asocia directamente al aumento de la importancia del gasto en “Servicios económicos”.

Luego de esta breve introducción, la siguiente sección presenta los lineamientos teóricos que fundamentan el trabajo. La tercera sección presenta la metodología y las medidas computables relevantes para el análisis que se derivan del esquema insumo-producto. La cuarta sección presenta los resultados del análisis para Argentina durante 2005-2015. La última sección cierra el trabajo con las principales conclusiones obtenidas.

## **2. El efecto del gasto gubernamental en el sistema económico**

Una pregunta teórica fundamental para posteriormente evaluar la efectividad de la política fiscal es si el gasto gubernamental puede influir sobre el nivel normal del producto. Por “normal”, nos referimos a una posición de largo plazo del producto que se constituye como centro de atracción en torno al cual el producto efectivo de una economía de mercado gravita. La posición de largo plazo se asocia a una situación en donde las fuerzas de la competencia tienden a establecer una tasa de retorno uniforme sobre el valor del capital invertido en cada rama de producción. La uniformidad de la tasa de retorno supone que el nivel y la composición del producto está en conformidad con el nivel y la composición de la capacidad productiva (Eatwell, 1983).

### **2.1. El análisis neoclásico**

La respuesta depende de la teoría económica que se adopte. En el análisis neoclásico o marginalista, una variación del gasto público puede afectar el nivel efectivo del producto, pero no el nivel normal del mismo. En un equilibrio general competitivo, el nivel normal de producto garantiza la plena ocupación de todos los factores productivos (Ackley, 1978). La posición de equilibrio depende del siguiente conjunto de datos: las preferencias de los consumidores, las técnicas alternativas de producción y las dotaciones de los factores productivos. La flexibilidad de los precios —de las mercancías y de los factores— y los mecanismos de sustitución factorial aseguran que los excesos de oferta

y de demanda en los diferentes mercados se corrijan en el tiempo. Es decir, el nivel de producto efectivo gravita en torno a la posición de equilibrio con pleno empleo de los factores.

El gasto público suele considerarse como una variable de naturaleza exógena, es decir, definida por fuera del mecanismo de mercado. Según adelantamos, una variación del gasto público puede afectar el nivel efectivo del producto, pero no su nivel normal. La principal justificación de esta afirmación es que la posición de equilibrio de la economía depende de un conjunto de datos que no incluyen al gasto público, incluso si éste tiene un carácter “exógeno”. Un aumento del gasto público solamente modificaría la composición de la absorción del producto neto entre el sector público y el sector privado, efecto que se conoce como de desplazamiento o *crowding out*.<sup>2</sup>

El gasto público podría afectar el nivel normal del producto indirectamente a través de inducir un cambio en los datos de la teoría.<sup>3</sup> Este tipo de análisis suele realizarse para un horizonte de muy largo plazo, en donde se admite la acumulación de capital. Es decir, en los modelos de crecimiento económico. En tal caso, por ejemplo, la política fiscal puede afectar el sendero del consumo de los agentes privados a lo largo del tiempo. Esto puede influir negativamente sobre la tasa marginal de ahorro y, en consecuencia, disminuir el nivel normal (o estacionario) del producto per cápita.

Gran parte de la literatura empírica que analiza los efectos de la política fiscal en Argentina se encuadra en el análisis neoclásico (Rezk *et al.*, 2006; Trezzi *et al.*, 2010). Tales estudios se centran en los efectos del gasto público sobre el nivel efectivo del producto durante las últimas tres décadas. Según estos estudios, la mayor proporción del gasto es endógena, es decir, que responde a cambios en el ciclo económico. En cambio, la parte del gasto que identifican como exógena, es decir, independiente del nivel del producto, tiene un efecto multiplicador bajo y de corta duración.

Puig (2014), por su parte, identifica un efecto positivo sobre el nivel normal del producto solo cuando el gasto público contribuye al aumento del stock de capital de la economía. En este sentido, la política fiscal tendría un impacto diferenciado según el tipo de gasto que se realice. En efecto, Puig (2014) encuentra que el gasto de capital (inversión pública) tiene un efecto multiplicador alto y persistente, a diferencia de los gastos de consumo.

---

<sup>2</sup> Una discusión subsidiaria es la irrelevancia del modo de financiar el gasto público. Este resultado se conoce como “equivalencia Ricardiana”. En el análisis neoclásico, el gobierno presenta una restricción presupuestaria. Un aumento del gasto público se puede financiar a partir de una emisión de bonos o de un aumento en los impuestos. En el caso de los bonos, los agentes privados aumentan su activo presente, pero también aumentan su pasivo futuro, que consiste en la recaudación por parte del estado necesaria para pagar los intereses y el capital de su deuda. Por lo tanto, los agentes privados ahorran el bono y los intereses que acumula para pagar el aumento futuro de los impuestos.

<sup>3</sup> Por cuestiones de espacio, no discutiremos la incidencia del gasto público sobre la tasa de crecimiento del producto. En los modelos neoclásicos de crecimiento exógeno, el nivel de gasto público podría afectar la tasa normal de crecimiento del producto per cápita si indirectamente reduce la tasa de progreso tecnológico, aunque sobre esto no existe un consenso generalizado, ni tampoco existe un fundamento teórico consistente. En los modelos de crecimiento endógeno, los resultados teóricos dependen de la estructura y supuestos del modelo; por lo tanto, no son conclusivos.

## 2.2. El análisis Keynesiano

Una de las principales tesis de Keynes en su Teoría General del Empleo, el Interés y el Dinero es que las economías de mercado no gravitan en torno a una posición de pleno empleo, sino en torno a un equilibrio con subocupación de los factores (Keynes, 1943, p. 211).

Keynes ofrece una teoría distinta a la marginalista para la determinación del producto. La principal innovación de su análisis es la introducción del principio de la demanda efectiva. El ahorro se iguala con la inversión a partir de variaciones en el nivel de producto/ingreso.<sup>4</sup> El nivel normal del producto depende de la propensión marginal a consumir, del estado de la preferencia por la liquidez y de la eficiencia marginal del capital. A dichos factores psicológicos, Keynes agrega la determinación del salario monetario a través de negociaciones entre empleados y empleadores y de la oferta de dinero a partir de la acción del Banco Central.

No obstante, Keynes limitó su análisis a un contexto de corto plazo y dejó abierta la discusión sobre cómo extender el principio de la demanda efectiva al largo plazo. Existen dos posiciones para llevar a cabo la anterior tarea (Garegnani, 1992). La primera consiste en suponer que el ahorro se ajusta a un ritmo de acumulación de capital autónomo a través de variaciones en la distribución del ingreso (Kaldor, 1955). El problema con esta posición es que supone implícitamente una tendencia automática hacia el pleno empleo en el sistema económico (Kurz, 1994).

La segunda posición concibe que la igualdad entre ahorro e inversión se verifica a partir de variaciones en la capacidad productiva. En efecto, si no existe una tendencia de la demanda agregada a ajustarse a la capacidad productiva de pleno empleo, resulta lógico presuponer el proceso inverso, es decir, que la capacidad productiva se ajusta al nivel de demanda agregada (Garegnani, 2015).

En el largo plazo, la mayoría de la inversión es inducida. Las firmas invierten en base a la tasa de crecimiento esperada de la demanda agregada (el principio del acelerador). Tal conducta se fundamenta en el deseo de mantener un grado de utilización normal de su stock de capital. Por lo tanto, en el largo plazo, la inversión es proporcional al nivel de producto normal y a la tasa de crecimiento esperada de los componentes autónomos de la demanda (Serrano, 1995).

El nivel de producto normal, a su turno, está determinado por los componentes autónomos de la demanda agregada.<sup>5</sup> Por estos nos referimos a gastos que no generan capacidad productiva y no son financiados por el ingreso generado durante el proceso productivo. En los mismos se

---

<sup>4</sup> En el análisis neoclásico, la inversión se iguala al ahorro de pleno empleo a través de variaciones de la tasa de interés. Para Keynes, la tasa de interés se determina en el mercado monetario, por lo que ésta no puede reaccionar a las discrepancias entre ahorro e inversión. No obstante, la crítica más relevante para invalidar la presunción de que una economía gravita en torno a una posición de pleno empleo se deriva, desde nuestra perspectiva, de los debates de la teoría del capital de los 60. Allí se demostró la imposibilidad de establecer una función monótona y decreciente entre la tasa de interés y el nivel de inversión debido a los problemas de "readopción de técnicas" y de "reversión de la intensidad del capital" (cf. Petri, 2004).

<sup>5</sup> Cabe aclarar que de esta afirmación no se deduce que una economía no enfrenta restricciones de oferta para crecer, como se verá más adelante. Una de las tesis principales de la Teoría General de Keynes es que las economías de mercado no gravitan en torno a una posición de pleno empleo, sino en torno a una de subocupación. En esta posición, no se vislumbran tendencias marcadas hacia la recuperación o hacia el colapso total.

incluyen el consumo privado y la inversión residencial financiados por crédito, las exportaciones y el gasto público.

Consideremos, en primer lugar, un aumento permanente del consumo de los trabajadores financiado por el crédito. En ese caso, para acomodar la mayor demanda, el grado de utilización de la capacidad productiva aumenta. Consecutivamente, las firmas realizan inversiones para ampliar su capacidad productiva y retornar al grado de utilización normal de la misma.<sup>6</sup> A través de este proceso, aumenta la capacidad productiva agregada de la economía y también lo hace el nivel de producto que se deriva del grado de utilización normal de la misma.

No obstante, es posible que el aumento de este componente autónomo no persista en el tiempo. Los trabajadores no suelen percibir un ingreso por este tipo de gasto. Si sus ingresos futuros no aumentan, deberán reducir sus niveles de consumo para pagar sus deudas. El refinanciamiento de la deuda solamente extiende en el tiempo el proceso de ajuste y el endurecimiento del crédito en un determinado momento puede convertir al ajuste en un proceso doloroso, tal como sucedió en la crisis financiera internacional del 2008 (Barba y Pivetti, 2009).

Un aumento de las exportaciones, en cambio, puede ser sostenible y afectar de manera persistente el nivel de producto normal de la economía (Monza, 1976). Ahora bien, como las exportaciones son demanda de productos domésticos por parte de residentes foráneos, el aumento de las mismas está supeditado a la evolución del ingreso de otras economías (o los principales socios comerciales). No obstante, es imposible que todos los países aumenten su nivel de producto normal en simultáneo a partir del aumento de las exportaciones. Aunque resulte trivial, la economía global en su conjunto se puede concebir como una economía cerrada. En consecuencia, los niveles de empleo y producto normales de todos los países responden a los niveles de gasto autónomo doméstico. Al estar vinculados entre sí a través del comercio internacional, los efectos de tales gastos domésticos trascienden las fronteras a través de la activación de importaciones y exportaciones entre países.

El aumento del gasto público también puede ser persistente en el largo plazo. Al aumentar el nivel de producto normal, también incrementa la recaudación tributaria que se deriva del mismo. En otras palabras, los estados son capaces de recaudar lo que gastan. No obstante, en economías pequeñas y abiertas, el nivel del gasto público podría estar limitado por la dinámica del comercio exterior.

### **2.3. El aporte del estructuralismo latinoamericano al análisis Keynesiano: el problema de la restricción externa en las economías periféricas**

Una de las principales contribuciones del estructuralismo latinoamericano al análisis económico es la distinción entre economías centrales y periféricas. Las últimas se caracterizan por tener una estructura productiva incompleta, un patrón de especialización orientado a los recursos naturales y no tener una moneda que sirva para realizar transacciones internacionales (Dvoskin y Feldman, 2018). Tales características suelen imponer un límite al nivel del gasto público que un gobierno puede fijar en base a sus objetivos.

---

<sup>6</sup> Si las firmas perciben que el aumento del gasto es transitorio, no hacen inversiones.

Supongamos un aumento del gasto gubernamental. En ese caso, por un lado, aumentan los niveles normales de producto y empleo y, por el otro, aumenta el nivel de importaciones de la economía. Las exportaciones no cambian, ya que están determinadas por el ingreso del resto del mundo. Luego, las exportaciones netas pueden disminuir e incluso volverse negativas.

El aumento del nivel normal del producto dado el cambio en el nivel del gasto público podría ser sostenible si se cuenta con financiamiento internacional. Sin embargo, la dificultad para financiarse en moneda propia suele obligar a las economías periféricas a emitir deuda en moneda foránea a elevadas tasas de interés, lo cual dificulta la sostenibilidad del endeudamiento en el mediano-largo plazo. En ausencia de acceso al financiamiento internacional en moneda propia o divisas extranjeras, el aumento del gasto público no es factible. En consecuencia, el nivel de las exportaciones, junto con el acceso al financiamiento internacional constituyen un límite al nivel del resto de los gastos autónomos y, por lo tanto, al nivel normal del producto.<sup>7</sup>

Conviene analizar el caso contrario del ejemplo anterior. Supongamos que la economía, cualquiera sea el motivo, cuenta con un excedente externo negativo y es incapaz de financiarlo internacionalmente. En ese caso, la reducción del nivel del gasto público o el ahorro fiscal solamente soluciona el problema externo a través de una contracción de los niveles normales del producto y del empleo.

En suma, en el análisis Keynesiano-estructuralista, el gasto público influye sobre los niveles normales del producto y el empleo. Sin embargo, su nivel está limitado por lo que se define como la “restricción externa”. Esto abre una potencial disyuntiva respecto al tipo de gasto a realizar, atendiendo a su impacto diferenciado sobre el producto, el empleo y el consumo de divisas en importaciones.

### **3. La incidencia del gasto público en el esquema de contabilidad estructural insumo-producto**

#### **3.1. El sector público en el sistema económico**

Podemos agrupar las acciones que lleva a cabo el sector público en la economía en cuatro categorías: producción e inversión, regulación, redistribución y financiamiento (Cibotti y Sierra, 1981). En primer lugar, el estado produce bienes y, fundamentalmente, servicios que son indispensables para la vida colectiva y cuya provisión estatal resulta irremplazable. Dentro de estos servicios se encuentran la justicia, la policía, la defensa nacional, las aduanas, el registro de propiedad, los servicios generales de la administración pública, entre otros.

Por otro lado, el estado produce bienes y servicios que se realizan en forma paralela o alternativa al sector privado. Ejemplo de esto lo constituyen los servicios de salud y educación pública, pero también los bienes y servicios generados por empresas públicas, como la refinación de combustibles y el transporte aéreo.

---

<sup>7</sup> Esto no implica que el nivel de producto compatible con el equilibrio comercial sea el nivel normal de producto de la economía, es decir, el centro de atracción en torno al cual el producto efectivo de la economía gravita.

Finalmente, el estado contribuye al proceso nacional de acumulación de capital mediante el incremento del acervo de las instalaciones y el equipo productivo necesario, por un lado, para desarrollar sus diversas actividades de producción (oficinas de la administración pública, hospitales, escuelas, etc.) y, por el otro, para el desarrollo y estímulo de las actividades privadas (rutas, puentes, parques, etc.).

En segundo lugar, el estado ejerce un rol omnipresente como agente regulador de las actividades en el sistema económico. En ese sentido, sus acciones tienden a ordenar, inducir y limitar a los actores privados a determinado comportamiento. Las actividades de regulación no suelen precisar grandes cantidades de recursos físicos para su creación, pero sí para su ejecución y control.

En tercer lugar, el estado lleva a cabo acciones orientadas a redistribuir el flujo de ingresos generado en el mercado en base a determinados objetivos de política económica y social. Aquí podemos ubicar los gastos en seguridad social y las diferentes transferencias en especie o monetarias. En cuarto y último lugar, el estado debe crear u obtener medios de pago para realizar las acciones precedentes. Por lo tanto, también conduce acciones relacionadas a las decisiones de financiamiento. Estas decisiones incluyen el sistema impositivo, el sistema de precios y tarifas de los bienes y servicios que vende en el mercado y el crédito o la deuda pública.

### **3.2. El sector público en las tablas insumo-producto de la OCDE<sup>8</sup>**

En una situación ideal, sería conveniente registrar e identificar todas estas acciones en un esquema de contabilidad estructural insumo-producto. Para nuestro análisis empírico empleamos las tablas insumo-producto estimadas por la OCDE, edición 2018. La base de datos abarca el período 2005-2015 y presenta información para 36 sectores (de acuerdo a la revisión 4 de la CIIU de las Naciones Unidas) y 65 economías (64 países más una estimación del resto del mundo), dentro de las cuales se incluye Argentina.<sup>9</sup> Por tal motivo, conviene discutir brevemente cómo rastreamos el sector público en las tablas insumo-producto que esta institución produce.

La Figura 1 ofrece una representación sintética de una tabla insumo-producto construida por la OCDE. La tabla representa parcialmente las acciones productivas del sector público. La primera dificultad que se presenta es que la misma no distingue el actor institucional en cada sector económico. El único sector que compete exclusivamente al ámbito público es el 32 y se suele denominar como “Administración pública, defensa y seguridad social”. Este sector se corresponde con la división 84 de la CIIU (Rev. 4) de las Naciones Unidas. La categoría incluye los tres niveles jurisdiccionales: nacional, provincial y municipal. En la figura –y en adelante– lo denominamos “gobierno”. La oferta de este sector incluye a las actividades relacionadas a la administración general, justicia, defensa, seguridad, cultura y otros servicios de tipo social que no tienen un pago explícito. También incluye los sistemas oficiales de previsión social y los órganos de los poderes legislativo y judicial. Por último, incluye la oferta de algunas unidades productivas (no constituidas en sociedad) que producen bienes y servicios para el propio gobierno y/o para su venta en pequeña escala (INDEC, 2016). Como se observa, la categoría contempla solamente una parte de las acciones de producción.

---

<sup>8</sup> Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

<sup>9</sup> CIIU: Clasificación Industrial Internacional Uniforme.

**Figura 1 | Representación de una tabla insumo-producto nacional de la OCDE**

		Demanda intermedia					Demanda final					VBP (pb)
		Sector 1	...	Sector gobierno	...	Sector 36	C	G	I	A	E	
1	Sector 1 (doméstico, pb)											
..	...											
32	Sector gobierno (doméstico, pb)						$g_{32}$					$x_{32}$
..	...											
36	Sector 36 (doméstico, pb)											
37	Producto 1 (importaciones, pb)											
..	...											
72	Producto 36 (importaciones, pb)											
73	Impuestos netos de subsidios en productos intermedios / finales importados											
74	Impuestos netos de subsidios en productos intermedios / finales domésticos											
75	Gasto intermedio / final total (pc)	Suma de (1:74)	..	..								
76	Valor agregado (pb)											
77	Valor bruto de producción (pb)			$x_{32}$								
	Empleo (puestos de trabajo)											

PIB (enfoque del gasto)

PIB (enfoque del producto)

La oferta del sector público es igual al valor bruto de producción (VBP) del sector 32,  $x_{32}$ , de la tabla insumo-producto. Dicha oferta se corresponde al costo total de la provisión de los bienes y servicios estatales, el cual se descompone en el valor de los insumos intermedios (domésticos e importados) y el pago de salarios.

El bloque de la demanda final incluye cinco categorías de demanda: consumo final de los hogares (C), consumo final del sector público (G), formación bruta de capital fijo (I), variación de existencias (A), y exportaciones (E). Como es esperable, las transacciones del sector público se registran en la columna G. No obstante, las transacciones allí registradas no buscan identificar el consumo del producto que el estado en sí mismo produce o provee, ya que los servicios públicos son consumidos en su mayoría por los hogares y las firmas. Dado que no existe una transacción monetaria observable de estos consumos, los mismos son registrados en la columna G, específicamente en la fila 32. El valor de la provisión de bienes y servicios públicos finales,  $g_{32}$ , difiere del costo total de su provisión,  $x_{32}$ , ya que el sector público también provee sus servicios como insumo para el resto de los sectores económicos (ventas intermedias). El INDEC cita varios ejemplos en la confección de la matriz insumo-producto de 1997, a saber, las “ventas de entradas a museos propiedad del gobierno, ventas de servicios de seguridad al sector privado, tasa de uso de aeropuertos administrados por el gobierno (...)” (INDEC, 2001, p. 98). De modo que el costo de la provisión de

bienes y servicios públicos finales se deriva de la resta del VBP del sector gobierno y los ingresos generados por las ventas de bienes y servicios al resto de los sectores económicos.

El resto de los elementos de la columna G registran el consumo final de los hogares y las firmas financiado por el Estado. En este caso, los valores corresponden a las “Transferencias en especie” provistos gratuitamente por el gobierno, sea que lo haya producido una empresa pública o privada. Por ejemplo, el suministro de alimentos a comedores, los subsidios a los hogares para el transporte, la energía, la enseñanza privada o la provisión gratuita de educación y salud pública. Aquí observamos de manera aproximada el resto de las actividades de producción, pero también varias acciones de redistribución (subsidios y transferencias en especie). En suma, la columna G ofrece una intuición de la distribución del gasto público según su finalidad.

Finalmente, las acciones de inversión y de financiamiento no se explicitan en la tabla insumo-producto de la OCDE. Esto se debe tanto a la ausencia de distinción del actor institucional en el vector de inversión, como a la ausencia de discriminación en el vector de consumo del gasto realizado gracias a las transferencias monetarias del estado a los hogares. En suma, debe tenerse en cuenta que el análisis empírico que realizamos no permite analizar la incidencia del gasto total en el sistema económico, sino solamente del gasto corriente.

### 3.3. Medidas computables

En base a la información provista por la tabla insumo-producto, podemos obtener las siguientes medidas computables. Sea  $x$  el vector de producción total (VBP),  $A = \{a_{ij}\}$  la matriz de coeficientes insumo-producto ( $a_{ij}$  es el valor de la producción del sector  $i$  que se requiere como insumo en la producción de una unidad monetaria del sector  $j$ ) y  $f$  el vector de demanda final. El sistema de ecuaciones de gasto se representa como:

$$x = Ax + f \tag{1}$$

Como se observa, las ventas intermedias de cada sector dependen de los coeficientes insumo-producto y los niveles de producción total de todos los sectores. Adicionalmente, sea  $a_l$  el vector de coeficientes de empleo y  $a_m$  el vector de coeficientes de importaciones.<sup>10,11</sup> El nivel de utilización de empleo y el consumo de importaciones para un determinado nivel de producción total está dado por:

$$a_l^T x = L \tag{2}$$

$$a_m^T x = M \tag{3}$$

<sup>10</sup> La interpretación de los componentes de ambos vectores es similar a la de un coeficiente insumo-producto.

<sup>11</sup> Los datos provistos por la OCDE están expresados en dólares (US) corrientes. Para minimizar la influencia de los precios relativos, se deflactaron los datos. El Anexo B comenta la metodología empleada y las fuentes de datos utilizadas para este fin.

A partir del sistema (1), podemos estimar el valor de producción total que se activa en cada sector para diferentes niveles de la demanda final. Esto se refleja nítidamente a partir de la solución al sistema (1):

$$x = (I - A)^{-1}f \quad (1')$$

Donde  $I$  es la matriz identidad. Al introducir la solución (1') en (2) y (3), podemos observar los efectos de la demanda final sobre los niveles de empleo y las importaciones:

$$a_l^T(I - A)^{-1}f = L \quad (2')$$

$$a_m^T(I - A)^{-1}f = M \quad (3')$$

Tal como indican Amar *et al.* (2016), el cómputo en (2') y (3') se puede aplicar para cualquier nivel y composición de la demanda final. En nuestro caso, analizaremos el empleo y las importaciones totales inducidas por el vector  $g$  que representa el consumo final público en el bloque de la demanda final.

Por otro lado, realizaremos un ejercicio de descomposición estructural para analizar las fuentes de la variación del empleo y las importaciones intermedias inducidos por el gasto público. Nos enfocamos en el caso del empleo para simplificar la exposición. Siguiendo la ecuación (2'), escribimos la siguiente expresión:

$$L^g = g \cdot v^T \cdot s^g \quad (4)$$

Donde  $L^g$  es el empleo inducido por el gasto público,  $g$  es el nivel del gasto público,  $v^T = a_l^T(I - A)^{-1}$  es el vector de coeficientes de trabajo verticalmente integrado y  $s^g$  es un vector con las proporciones del gasto según sector económico ( $gs^g = g$ ).

La variación del nivel de empleo inducido entre un período y otro es:

$$L_1^g - L_0^g = g_1 \cdot v_1^T \cdot s_1^g - g_0 \cdot v_0^T \cdot s_0^g \quad (5)$$

Siguiendo la metodología de Miller y Blair (2009, pp. 593-602), la descomposición que realizamos es:

$$\begin{aligned} \Delta L^g = & (1/2)(\Delta g)(v_0^T s_0^g + v_1^T s_1^g) + (1/2)(g_0(\Delta v^T)s_1^g + g_1(\Delta v^T)s_0^g) \\ & + (1/2)(g_0 v_0^T + g_1 v_1^T)(\Delta s^g) \end{aligned} \quad (6)$$

En el lado derecho de la expresión (6), el primer sumando computa el cambio en el empleo atribuido a cambios en el nivel del gasto público. El segundo sumando, por su parte, el cambio en el empleo

atribuido a variaciones en la organización de la producción.<sup>12</sup> Finalmente, el tercer sumando computa el cambio en el empleo atribuido a cambios en la composición del gasto público.

## **4. Análisis de resultados empíricos**

### **4.1. El caso argentino en perspectiva comparada**

Conviene iniciar el análisis comparando el caso argentino con el resto de los países que se encuentran en la base de datos de la OCDE. El Cuadro 1 indica el empleo (en porcentaje del empleo total) y las importaciones intermedias (en porcentaje de las importaciones totales intermedias) inducidos por el gasto público según país. Lo primero que se destaca del cuadro es la intensidad del aumento en ambas variables en el caso argentino. En efecto, Argentina fue el país en donde más aumentó el empleo y las importaciones inducidas por el gasto público entre 2005 y 2015.

El empleo inducido por el gasto público aumentó alrededor de 8 puntos porcentuales (p.p. de ahora en más). Este aumento duplica los aumentos que se verifican en otros países, tales como España y Croacia. La diferencia de aumento es significativamente mayor respecto a los países sudamericanos, en donde el empleo también aumenta, pero en menor medida (3 p.p. en Chile y 1 p.p. en Brasil y Colombia). Como se observa, los niveles de empleo inducidos por el gasto público argentino en 2005 eran relativamente similares a los niveles de sus pares regionales.

Un desempeño similar se observa en el caso de las importaciones, cuyo aumento fue del orden de 7 p.p. Tal variación supera ampliamente los países en donde dicha variable también aumenta, como Arabia Saudita, Finlandia e Israel. Al igual que con el empleo, el incremento de las importaciones es superior al de los otros países sudamericanos cuyos niveles eran similares hacia 2005. En definitiva, el fuerte aumento del gasto público en Argentina elevó los niveles de empleo e importaciones intermedias inducidas a un punto tal que los niveles convergieron hacia los correspondientes a los países europeos de mayores ingresos. Entre ellos, Francia, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Islandia, Israel, Noruega, Países Bajos y Suecia.

Como se observa, en términos agregados y a lo largo del período, el aumento del gasto público en Argentina aumenta casi en una misma magnitud los niveles de empleo y el consumo de importaciones intermedias. Esta es una característica peculiar que se debe a la estructura productiva de la economía argentina, la cual suele caracterizarse como “semi-industrializada” o de matriz productiva incompleta. Como hemos discutido en la Sección 2.3, la capacidad del gasto público para influir sobre los niveles normales de producto y empleo en una economía en tales condiciones está limitada por la denominada “restricción externa”. Esta condición diferencia a Argentina del grupo de países con los que presenta niveles de empleo e importaciones inducidas similares en 2015 y contribuye a explicar las dificultades que emergieron en el frente externo a partir de la década de 2010 para sostener o elevar los niveles de empleo.

---

<sup>12</sup> Los cuales se reflejan en cambios en los coeficientes de empleo directo y cambios en la matriz de coeficientes insumo-producto.

**Cuadro 1 | Empleo (en % del empleo total) e importaciones intermedias (en % de las importaciones intermedias totales) inducidos por el gasto público según país**

País	Empleo			Importaciones		
	2005	2015	Diferencia	2005	2015	Diferencia
ARG	17,7%	25,5%	7,9%	8,5%	15,6%	7,0%
HRV	16,0%	19,9%	3,9%	12,1%	14,2%	2,1%
ESP	17,4%	20,5%	3,2%	8,4%	8,7%	0,4%
CHL	13,5%	16,3%	2,8%	4,7%	6,5%	1,7%
CRI	11,3%	14,0%	2,7%	4,4%	7,0%	2,6%
IDN	6,6%	8,9%	2,3%	3,8%	4,3%	0,5%
CHN	17,2%	19,5%	2,3%	7,3%	7,5%	0,2%
EST	18,8%	20,9%	2,2%	7,5%	7,8%	0,3%
MEX	13,5%	15,5%	2,0%	4,7%	5,0%	0,3%
AUS	18,5%	20,1%	1,5%	13,1%	13,2%	0,1%
KOR	10,7%	12,2%	1,4%	5,3%	5,7%	0,4%
BRA	14,5%	15,8%	1,4%	9,1%	11,2%	2,1%
FIN	21,7%	23,1%	1,4%	11,5%	15,1%	3,6%
JPN	15,8%	17,0%	1,2%	12,9%	14,4%	1,5%
CYP	14,6%	15,8%	1,2%	6,4%	3,4%	-3,0%
SVN	16,9%	17,9%	1,0%	6,5%	7,6%	1,1%
CAN	18,5%	19,5%	1,0%	10,6%	11,5%	0,9%
TUR	5,0%	5,8%	0,8%	1,3%	1,7%	0,3%
NZL	18,2%	18,9%	0,8%	11,6%	12,8%	1,2%
COL	13,2%	13,8%	0,7%	11,8%	11,8%	0,0%
ROU	12,0%	12,6%	0,6%	9,8%	6,3%	-3,5%
POL	18,9%	19,5%	0,5%	8,2%	8,0%	-0,2%
NLD	21,5%	22,0%	0,5%	11,9%	12,3%	0,3%
NOR	23,9%	24,4%	0,5%	15,1%	18,0%	2,9%
DNK	22,7%	23,0%	0,3%	14,3%	13,2%	-1,1%
ZAF	8,8%	9,1%	0,2%	10,9%	7,9%	-3,0%
SWE	27,7%	27,9%	0,2%	13,3%	15,6%	2,4%
LTU	19,3%	19,5%	0,2%	8,1%	6,6%	-1,5%
SVK	19,5%	19,6%	0,2%	4,9%	5,7%	0,8%

**Cuadro 1 | Empleo (en % del empleo total) e importaciones intermedias (en % de las importaciones intermedias totales) inducidos por el gasto público según país (continuación)**

País	Empleo			Importaciones		
	2005	2015	Diferencia	2005	2015	Diferencia
DEU	18,5%	18,5%	0,1%	8,2%	10,0%	1,8%
ISR	26,5%	26,5%	0,0%	13,5%	16,6%	3,1%
AUT	19,6%	19,6%	0,0%	8,4%	9,2%	0,8%
IND	7,3%	7,0%	-0,3%	5,2%	4,8%	-0,4%
FRA	25,6%	25,1%	-0,4%	11,3%	12,1%	0,8%
LUX	13,9%	13,5%	-0,4%	2,3%	2,0%	-0,3%
BEL	23,0%	22,5%	-0,5%	8,7%	8,7%	0,0%
GRC	19,3%	18,8%	-0,5%	10,9%	7,4%	-3,5%
LVA	18,9%	18,4%	-0,6%	8,6%	9,1%	0,5%
RUS	22,5%	21,9%	-0,6%	14,0%	12,9%	-1,1%
HUN	20,5%	19,9%	-0,6%	6,2%	5,9%	-0,3%
ISL	26,7%	26,0%	-0,7%	14,9%	14,4%	-0,5%
USA	14,9%	14,0%	-0,9%	12,1%	11,1%	-0,9%
PRT	17,4%	16,4%	-1,0%	8,2%	6,8%	-1,4%
ITA	19,7%	18,6%	-1,1%	9,2%	9,3%	0,0%
MLT	19,0%	17,9%	-1,1%	5,7%	4,6%	-1,2%
GBR	20,8%	19,7%	-1,2%	14,5%	13,6%	-0,9%
CHE	8,7%	7,4%	-1,3%	5,3%	5,7%	0,5%
CZE	18,5%	17,1%	-1,4%	7,6%	6,2%	-1,4%
IRL	14,8%	13,2%	-1,7%	5,2%	3,3%	-1,9%
BGR	17,1%	14,7%	-2,5%	9,3%	5,0%	-4,3%
SAU	38,4%	35,4%	-3,1%	14,0%	17,7%	3,7%

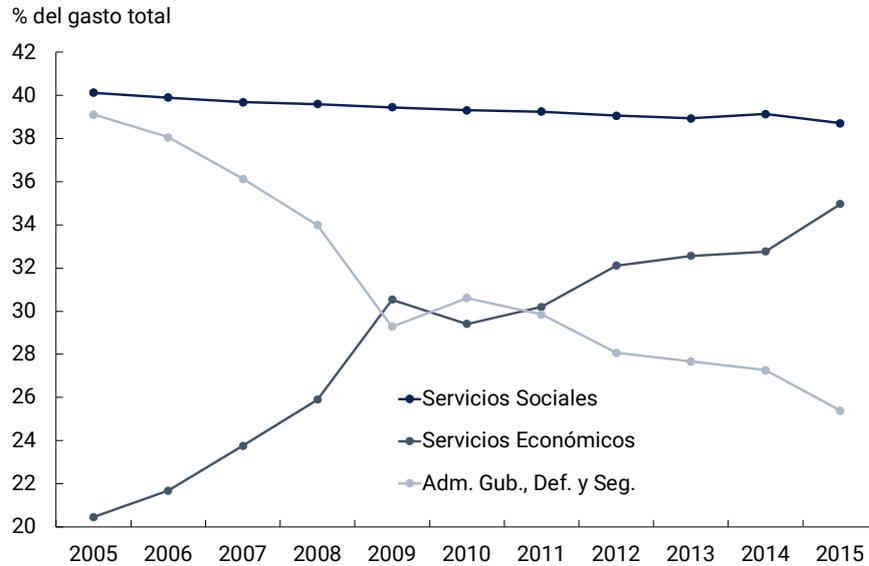
Fuente: elaboración propia en base a OCDE (2018).

#### 4.2. Análisis de descomposición del cambio en el empleo y las importaciones inducidas por el gasto público

Como hemos advertido en la Introducción, el espacio fiscal doméstico en Argentina se amplió notablemente en el período analizado. En el marco de este incremento, se observa un cambio relevante en las prioridades de financiamiento. El Gráfico 1 exhibe la distribución del gasto según finalidad.<sup>13</sup> Como se observa, el gasto en “Servicios económicos” aumenta entre 2005 y 2015 alrededor de 15 p.p. El aumento fue compensado casi exclusivamente por una reducción en la magnitud del gasto de “Administración gubernamental, servicios de defensa y seguridad social”.

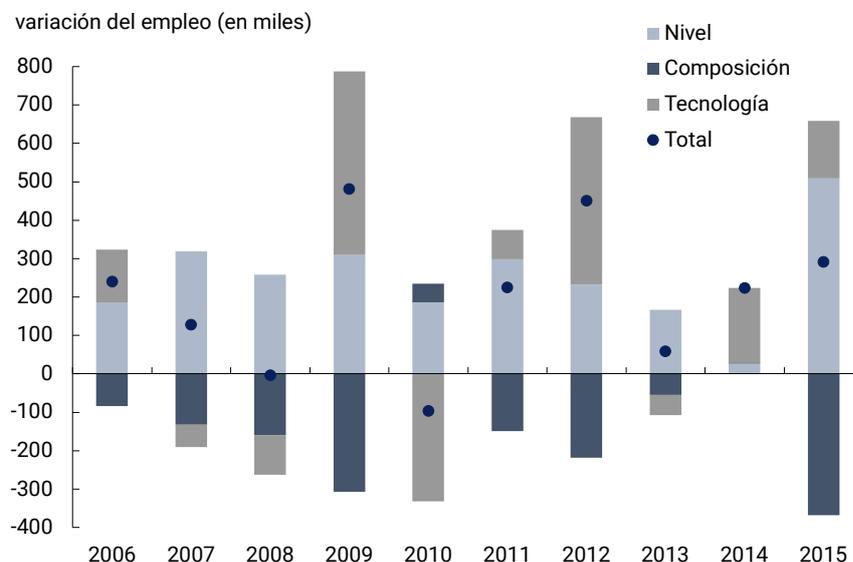
<sup>13</sup> Por la forma en que se construye la tabla insumo-producto, no es posible observar el gasto relacionado a la deuda pública, el pago de intereses y de capital. El Anexo A muestra una tabla de correspondencia entre sectores económicos de la OCDE, la CIU (rev. 4) de las Naciones Unidas y la clasificación económica y por finalidad del gasto.

**Gráfico 1 | Distribución del gasto según finalidad**



Esta evidencia sugiere que, detrás del aumento en los niveles de empleo e importaciones inducidas, también podrían haber influido cambios en la composición del gasto. El Gráfico 2 muestra los resultados del ejercicio de descomposición estructural de la variación del empleo inducida por el gasto público. El efecto “nivel” del gasto es positivo y es el más predominante en la mayoría de los años. Esto significa que la principal explicación del aumento del nivel de empleo inducido se debe a la sustantiva ampliación del espacio fiscal en estos años. El efecto “tecnología” también es relevante y opera en la dirección esperada: las mejoras en la productividad laboral conducen a requerir de menos trabajo para obtener la misma producción.<sup>14</sup>

**Gráfico 2 | Descomposición estructural de la variación del empleo inducida por el gasto público**



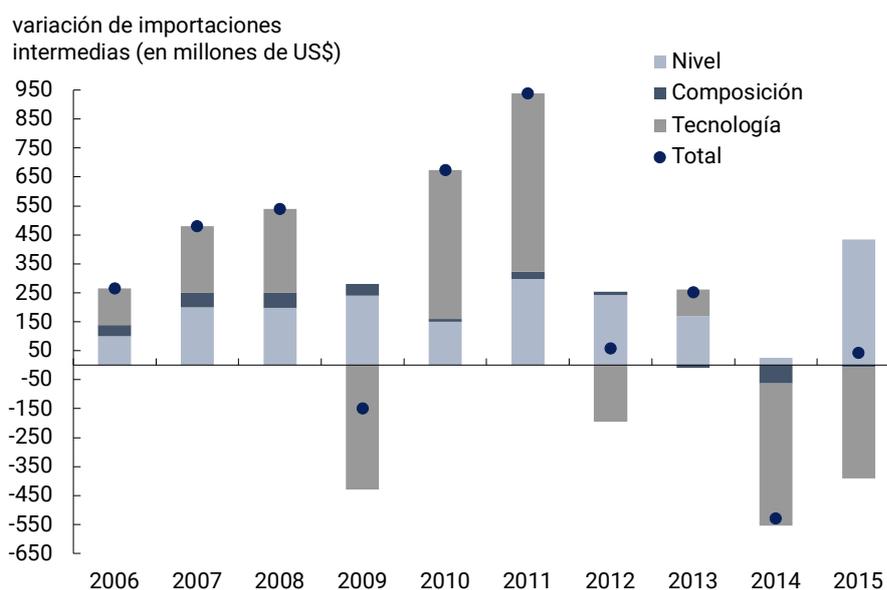
<sup>14</sup> La contribución positiva en los años de recesión (2009 y 2014) sugiere que la productividad laboral tiene una dinámica procíclica.

Finalmente, como se observa, el efecto “composición” contribuye a reducir los niveles de empleo inducidos. Esto sugiere que los cambios en las prioridades de financiamiento del sector público estuvieron orientadas a sectores que activan menos empleos relativamente.

Por su parte, el Gráfico 3 muestra los resultados del ejercicio de descomposición estructural para el caso de las importaciones intermedias. En línea con los resultados previos, la contribución del efecto “nivel” del gasto es positiva en todos los años. Por su parte, el efecto “tecnología” presenta una dinámica procíclica, siendo positivo en los años de expansión económica y negativo durante los períodos de recesión. Cuando es positivo, esto implica que, en promedio, los sectores económicos aumentan el consumo de importaciones intermedias, y viceversa. Esto puede deberse a una gran cantidad de factores; entre ellos, se destaca la estructura de producción desequilibrada y la consecuente dependencia de las importaciones para sostener el proceso de crecimiento.

El efecto “composición” del gasto no es tan relevante en el caso de las importaciones intermedias inducidas. A pesar de ello, su contribución es positiva en la mayoría de los años. En sintonía con lo comentado previamente, los cambios en las prioridades de financiamiento del sector público estuvieron orientadas a sectores que activan más importaciones relativamente.

**Gráfico 3 | Descomposición estructural de la variación de importaciones intermedias inducidas por el gasto público**

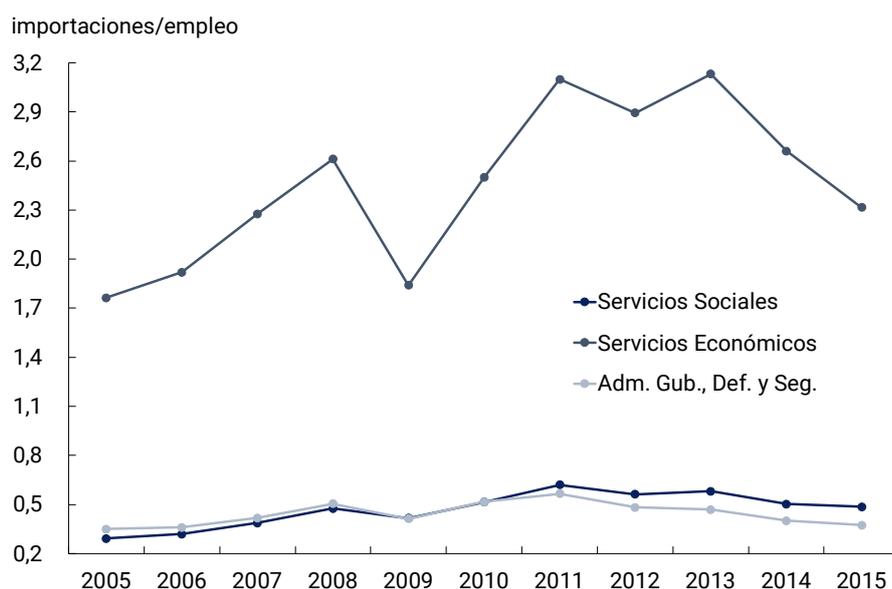


#### 4.3. Análisis de ratios importaciones-empleo según tipo de gasto

Los problemas asociados a la ausencia de financiamiento externo requieren que la política de gasto considere, como parte de sus objetivos fundamentales, la maximización del nivel empleo sujeto al mínimo consumo de importaciones. Una manera alternativa para analizar la incidencia diferenciada del tipo de gasto es a través de comparar la razón entre importaciones activadas y empleos activados. Este indicador refleja el costo en divisas requerido para crear un puesto de

trabajo. En el Gráfico 4 se observa que la razón importaciones/empleo del gasto en “Servicios económicos” triplica las de los gastos restantes durante todo el período. Además, mientras que esta razón es relativamente estable entre 2005-2015 para el caso de los gastos de “Servicios sociales” y de “Administración gubernamental, servicios de defensa y seguridad social”, la del gasto en “Servicios económicos” aumentó. Mientras que en 2005 se activaban US\$ 1.736,7 de importaciones para activar un puesto de trabajo, en 2015 se activaban US\$ 2.314,6.

**Gráfico 4 | Razón entre importaciones activadas y empleo activado según tipo de gasto**



## 5. Conclusiones

En este trabajo nos enfocamos en analizar la incidencia del gasto público en Argentina durante 2005-2015 sobre las importaciones y el empleo. En base a nuestro análisis teórico, sugerimos que el gasto público puede afectar el nivel normal de producto y, por lo tanto, el nivel de empleo del sistema económico. No obstante, en los países periféricos, como es el caso de Argentina, existe un umbral por encima del cual el nivel de gasto no es sostenible debido al conocido problema de la restricción externa. En este contexto, la política fiscal debe promover la máxima creación de empleo consumiendo el mínimo de divisas posible. Para aproximarse a la resolución de este objetivo, es importante analizar si existe una incidencia diferenciada en los diferentes tipos de gasto público.

En base al análisis insumo-producto, computamos las importaciones y los empleos inducidos por el gasto público corriente. A su vez, nos enfocamos en observar el impacto diferenciado del gasto según su finalidad. En base a esta clasificación, distinguimos el gasto en “Administración gubernamental, servicios de defensa y seguridad social”, “Servicios sociales” y “Servicios económicos”. Esta división responde, indirectamente, a las diferentes acciones que lleva a cabo el estado en el sistema económico.

La base de datos que empleamos fue la tabla de insumo-producto producida por la OCDE. Entre 2005 y 2015, el estado incrementó su incidencia en el sistema económico. A su vez, se evidencian importantes transformaciones en la composición del gasto público. Específicamente, el gasto en “Servicios económicos” cobra mayor relevancia en detrimento del gasto en servicios de gobierno (“Administración gubernamental, servicios de defensa y seguridad social”).

El análisis de descomposición estructural demuestra que la principal causa del aumento de las variables analizadas se debe a incrementos en el nivel del gasto público corriente. Por su parte, los cambios en la composición del gasto, los cuales reflejan, en última instancia, cambios en la orientación de la política económica, tuvieron un rol importante. Estos cambios tendieron a disminuir el empleo y a aumentar las importaciones inducidas. En esencia, la modificación de la proporción del gasto en “Servicios económicos” condujo a un mayor consumo de importaciones con menor capacidad de creación de empleo del gasto en el agregado.

En base a estos resultados, sería conveniente inquirir con mayor profundidad las alternativas para mejorar la eficiencia de este tipo de gasto para minimizar el consumo de divisas que genera y aumentar su capacidad de generar empleo. Es importante destacar que tal estrategia es una condición necesaria pero no suficiente. Para sostener el nivel de gasto público, es primordial ampliar las fuentes de financiamiento de divisas.

Para cerrar, es importante destacar que nuestras computaciones solamente ofrecen una mirada parcial de la incidencia del estado en el sistema económico, ya que a partir de los datos empleados no es posible identificar el gasto en transferencias monetarias, el gasto de capital y el rol productivo de las empresas públicas. En este sentido, el espíritu de nuestra indagación es el de mostrar la relevancia de las técnicas de análisis insumo-producto para el diseño y la implementación de la política fiscal en una economía periférica con restricción externa.

## Referencias

- Ackley, G. (1978); *Macroeconomics: Theory and Policy*, Macmillan Publishing Co., Inc.
- Amar, A., Torchinsky Landau, M., y Wirkierman, A. L. (2016); "Descomposición alternativa de los componentes de la demanda agregada: hacia un análisis del corto plazo con más contenido estructural", CEPAL Naciones Unidas, Serie Estudios y Perspectivas, N° 47.
- Amico, F. (2013a); "Crecimiento, distribución y restricción externa en Argentina", *Revista Circus*, 5, pp. 31-80.
- Amico, F. (2013b); "La política fiscal en el enfoque de Haavelmo y Kalecki. El caso Argentino reciente", Centro de Economía y Finanzas para el Desarrollo de la Argentina (CEDIFAR), N° 51.
- Barba, A., y Pivetti, M. (2009); "Rising Household Debt: Its Causes and Macroeconomic Implications - A Long-period Analysis", *Cambridge Journal of Economics*, 33(1), pp. 113-137. <https://doi.org/10.1093/cje/ben030>
- Cibotti, R., y Sierra, E. (1981); *El sector público en la planificación del desarrollo*, Siglo XXI.
- Crovetto, N., Hang, G., y Martino, B. (2017); "La inversión pública en la Argentina: dinámica, composición y efectos sobre la estructura productiva", sin publicar.
- Dvoskin, A., y Feldman, G. D. (2018); "Income Distribution and the Balance of Payments: A Formal Reconstruction of some Argentinian Structuralist Contributions - Part II: Financial Dependency", *Review of Keynesian Economics*, 6(3), pp. 369-386. <https://doi.org/10.4337/roke.2018.03.05>
- Eatwell, J. (1983); "The Long-Period Theory of Employment", *Cambridge Journal of Economics*, 7(3/4), pp. 269-285.
- Fiorito, A. (2015); "Patrones de desarrollo y distribución del ingreso en la Argentina", Centro de Economía y Finanzas para el Desarrollo de la Argentina (CEFIDAR), N°70.
- Garegnani, P. (1992); "Some Notes for an Analysis of Accumulation", en *Beyond the Steady State: A Revival of Growth Theory* (pp. 47-71), Palgrave Macmillan, Reino Unido. [https://doi.org/10.1007/978-1-349-10950-0\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-349-10950-0_3)
- Garegnani, P. (2015); "The Problem of Effective Demand in Italian Economic Development: On the Factors that Determine the Volume of Investment", *Review of Political Economy*, 27(2), pp. 111-133. <https://doi.org/10.1080/09538259.2015.1026096>
- INDEC (2001); *Matriz Insumo Producto Argentina 1997*, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

INDEC (2016); *Cuentas nacionales: metodología de estimación: base 2004 y serie a precios constantes y corrientes*, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

Kaldor, N. (1955); "Alternative Theories of Distribution", *The Review of Economic Studies*, 23(2), pp. 83-100. <https://doi.org/10.2307/2296292>

Keynes, J. M. (1943); *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*, Fondo de Cultura Económica.

Kurz, H. D. (1994); "Growth and Distribution", *Review of Political Economy*, 6(4), pp. 393-420. <https://doi.org/10.1080/09538259400000019>

Miller, R. E., y Blair, P. D. (2009); *Input-Output Analysis* (2nd ed.), Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511626982>

Monza, A. (1976); "Crecimiento y demanda", *El Trimestre Económico*, 43(169), pp. 107-140.

Petri, F. (2004); *General Equilibrium, Capital and Macroeconomics: A Key to Recent Controversies in Equilibrium Theory*, Edward Elgar Publishing.

Puig, J. P. (2014); "Multiplicador del gasto público en Argentina", Universidad Nacional de La Plata. <https://doi.org/10.35537/10915/37528>

Rezk, E., Avramovich, M. C., y Basso, M. (2006); "Dynamic Effects of Fiscal Shocks Upon Diverse Macroeconomic Variables: A Structural VAR Analysis for Argentina", SSRN Electronic Journal. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2005159>

Salvatore, N., y Debowicz, D. (2007); "Metodología de análisis de resultados e impactos del plan nacional de inversión pública (PNIP). Cuantificación del Impacto del PNIP 2007-2009 en la Demanda Agregada y el Empleo", Ministerio de Economía y Producción.

Serrano, F. (1995); "Long Period Effective Demand and the Sraffian Supermultiplier", *Contributions to Political Economy*, 14, pp. 67-90.

Timmer, M. P., Dietzenbacher, E., Los, B., Stehrer, R., y de Vries, G. J. (2015); "An Illustrated User Guide to the World Input-Output Database: the Case of Global Automotive Production", *Review of International Economics*, 23(3), pp. 575-605. <https://doi.org/10.1111/roie.12178>

Trezzi, R., Anos-Casero, P., y Cerdeiro, D. (2010); "Estimating the Fiscal Multiplier in Argentina", The World Bank, Policy Research Working Papers, N° 5220. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-5220>

## Anexo A. Tablas de correspondencia

Sector OCDE	CIIU (rev. 4) Naciones Unidas	Descripción	Clasificación económica del gasto			Gasto por finalidad		
			Remuneraciones	Consumo de capital fijo	Uso de bienes y servicios	Servicios sociales	Servicios económicos	Administración gubernamental, defensa y seguridad social
1	01 a 03	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca			■		■	
2	05 a 06	Extracción de productos generadores de energía			■		■	
3	07 a 08	Extracción de productos no generadores de energía			■		■	
4	9	Actividades de servicios de apoyo para la explotación de minas y canteras			■		■	
5	10 a 12	Alimentos, Bebidas y Tabaco			■		■	
6	13 a 15	Textiles, prendas de vestir y cueros			■		■	
7	16	Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles			■		■	
8	17 a 18	Papel e imprenta			■		■	
9	19	Fabricación de coque y productos de la refinación del petróleo			■		■	
10	20 a 21	Fabricación de sustancias y productos químicos/farmacéuticos			■		■	
11	22	Fabricación de productos de caucho y de plástico			■		■	
12	23	Fabricación de otros productos minerales no metálicos			■		■	
13	24	Fabricación de metales comunes			■		■	
14	25	Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo			■		■	
15	26	Fabricación de productos de informática, de electrónica y de óptica		■			■	
16	27	Fabricación de equipo eléctrico		■			■	
17	28	Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.		■			■	
18	29	Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques		■			■	
19	30	Fabricación de otro equipo de transporte		■			■	
20	31a33	Fabricación de muebles; Otras industrias manufactureras; Reparación e instalación de maquinaria y equipo		■			■	
21	35 a 39	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado; Suministro de agua; evacuación de aguas residuales, gestión de desechos y descontaminación			■	■		
22	41 a 43	Construcción		■		■		
23	45 a 47	Comercio al por mayor y al por menor, Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas			■		■	
24	49 a 53	Transporte y almacenamiento			■		■	
25	55 a 56	Actividades de alojamiento y de servicio de comidas			■		■	
26	58 a 60	Actividades de edición; Actividades de producción de películas cinematográficas; Actividades de programación y transmisión vídeos y programas de televisión, grabación de sonido y edición de música			■		■	
27	61	Telecomunicaciones			■		■	
28	62 a 63	Programación informática, consultoría de informática, y actividades conexas; Actividades de servicios de información			■		■	
29	64 a 66	Actividades financieras y de seguros	■				■	
30	68	Actividades inmobiliarias			■	■		
31	69 a 82	Actividades profesionales, científicas y técnicas, Actividades de servicios administrativos y de apoyo			■	■		
32	84	Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria			■			■
33	85	Enseñanza			■	■		
34	86 a 88	Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social			■	■		
35	90 a 96	Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas; Otras actividades de servicios			■	■		
36	97 a 98	Actividades de los hogares como empleadores; actividades no diferenciadas de los hogares como productores de bienes y servicios para uso propio			■	■		

## **Anexo B. Metodología para deflactar las tablas insumo-producto**

### **Producción doméstica**

Para deflactar la demanda intermedia, la demanda final y el valor bruto de producción nacionales, se utilizaron las series históricas provistas por el INDEC, específicamente las “Series por sector de actividad económica: valor bruto de producción y valor agregado bruto. Años 2004-2021, por trimestre”.

La serie presenta información del valor bruto de producción a precios corrientes y constantes con año base 2004 para 56 sectores. Asimismo, los valores están nominados en pesos. Los 56 sectores se reagruparon para coincidir con los 36 sectores de la OCDE. Finalmente, los valores fueron convertidos a dólares empleando la serie de tipo de cambio provista por la OCDE.

### **Importaciones**

Para deflactar la matriz de demanda intermedia importada, se realizaron los siguientes pasos. Primero, se identificaron los principales países proveedores según sector. En base a esta información, se construyeron ponderadores móviles por sector.

Segundo, se extrajeron los índices de precios básicos de estos países de las “Cuentas socioeconómicas” provistas por la World Input-Output Database (WIOD), edición 2016, la cual presenta información de 56 sectores y 43 países (más una estimación del resto del mundo) para el período 2000-2014 (Timmer *et al.*, 2015). El año base en la WIOD es 2010, por lo que se debió cambiar para el año 2005. Además, en este caso también fue necesario reagrupar la información para que coincidan con los 36 sectores de la OCDE. Finalmente, debido a la falta de datos para 2015, se optó por que en este año se repitan los valores del año previo.

El último paso fue combinar la información obtenida en los pasos precedentes para obtener un índice promedio para cada sector económico.

# La economía argentina a través de la matriz Insumo-Producto interpaís. Análisis sobre su integración productiva entre 2007-2017

## **Germán Pinazo**

Universidad Nacional de General Sarmiento y CONICET, Argentina

## **Mariano Arana**

Universidad Nacional de General Sarmiento, Argentina

## **Gastón Bersano\***

Universidad Nacional de General Sarmiento, Argentina

## **Resumen**

Este trabajo analiza los cambios de la estructura económica argentina entre 2007 y 2017 a partir de indicadores construidos sobre la base de la matriz insumo-producto difundida en 2019 por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe que incorpora los datos de la región a la matriz global realizada por el Banco de Desarrollo de Asia. En primer lugar, se vinculan los trabajos sobre matrices dentro de la discusión económica sobre integración productiva en América Latina y se analiza el concepto de desarticulación productiva. Posteriormente se muestran los multiplicadores directos e indirectos de producción y empleo construidos para la Argentina, que permiten distinguir los impactos tanto en país como en otros países. El trabajo finaliza con una reflexión sobre las consecuencias de la desarticulación productiva sobre la generación de empleo en la Argentina.

*Códigos JEL:* B23, C67, F63, L60, O25.

*Palabras clave:* América del Sur, cadenas globales de valor, estructura económica argentina, matriz insumo-producto, política industrial.

*Presentado:* 31 de agosto de 2021 – *Aprobado:* 25 de agosto de 2022.

---

\* Agradecemos los comentarios de dos referís anónimos, siendo el contenido del trabajo responsabilidad exclusiva de los autores. Las opiniones vertidas en este trabajo no se corresponden necesariamente con las del BCRA o sus autoridades. Emails: gpinazo@campus.ungs.edu.ar, marana@campus.ungs.edu.ar, gastonbersano77@gmail.com.

# The Argentine economy through the Input-Output matrix. Analysis of its productive integration between 2007-2017

**German Pinazo**

National University of General Sarmiento & CONICET, Argentina

**Mariano Arana**

National University of General Sarmiento, Argentina

**Gaston Bersano**

National University of General Sarmiento, Argentina

## Summary

This paper analyzes the changes in the Argentine economic structure between 2007 and 2017 based on indicators built on the input-output matrix released in 2019 by the Economic Commission for Latin America and the Caribbean, which incorporates data from the region into the global matrix made by the Asian Development Bank. In the first place, the works on matrices are linked within the economic discussion on productive integration in Latin America and the concept of productive disarticulation is analyzed. Subsequently, the direct and indirect production and employment multipliers built for Argentina are shown, which allows to distinguish the impacts both in the country and in other countries. The article ends with a reflection on the consequences of the productive disarticulation on the generation of employment in Argentina.

*JEL Classification:* B23, C67, F63, L60, O25.

*Keywords:* Argentine economic structure, global value chains, industrial policy, input-output matrix, South America.

*Submitted:* August 31, 2021 – *Approved:* August 25, 2022.

## 1. Objetivos, antecedentes y relevancia

El objetivo de este trabajo es aportar al análisis de la estructura económica argentina a partir de indicadores construidos sobre la base de la matriz insumo-producto (MIP) difundida en 2019 por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) que incorpora los datos de la región a la matriz global realizada por el Banco de Desarrollo de Asia (BDA). Más específicamente, aportar a partir de la construcción de multiplicadores directos e indirectos de producción y empleo para la Argentina para 2007 y 2017, los cuales, a diferencia de los indicadores clásicos que sólo observan efectos multiplicadores dentro del país, permiten distinguir los impactos tanto en la Argentina como en otros países.

Tradicionalmente los análisis de Insumo-Producto entregaron una idea del grado de división del trabajo y de la fisonomía de la producción de las distintas economías nacionales. El alcance del modelo limitado solo a un país sentó las bases para el estudio de múltiples regiones más allá de las economías nacionales (Leontief *et al.*, 1977, p. 168). A pesar de que el espacio del comercio internacional y su relación con la estructura productiva fue un tópico de estos trabajos desde el inicio y que los estudios sobre matrices multirregionales son un derivado de las nacionales que se desarrollaron desde mediados del siglo pasado (Leontief, 1993 [1963]; Miller y Blair, 2009, p. 70), recién están siendo aprovechados plenamente en las últimas décadas gracias a una nueva disposición de datos. Las matrices interpaís se utilizan principalmente para fines similares a las matrices nacionales pero con una perspectiva regional y/o mundial que permite tener una mirada sobre la producción, comercio y distribución del valor, empleo e impacto ambiental en las Cadenas Globales de Valor (CGV) (UN, 2018, p. 521).

Los procesos de transnacionalización del capital y de la producción vienen potenciando hace tiempo los estudios relacionados a las CGV. Por diversas dificultades para establecer estadísticas confiables sobre años base para múltiples economías, hasta hace poco, no había posibilidades de relacionar de forma nítida los eslabonamientos productivos al interior de los países con el resto del mundo. Una de las iniciativas más relevantes fue la Matriz Insumo Producto Global (WIOD, 2016) elaborada por un proyecto financiado por la Comisión Europea de la Unión Europea que reconoce 56 industrias de 43 países en un modelo mundial para el período 2000-2014 y que no incluye a Argentina, a diferencia de la base de datos de Insumo-Producto de la OECD (2021) que sí lo hace, pero que deja de lado a una gran parte de los países latinoamericanos.

Hoy en día, a pesar de que hay una amplia bibliografía sobre las matrices interpaís, alentada por los nuevos formatos que pusieron a disposición una variedad de bases de datos sobre el tema (ver el Cuadro 1 en el Anexo), los trabajos orientados hacia América Latina se encuentran en pleno proceso de maduración.<sup>1</sup> Recientemente, Durán Lima y Banacloche (2021), publicaron un manual para operar sobre diferentes versiones de matrices regionales y multiregionales que contienen información de países latinoamericanos y que fueron construidas teniendo presente la estructura

---

<sup>1</sup> En el año 2019 la CEPAL llevó a cabo el seminario "Matrices de Insumo Producto como herramienta de Políticas Comerciales e Industriales en América Latina y el Caribe y su relación con Asia Pacífico". Quienes se interesen en otros casos latinoamericanos se les sugiere consultar las presentaciones del seminario y las bases de datos publicadas por CEPAL (2019).

productiva diferenciada de estos países respecto de otras regiones, donde, a partir de análisis generales de la región sobre eslabonamientos productivos y de dependencia de insumos importados, recomiendan estudiar los efectos multiplicadores en el contexto de las CGV y combinar estadísticas sociales de cada país para obtener resultados sobre el proceso productivo (p. 77).

Más escasas aún son las publicaciones que estudien la estructura económica argentina y su relación con el resto del mundo con matrices de este tipo, entre ellos, Amar y García Díaz (2018), Pinazo (2019) y Zack y Gentili (2020) utilizaron de base la matriz de la OECD, en el primer caso para indagar sobre la integración productiva entre Argentina y Brasil, en el segundo caso, para estudiar cómo impactó la nueva división del trabajo en la periferia y, el tercero, revisó la inserción internacional de la Argentina según la clasificación de comercio por grandes rubros con una mirada sobre el problema de la restricción externa. Por otro lado, además de utilizar la matriz de la OECD, el trabajo de Amar y Torchinsky Landau (2019) se destaca por los usos de la MIP Sudamericana elaborada por CEPAL con base 2011 (CEPAL, 2019). Aquí se estudian las actividades productivas integradas regionalmente y se amplía el análisis a países que no están en la base original (como México y el resto del mundo). Concluyen que la integración a las CGV de la región fue acotada y heterogénea, pero que se mantuvo la base de la inserción comercial a través de la exportación de productos primarios y sus derivados.

Este trabajo busca aportar a un tema relevante y poco explorado sobre la estructura económica argentina. Los últimos datos oficiales del Instituto Nacional de Estadística y Censo de Argentina (INDEC) de multiplicadores de producción y empleo están contruidos con datos de 1993/94 y las últimas actualizaciones realizadas en ámbitos académicos no permiten distinguir efectos en el país de efectos en otros países (Byrne, 2019). La novedad de lo presentado aquí estriba, justamente, en poder distinguir cuánto de esos efectos ocurren en la propia Argentina y cuántos en otro país. Esta última diferenciación, por ende, nos permite a su vez aportar al conocimiento de un problema relevante: cuán integrada está la economía argentina en términos de aprovisionamiento de insumos en sus distintas cadenas de producción (en la medida en que estos efectos son una consecuencia de los eslabonamientos productivos existentes entre los distintos sectores; de las relaciones directas e indirectas de provisión de insumos intersectoriales).<sup>2</sup>

Este tema de la integración ha sido históricamente importante dentro de las discusiones sobre la problemática del desarrollo económico, especialmente en América Latina, y sigue siendo relevante en el marco de las CGV. Efectivamente, no son pocos los autores que señalan que, aún hoy, en un contexto de una producción globalmente fragmentada, la integración de la cadena de suministro de insumos en los espacios nacionales de los países es clave en el desarrollo de capacidades que están relacionadas con sus trayectorias y desempeños.

---

<sup>2</sup> Siguiendo a Amar y Torchinsky Landau (2019), entendemos que, en relación con el problema de los encadenamientos productivos, podemos usar el término "integración" en dos sentidos: uno vinculado a la proporción de insumos locales como parte del total de insumos consumidos en una rama de actividad o país y otro vinculado al grado en que una economía o una rama se relaciona como proveedora de otros países. En este trabajo nos concentraremos en el primero de los sentidos. Ambos términos se vinculan al modo en que las cadenas de valor se integran atravesando distintos espacios nacionales.

Autores como Pisano y Shih, por ejemplo, hace tiempo que señalan que los procesos de outsourcing, además de los impactos más evidentes en términos de efectos multiplicadores, terminan redundando en la pérdida de “masa crítica de habilidades laborales y conocimiento científico” que redundan en una falta de apoyo “a los proveedores de actividades ascendentes y descendentes, quienes, a su vez, también se ven obligados a mudarse” (2009, p. 3). Algo similar puede encontrarse en trabajos más novedosos como los de Alcacer y Oxley (2014); o, más recientemente, en autores como Adewale, que afirman que la sustitución de importaciones, aún en el siglo XXI, puede ser vista en países en vías de desarrollo como un “catalizador de diversificación económica” y una forma “de ganar la experiencia industrial necesaria para iniciar procesos de exportación competitiva” (2017, p. 144).

En lo que sigue, se presentarán algunos datos de contexto sobre comercio regional de los países de América del Sur en términos de aprovisionamiento de insumos intermedios para los años 2007 y 2017 y algunos datos generales de la economía argentina vinculados a los cambios en materia de peso de insumos importados en el Valor Bruto de Producción (VBP). En el tercer apartado se aborda el aporte central del trabajo vinculado a la construcción de los multiplicadores directos e indirectos de producción y empleo para la Argentina. En todo momento trabajaremos con la MIP CEPAL-BDA. El trabajo finaliza con una reflexión sobre la evidencia presentada.

## 2. Algunos datos de contexto

A los fines de este trabajo, entendemos que es útil comenzar con algunos datos de contexto vinculados a los niveles y los cambios del comercio de insumos de la región a la que pertenece Argentina y a su especificidad en relación con otras regiones.

En los siguientes gráficos presentamos dos cosas. En el primero, mostramos el peso de los insumos que los países, agrupados por regiones, compran a otros países de la misma región (descartando lo que se compran a sí mismos), tanto para 2007 como para 2017. En el segundo, presentamos cuáles son los principales países proveedores de insumos en la región cuando se descartan los insumos que los países se compran a sí mismos, específicamente para América del Sur.

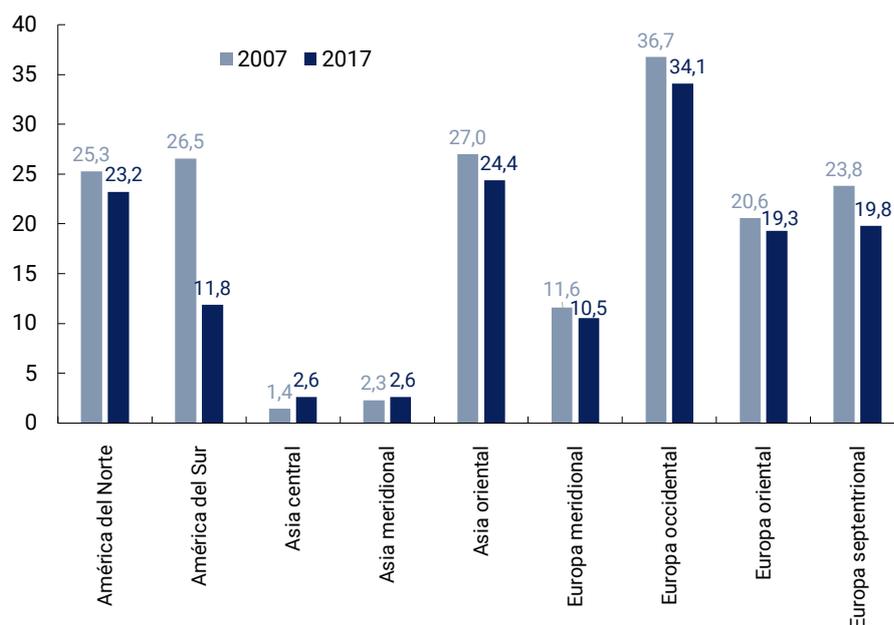
En el primer gráfico se puede observar no sólo la caída que ha exhibido América del Sur entre 2007 y 2017 en términos del peso de los insumos comprados en la misma región con relación al total de insumos comprados, sino cómo en 2017 pasó a convertirse en una de las regiones menos integradas del planeta (en términos de aprovisionamiento de insumos intrarregional), en niveles cercanos a los de Europa Meridional (ver en el Anexo nombres y grupos de países).

Lo anterior es consistente la evidencia presentada por Amar y Torchinsky Landau (más exhaustivo sobre el problema de las CGV en América del Sur), quienes señalan que la integración productiva del continente:

*“... está dada mayoritariamente por su FL [encadenamiento hacia ‘adelante’], superior al promedio global, lo que se asocia a un patrón exportador fundamentalmente basado en*

recursos naturales que son luego procesados en terceros países y vueltos a exportar (...) mientras el FL creció en línea con el promedio mundial, el BL [encadenamientos 'hacia atrás'] lo hizo a un ritmo mayor, lo que refleja que las exportaciones de la región tuvieron una dinámica de incorporación de valor agregado extranjero en las exportaciones más acelerada que el resto del mundo." (2019, p. 15).

**Gráfico 1 | Peso de los insumos comprados en la misma región sobre los insumos totales comprados a otros países (en %). Regiones seleccionadas, 2007-2017**



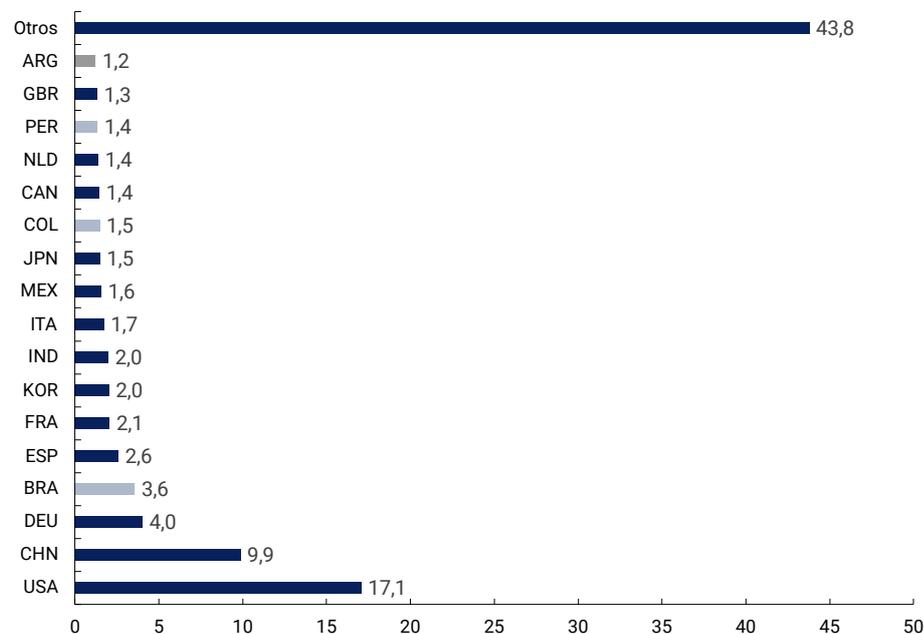
Fuente: elaboración propia sobre la base de la matriz insumo-producto de la CEPAL-BDA.

En línea con lo anterior, en el Gráfico 2 podemos ver quiénes son, en este contexto, los principales proveedores de insumos de los países de la región cuando éstos deben importarlos. Lo que llama la atención especialmente es la escasa participación de los países de América del Sur en la provisión regional de insumos. Llama la atención también la participación de Argentina, que solo provee el 1,23% de los bienes intermedios importados por los países de la región, detrás incluso de países sin la tradición industrial argentina como Perú y Colombia.

Para continuar con algunos datos de contexto, en el Cuadro 1 presentamos tanto los cambios en el peso de las distintas ramas en el valor agregado (VA) total de la economía argentina entre 2007 y 2017, como la relación entre insumos importados y VA para dichas ramas y los cambios entre uno y otro año. Hay varias cuestiones a destacar: en primer lugar, la caída en la participación de todas las ramas industriales entre 2007 y 2017 sin excepciones. En segundo lugar, en todas las ramas, sin excepción, aumentó la relación entre insumos importados y el VA, siendo la industria automotriz (por amplia diferencia), la de Equipo eléctrico y óptico y la de Maquinarias y equipo las que más aumentos exhiben en términos de requerimientos importados por unidad de producto.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Cuando se analiza el cociente en términos de VBP la única excepción es la rama Agricultura, silvicultura, caza y pesca.

**Gráfico 2 | Principales proveedores de insumos intermedios importados de América del Sur (en % sobre el total), 2017**



Fuente: elaboración propia sobre la base de la matriz insumo-producto de la CEPAL-BDA.

**Cuadro 1 | Participación de las ramas de actividad en el valor agregado y relación entre insumos importados y valor agregado, 2007-2017**

Rama	% VA			Impo/VA			Impo/VBP		
	2017	2007	Diferencia	2017	2007	Diferencia	2017	2007	Diferencia
Agricultura, silvicultura, caza y pesca	10,0	8,1	▲ 1,8	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	-0,01
Maquinarias y equipos (excluye maquinaria eléctrica)	0,8	1,0	▼ -0,2	0,29	0,13	0,16	0,13	0,06	0,07
Equipo eléctrico y óptico	1,0	1,3	▼ -0,3	0,36	0,15	0,21	0,14	0,06	0,08
Automotores y sus piezas y partes	1,3	3,1	▼ -1,9	0,68	0,23	0,45	0,19	0,06	0,13
Otras manufacturas	0,5	0,7	▼ -0,2	0,07	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02
Electricidad gas y agua	2,3	2,4	▼ 0,0	0,30	0,17	0,14	0,15	0,08	0,08
Construcción	3,7	4,3	▼ -0,6	0,10	0,05	0,05	0,04	0,02	0,02
Transporte y almacenamiento	5,4	5,5	▼ -0,2	0,10	0,06	0,04	0,05	0,03	0,02
Correos y telecomunicaciones	1,7	1,5	▲ 0,1	0,23	0,13	0,10	0,13	0,07	0,06
Finanzas y seguros	3,0	2,5	▲ 0,5	0,05	0,03	0,02	0,03	0,02	0,01
Servicios empresariales	13,8	10,2	▲ 3,6	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01
Petróleo y minería	5,4	4,9	▲ 0,5	0,06	0,03	0,02	0,03	0,02	0,01
Otros servicios	32,2	25,3	▲ 6,9	0,04	0,03	0,01	0,03	0,02	0,01
Alimentos, bebidas y tabaco	5,4	9,9	▼ -4,5	0,04	0,01	0,03	0,01	0,00	0,01
Textiles, confecciones y calzado	2,6	3,3	▼ -0,8	0,10	0,05	0,05	0,04	0,02	0,02
Madera, celulosa y papel	1,8	2,0	▼ -0,3	0,16	0,07	0,09	0,07	0,03	0,04
Química, petroquímica y farmacia	3,9	6,6	▼ -2,8	0,17	0,06	0,11	0,05	0,02	0,04
Caucho y plástico	1,3	1,8	▼ -0,5	0,24	0,09	0,14	0,09	0,03	0,05
Minerales no metálicos	0,8	0,9	▼ -0,1	0,08	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02
Metales y productos de metal	3,4	4,5	▼ -1,2	0,11	0,05	0,07	0,04	0,02	0,03

Fuente: elaboración propia sobre la base de la matriz insumo-producto de la CEPAL-BDA.

### 3. Los multiplicadores de empleo y producto en la Argentina

En esta sección presentamos los datos para los años 2007 y 2017 de los multiplicadores directos e indirectos de producción y empleo de la economía argentina. Comenzamos analizando cómo fueron calculados. En primer lugar, llamaremos  $Z$  a la matriz de  $n$  filas y  $n$  columnas que obtenemos luego de eliminar, de la matriz original de la CEPAL-BDA, todas las columnas correspondientes a demanda final y a sumas totales, y las filas de totales de usos intermedios, impuestos, márgenes de comercio, VA y VBP (estas dos últimas, como veremos, serán usadas luego). Así entonces, la matriz  $Z$  es una matriz cuadrada donde figuran las demandas de insumos de 20 ramas de actividad provenientes de 73 países (columnas), y el origen de esas compras desagregado en 20 ramas de actividad de estos 73 países (filas). Cada fila y cada columna de la matriz  $A$  llevan los rótulos de un país y rama de actividad. Ejemplo, ARG12 es la industria automotriz de Argentina.

$$Z \in R^{n \times n} \quad (1)$$

En segundo lugar, definimos  $VBP$  como la matriz de una fila y  $n$  columnas que surge de la matriz original de la CEPAL y expresa el valor bruto de producción de todas las ramas de actividad de todos los países para los que hay datos:

$$VBP \in R^{1 \times n} \quad (2)$$

Llamamos  $z_{ij}$  al elemento de la matriz  $Z$  ubicado en la fila  $i$ , columna  $j$  y expresa cuántos insumos necesita el país/rama  $j$  del país/rama  $i$ . Y llamamos  $vbp_{1j}$  al elemento de la  $VBP$  que corresponde al elemento de la fila 1 y la columna  $j$ .

Para calcular los requerimientos de producción (o multiplicadores directos, como los llamaremos luego) el primer paso es dividir todos los elementos de  $Z$  por los elementos de  $VBP$ . Así, llamaremos  $A$  a nuestra matriz de requerimientos directos de producción y a  $a_{ij}$  como un elemento de  $A$  que surge de dividir cada elemento  $a$  de la fila  $i$  y columna  $j$ , por su correspondiente elemento  $vbp$  de la columna  $j$ . En otras palabras,  $a_{ij}$  será el valor de producción que requiere  $j$  de  $i$  para producir una unidad de  $VBP$ , y el efecto multiplicador directo del país/rama  $j$  sobre ( $a_j$ ) será la suma de todos esos requerimientos de los países/rama  $i$ :

$$A \in R^{n \times n} \quad (3)$$

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{vbp_{1j}} \quad (4)$$

$$a_j = \sum_{i=1}^n a_{ij} \quad (5)$$

Para el cálculo de los Requerimientos Indirectos (o multiplicadores indirectos) necesitamos calcular a su vez todos los insumos que se requieren para producir estos requerimientos directos. Por lo tanto, lo primero que hacemos es identificar  $A^j$  como el vector columna  $j$  de la matriz  $A$ , es decir,

identificamos el conjunto de requerimientos directos del país/rama  $j$  cuyos requerimientos indirectos queremos calcular. Luego multiplicamos dicho vector por la matriz de requerimientos directos de producción,  $A$ :

$$I_1^j = A \cdot A^j \quad (6)$$

Ahora lo que tenemos son los requerimientos para producir los requerimientos directos del vector columna  $j$  de la matriz  $A$ . Lo que necesitamos, luego, son los requerimientos para producir  $I_1^j$  y así sucesivamente. Así, los multiplicadores indirectos serán la suma de todos los requerimientos que fueron necesarios para producir  $A^j$ . En la práctica, realizamos la iteración hasta que  $I_r^j$  alcanza un valor despreciable. Luego, el multiplicador indirecto es la suma de los  $n$  valores del vector  $IN^j$  (algebraicamente, lo expresamos como la realización del producto interno de  $IN^j$  por un vector de  $n$  valores de 1 en sus elementos,  $\mathbf{1}_n$ ):

$$I_2^j = A \cdot I_1^j \quad (7)$$

$$I_{n+1}^j = A \cdot I_n^j \quad (8)$$

$$IN^j = \sum_{r=1}^{\infty} I_r^j \quad (9)$$

$$in_j = IN^j \cdot \mathbf{1}_n \quad (10)$$

Ahora bien, lo que tenemos hasta aquí son las variaciones directas e indirectas en el  $VBP$  de todas las ramas y todos los países que se producen ante un aumento de 1 dólar del  $VBP$  en el país/rama  $j$ . También podemos calcular, con los mismos procedimientos, los multiplicadores de valor agregado; es decir, las variaciones directas e indirectas en el  $VA$  ante aumentos de 1 dólar en el  $VA$  en el país/rama  $j$ .<sup>4</sup>

Siendo  $VA \in R^{1 \times n}$  una matriz de una fila y  $n$  columnas que surge de la matriz original de la CEPAL que indica el VA de todas las ramas de actividad de todos los países para los que hay datos, podemos calcular  $VAI$  como la matriz de una fila y  $n$  columnas que surge de dividir todos los elementos de  $VA$  por los de  $VBP$  de la siguiente manera:

$$VAI \in R^{1 \times n} \quad (11)$$

$$vai_j = \frac{va_{1j}}{vbp_{1j}} \quad (12)$$

---

<sup>4</sup> Elegimos usar estos últimos porque entendemos que, de usar los cálculos con base en el VBP, estaríamos sobreestimando los efectos de las ramas que tienen un bajo cociente VA/VBP y "agregan valor" en el final de las cadenas productivas.

$VAI \in R^{1 \times n}$  es entonces una matriz de una fila y  $n$  columnas que expresa el componente de  $VA$  por cada dólar de  $VBP$  de todas las ramas y todos los países.  $va_{1j}$  es un elemento de  $VAI$  que corresponde al elemento de la fila 1 y la columna  $j$  y  $vbp_{1j}$  un elemento de  $VBP$  que corresponde al elemento de la fila 1 y la columna  $j$ .

Siendo  $vai_i$  el componente de  $VA$  por unidad de  $VBP$  de todos los países/rama  $i$ , que se multiplican por los requerimientos directos (o multiplicadores) de producción de todas las ramas/países  $i$  que se necesitan para producir un dólar del país/rama  $j$ , y cuyo resultado se divide en todos los casos por el dato  $vai_j$  del país/rama cuyo multiplicador estemos calculando (para que los requerimientos de  $VA$  reflejen las variaciones ante aumentos en 1 dólar de  $VA$  de la rama que estamos estudiando).  $MVA^j$  será entonces un vector de  $n$  elementos  $mva_{ij}$  que expresen los multiplicadores directos (requerimientos directos) que precisa el país/rama  $j$  de los países/rama  $i$ , y  $mva_j$  es el número que expresan los requerimientos totales de  $VA$  directos ante variaciones de 1 dólar en el  $VA$  de  $j$ . Formalmente, podemos expresarlo así:

$$mva_{ij} = vai_i \cdot a_{ij} \cdot \frac{1}{vai_j} \quad (13)$$

$$mva_j = \sum_{i=1}^n mva_{ij} \quad (14)$$

$mva$  es lo que la literatura define como un “multiplicador neto de valor agregado” (Dietzenbacher, 2005; Miller y Blair, 2009, p. 281). “Neto” porque no incorporan en el cálculo ni el efecto inicial que da origen a la secuencia de multiplicación, ni el tamaño de los sectores sobre los cuales el multiplicador es calculado.<sup>5</sup> La literatura señala que estos multiplicadores deberían incorporar cálculos complementarios que incluyan estos elementos, si de lo que se trata es de modelizar sobre posibles impactos agregados de cambios en el producto sectorial, dado que es posible, por ejemplo, que existan cuellos de botella en determinados sectores. “El aumento de una unidad de producto usualmente requiere un mayor esfuerzo en pequeñas industrias que lo que requiere en grandes” (Dietzenbacher, 2005, p. 425, traducción propia). Este artículo no pretende analizar posibles impactos en el conjunto de la economía argentina derivados de variaciones en el producto sectorial, sino analizar los cambios en los encadenamientos productivos de cada sector entre 2007 y 2017; en este sentido, si bien incorporaremos datos sobre el tamaño de los sectores (como en el Gráfico 3), entendemos que el indicador más adecuado para medir encadenamientos es el de multiplicadores netos y de valor agregado (y no valor bruto de producción, por lo motivos señalados anteriormente).

En el caso de los multiplicadores indirectos, el procedimiento es similar, solo que, en vez de multiplicar por los requerimientos directos, usamos los indirectos (en este caso, el elemento  $i$  del vector de requerimientos indirectos del país/rama  $j$ ,  $IN_i^j$ ).  $INVA^j$  será entonces un vector de  $n$  elementos  $inva_{ij}$  que expresen los requerimientos directos que precisa el país/rama  $j$  de los países/rama  $i$ , e  $inva_j$  es el número que expresan los requerimientos totales de  $VA$  directos ante variaciones de 1 dólar en el  $VA$  de  $j$ .

<sup>5</sup> Es muy interesante el ejercicio que realizan Schteingart et al. (2021, p. 35) para la Argentina para mitigar las limitaciones de los multiplicadores netos.

$$inva_{ij} = vai_i \cdot IN_i^j \cdot \frac{1}{vai_j} \quad (15)$$

$$inva_j = \sum_{i=1}^n inva_{ij} \quad (16)$$

Por último, para calcular los multiplicadores de empleo del país/rama  $j$ , simplemente hacemos dos operaciones. Primero, definimos *EMPVA* como el vector cuyos elementos  $i$  contienen las unidades de empleo por cada dólar de *VA* para todos los países/rama  $i$ .<sup>6,7</sup> Luego, para calcular cuántos puestos de trabajo necesita el país/rama  $j$  para aumentar en 1 dólar su *VA*, multiplicamos cada elemento del vector (elementos que llamamos *empva<sub>i</sub>*) por los requerimientos directos e indirectos de producción *mva<sub>ij</sub>*. Por último, para que los multiplicadores expresen la cantidad de puestos de trabajo con relación a cada puesto de trabajo que se crea en el país/rama  $j$ , dividimos esa suma por el elemento de *EMPVA* que corresponde a dicho país/rama (*empva<sub>j</sub>*). En resumen, los cálculos de los multiplicadores directos (*emp\_directo<sub>j</sub>*) e indirectos (*emp\_indirecto<sub>j</sub>*) de empleo del país/rama  $j$  pueden expresarse de la siguiente manera:

$$emp\_directo_j = \sum_{i=1}^n (mva_{ij} \cdot empva_i) / empva_j \quad (17)$$

$$emp\_indirecto_j = \sum_{i=1}^n (inva_{ij} \cdot empva_i) / empva_j \quad (18)$$

En el Cuadro 2 presentamos los multiplicadores de producción (MP, lo que definimos anteriormente como *mva* e *inva*) de la economía argentina para el año 2017 desagregando varias cosas. Por un lado, se observan diferenciados los multiplicadores directos e indirectos de producción y, por otro, en lo que refiere a los multiplicadores tanto directos como indirectos, se distingue entre los efectos que se producen en la economía argentina y los que se producen en otro país, separando a su vez, dentro de estos últimos, los que se producen en otros países de América del Sur de los que ocurren en el resto de mundo.<sup>8</sup> Esta última cuestión nos parece central. Si mirásemos solo el dato de impactos en la Argentina, no podríamos distinguir cuánto del dato del efecto se relaciona con las características técnicas de la actividad y cuánto con las características propias de la Argentina en términos de integración local de esa actividad y de las actividades con las que se relaciona.

<sup>6</sup> Para calcular el empleo por rama de actividad realizamos varias cuestiones. Primero tomamos los datos de empleo registrado privado por rama de actividad (agrupada a dos dígitos) del Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la Nación. Esos datos fueron agrupados según la clasificación de rama de actividad en la que aparecen los datos presentados en la MIP de la CEPAL-BDA. Luego tomamos los datos de la Encuesta Permanente de Hogares del INDEC para calcular la parte de empleo no registrado de cada una de las ramas, que fueron agrupadas utilizando el mismo criterio. Así pudimos estimar el empleo total por rama de actividad para los años 2007 y 2017. Los resultados pueden consultarse en el Anexo.

<sup>7</sup> En la práctica, sólo realizamos el cálculo para los países/rama de Argentina.

<sup>8</sup> La matriz CEPAL-BDA provee datos de vínculos intersectoriales para 9 países de América del Sur: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Paraguay, Perú, Venezuela, Uruguay.

**Cuadro 2 | Multiplicadores de producción directos e indirectos en Argentina, en otro país de América del Sur y otros países, 2017**

Rama	MD en Arg	MD en otro país de A del Sur	MD Resto del Mundo	MI en Arg	MI en otro país de A del Sur	MI Resto del Mundo	Efecto Total	Efecto en Argentina	Argentina/ Total	A del Sur / Total
Automotores y sus piezas y partes	0,6	0,1	0,2	0,5	0,2	0,6	2,0	1,1	0,5	0,6
Alimentos, bebidas y tabaco	1,2	0,0	0,0	0,7	0,0	0,1	2,0	1,8	0,9	0,9
Química, petroquímica y farmacia	0,9	0,0	0,1	0,5	0,0	0,2	1,7	1,4	0,8	0,8
Caucho y plástico	0,6	0,0	0,1	0,5	0,1	0,3	1,5	1,1	0,7	0,8
Metales y productos de metal	0,6	0,0	0,0	0,5	0,1	0,1	1,4	1,2	0,8	0,9
Equipo eléctrico y óptico	0,5	0,0	0,1	0,4	0,0	0,3	1,4	0,9	0,7	0,7
Madera, celulosa y papel	0,6	0,0	0,0	0,4	0,1	0,1	1,3	1,0	0,8	0,9
Textiles, confecciones y calzado	0,5	0,0	0,0	0,4	0,0	0,1	1,1	0,9	0,8	0,9
Maquinarias y equipos (excluye maquinaria eléctrica)	0,4	0,0	0,1	0,3	0,1	0,2	1,1	0,7	0,7	0,7
Minerales no metálicos	0,5	0,0	0,0	0,4	0,0	0,1	1,1	0,9	0,8	0,9
Construcción	0,5	0,0	0,0	0,4	0,0	0,1	1,1	0,9	0,8	0,9
Otras manufacturas	0,4	0,0	0,0	0,4	0,0	0,1	1,0	0,8	0,8	0,9
Electricidad gas y agua	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,8	0,4	0,5	0,7
Correos y telecomunicaciones	0,3	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,7	0,4	0,6	0,7
Transporte y almacenamiento	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1	0,6	0,5	0,7	0,8
Petróleo y minería	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1	0,6	0,5	0,8	0,9
Finanzas y seguros	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,6	0,5	0,8	0,9
Agricultura, silvicultura, caza y pesca	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,6	0,5	0,9	0,9
Otros servicios	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,5	0,4	0,8	0,9
Servicios empresariales	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,4	0,3	0,9	0,9

Fuente: elaboración propia sobre la base de la matriz insumo-producto de la CEPAL-BDA.

En línea con esto último, en dos artículos recientes del Centro para la Producción XXI (Scheingart *et al.*, 2021 y Molina *et al.*, 2021), que trabajaron con un recorte de la estimación de la Matriz Insumo-Producto 2015 elaborada por los entonces Ministerios de Producción y de Energía durante el año 2017, puede observarse, entre otros valiosos aportes, un ordenamiento de sectores en función de la magnitud de sus efectos multiplicadores que, por ejemplo, ubican a la fabricación de vehículos automóviles por detrás del sector de Electricidad, agua y gas o de Restaurantes (Molina *et al.*, p. 26), o que la fabricación de maquinaria y equipo posee un coeficiente de encadenamientos hacia atrás apenas superior al promedio. Lo que lógicamente no podemos saber es si este ordenamiento está estrictamente vinculado a un problema de, efectivamente, la cantidad de requerimientos productivos de las actividades en cuestión en Argentina o si estos requerimientos son satisfechos con bienes y servicios que son producidos en otros países. La posibilidad de discriminar estas dos cuestiones y de ver los cambios en el tiempo (que es justamente lo que permiten las matrices interpaís y lo que intentamos presentar aquí) es clave para discernir si es deseable y, junto a otras consideraciones, si es posible, desarrollar políticas, por ejemplo, de sustitución de importaciones en dichos sectores. En Byrne (2019, p. 103), por último, se señala que la fabricación de automóviles y los metales y productos del metal son “sectores independientes” que se caracterizan por no participar demasiado del proceso productivo local. Y luego se define como “estratégicos” a los sectores en función, entre otras cosas, de sus encadenamientos. Si bien se aclara que este “aislamiento” está vinculado al “rol de ensamblaje que tienen dentro de la cadena global de valor”,

no es posible estimar, sólo con los impactos en la economía argentina, la magnitud de esos encadenamientos potenciales.

Así, las últimas columnas distinguen cuánto del efecto multiplicador total de cada actividad ocurren en Argentina y en la Región y cuánto en otros países. Las ramas están ordenadas de mayor a menor según el efecto multiplicador total que ejercen sobre otras ramas, sean éstas de la Argentina o no. Las ramas de Alimentos, bebidas y tabaco, y la automotriz son las que más efectos multiplicadores generan, tanto en Argentina como en términos globales. La gran diferencia entre ambas es que, en el caso de la industria automotriz, la mitad de los efectos multiplicadores repercuten en otros países, mientras que el 90% de los encadenamientos de la industria alimenticia se producen en la economía doméstica. En el caso de la gran mayoría de las ramas de actividad, entre el 70% y el 90% de los efectos multiplicadores ocurren en otras ramas de la economía argentina. Las excepciones son, como dijimos, la industria automotriz, la de los Correos y telecomunicaciones y, quizás llamativamente, la de Electricidad, el gas y el agua (EGA). En este último caso, la mitad de los encadenamientos productivos se producen en otros países. Se observa también en la tabla que no parece haber diferencias significativas cuando incorporamos a otros países de América del Sur en el cómputo. En ninguno de los casos, salvo EGA, la participación aumenta más de un 10% incorporando a los países de la región.

En el Cuadro 3, complementando la información anterior, se puede apreciar cómo han cambiado los efectos multiplicadores de las distintas ramas de la economía argentina entre 2007 y 2017. Lo primero que llama la atención es que los efectos multiplicadores totales (directos e indirectos) han disminuido en todas las ramas. Los impactos en Argentina específicamente han caído en más de la mitad (12 de 20). En segundo lugar, se ve que los sectores que han visto reducidos en mayor magnitud sus efectos multiplicadores en la Argentina entre ambos años son algunos de los que tenían mayores encadenamientos sobre el resto en 2007.

Efectivamente, la industria automotriz, la química, petroquímica y farmacia, pierden 0,4 y 0,3 dólares de impacto por cada dólar que aumenta el VA, respectivamente. Para tener en cuenta la magnitud de dicha pérdida, vemos que solo la pérdida de la industria automotriz es similar a todo el efecto multiplicador que exhibían sectores enteros en 2017 (Correos y telecomunicaciones y EGA, por ejemplo). En tercer lugar, estas reducciones de los encadenamientos al interior de la Argentina no parecen haberse traducido en mayores encadenamientos hacia otros países de la región. Salvo en el caso de la industria automotriz y de EGA, todos los multiplicadores directos hacia otros países de la región se han reducido, así como todos los indirectos, en este último caso, sin excepciones. Por último, llama la atención la magnitud en la que han aumentado (en un contexto de reducción en los multiplicadores totales de la rama) los MP directos e indirectos de la rama automotriz hacia otros países extra regionales y, en menor medida, de la fabricación de equipo eléctrico y óptico.

**Cuadro 3 | Multiplicadores de Producción directos e indirectos, en Argentina, en otros países de América del Sur y en el mundo. Diferencias 2017-2007**

Rama	2017-2007						Multiplicador total	2007 Multiplicador total
	MD Argentina	MI Argentina	MD en otro país de A del Sur	MI en otro país de A del Sur	MD Resto del Mundo	MI Resto del Mundo		
Agricultura, silvicultura, caza y pesca	0,0	0,0	0,00	-0,03	0,00	-0,03	-0,04	0,59
Maquinarias y equipos (excluye maquinaria eléctrica)	0,0	0,1	-0,01	-0,05	-0,01	-0,09	-0,13	1,22
Equipo eléctrico y óptico	-0,3	0,0	0,01	-0,07	0,07	0,10	-0,03	1,39
Automotores y sus piezas y partes	-0,2	-0,2	0,03	-0,01	0,13	0,19	-0,09	2,13
Otras manufacturas	0,0	0,0	0,00	-0,05	0,00	-0,07	-0,11	1,07
Electricidad gas y agua	-0,2	-0,2	0,10	-0,01	0,04	-0,02	-0,24	1,01
Construcción	0,0	0,1	-0,02	-0,07	-0,02	-0,11	-0,12	1,18
Transporte y almacenamiento	-0,3	0,0	-0,01	-0,04	0,02	-0,04	-0,15	0,77
Correos y telecomunicaciones	-0,3	0,0	0,00	-0,04	0,09	0,06	-0,04	0,77
Finanzas y seguros	-0,3	0,0	0,00	-0,03	0,03	0,01	-0,05	0,61
Servicios empresariales	0,0	0,0	0,00	-0,03	0,01	0,00	-0,03	0,42
Petróleo y minería	0,0	0,0	0,00	-0,02	0,01	-0,01	-0,05	0,63
Otros servicios	0,0	0,0	0,00	-0,03	0,01	-0,01	-0,03	0,48
Alimentos, bebidas y tabaco	-0,3	0,0	-0,02	-0,03	-0,01	-0,10	-0,32	2,30
Textiles, confecciones y calzado	0,0	0,0	-0,01	-0,09	-0,01	-0,09	-0,23	1,35
Madera, celulosa y papel	0,0	0,1	0,00	-0,06	-0,03	-0,15	-0,16	1,41
Química, petroquímica y farmacia	-0,3	-0,2	-0,02	-0,00	-0,04	-0,17	-0,64	2,35
Caucho y plástico	0,0	0,1	0,00	-0,06	-0,02	-0,10	-0,11	1,57
Minerales no metálicos	0,0	0,0	-0,01	-0,07	0,01	-0,04	-0,17	1,23
Metales y productos de metal	0,0	0,1	-0,03	-0,09	-0,01	-0,12	-0,14	1,54

Fuente: elaboración propia sobre la base de la matriz insumo-producto de la CEPAL-BDA.

Por último, antes de pasar a los multiplicadores de empleo, en el cuadro que sigue presentamos los mismos multiplicadores directos e indirectos netos de VA de los principales países de la economía mundial para 2007 y 2017 (cuánto aumentó el VA mundial ante aumentos de 1 dólar de VA de cada una de ellas), y cuánto de esos multiplicadores eran provistos, en ambos años, directa e indirectamente por la economía argentina. Si bien, como decíamos a inicios del trabajo, nuestro objetivo principal no es estudiar la integración de la economía argentina en términos de su rol como proveedora al resto del mundo, la idea es ver, aunque sea de manera introductoria y parcial, si está desintegración local que se viene observando ha sido compensada por una mayor participación de la economía argentina como proveedora de otras ramas de otras economías del mundo.

De modo sintético, en el Cuadro 4 se observa que Argentina ha reducido su rol como proveedor directo e indirecto de todos los países seleccionados (que son los más importantes en términos de PBI en el mundo). Se observa también que se ha reducido la relación entre la provisión indirecta y la directa en el caso de todos los países, lo que es consistente con una pérdida de participación en el rol de la economía argentina como proveedora de la economía mundial. Por último, viendo los datos de los multiplicadores directos e indirectos de los países entre 2007 y 2017, podemos ver que esta reducción no parece deberse a una caída en los mismos.

**Cuadro 4 | Multiplicadores de Producción directos e indirectos demandados a la Argentina ante variaciones de U\$S1000 de valor agregado de economías seleccionadas. 2007-2017**

País de origen del impulso	Multiplicadores Netos de VA				Participación Argentina (%)			
	2007		2017		2007		2017	
	Directos	Indirectos	Directos	Indirectos	Directos	Indirectos	Directos	Indirectos
BRA	0,45	0,43	0,43	0,39	1,3	3,9	0,04	0,10
CHN	0,66	1,26	0,64	1,19	0,3	0,8	0,00	0,01
DEU	0,48	0,49	0,47	0,50	0,1	0,4	0,01	0,02
FRA	0,45	0,45	0,44	0,46	0,1	0,4	0,00	0,01
JPN	0,45	0,49	0,42	0,45	0,1	0,4	0,00	0,01
USA	0,42	0,37	0,40	0,32	0,1	0,5	0,00	0,01

Fuente: elaboración propia sobre la base de la matriz insumo-producto de la CEPAL-BDA.

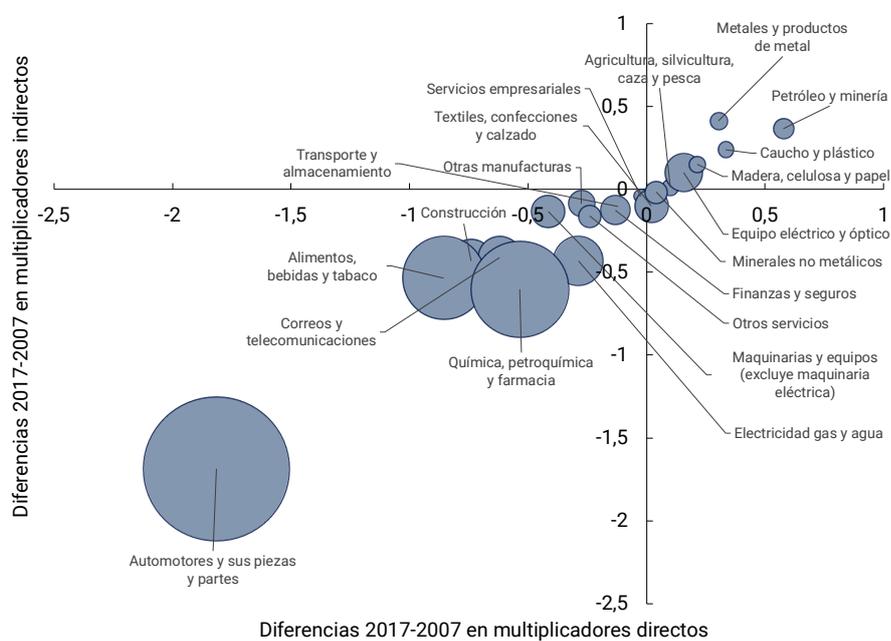
Veamos entonces qué ha sucedido con los multiplicadores de empleo (ME). En el Cuadro 5 podemos ver los ME, directos e indirectos, ante aumentos en 1 puesto de trabajo en cada rama para los años 2007 y 2017. En el Gráfico 3 pueden verse las diferencias entre los valores de 2007 y 2017. Las ramas están ordenadas en el eje horizontal en función de las variaciones en los multiplicadores directos de empleo y en el eje vertical en función de los indirectos; y el tamaño de las burbujas es proporcional al valor de los multiplicadores totales en 2007. Como puede observarse, hay casi un ordenamiento simétrico donde las burbujas se alinean de las más grandes a las más pequeñas, de izquierda a derecha y de abajo hacia arriba. Esto muestra que las mayores pérdidas en términos de empleo, tanto directas como indirectas, se produjeron en las ramas de actividad que mayores efectos multiplicadores tenían en 2007. En la tabla se puede ver el dato exacto de cuál fue esa caída. Llama mucho la atención la pérdida 3,5 puestos de trabajo por cada puesto generado de la industria automotriz, casi el 80% del efecto multiplicador que tenía en 2007, o la pérdida de 1,4 puestos por cada puesto generado en Alimentos y bebidas (el 56% del efecto que tenía en 2007).

**Cuadro 5 | Multiplicadores directos e indirectos de empleo y multiplicadores totales Argentina, 2007-2017**

Rama	Multiplicador Directo 2017	Multiplicador indirecto 2017	Multiplicador Directo 2007	Multiplicador indirecto 2007	Total 2017	Total 2007	2017-2007
Agricultura, silvicultura, caza y pesca	0,4	0,2	0,3	0,2	0,6	0,5	▲ 0,1
Maquinarias y equipos (excluye maquinaria eléctrica)	0,3	0,2	0,7	0,3	0,4	1,0	▼ -0,5
Equipo eléctrico y óptico	0,9	0,5	0,7	0,4	1,4	1,1	▲ 0,3
Automotores y sus piezas y partes	0,6	0,4	2,4	2,1	0,9	4,4	▼ -3,5
Otras manufacturas	0,2	0,2	0,5	0,3	0,4	0,8	▼ -0,4
Electricidad gas y agua	0,5	0,3	0,8	0,7	0,8	1,5	▼ -0,7
Construcción	0,1	0,1	0,8	0,5	0,2	1,4	▼ -1,2
Transporte y almacenamiento	0,1	0,1	0,3	0,2	0,2	0,5	▼ -0,2
Correos y telecomunicaciones	0,2	0,1	0,8	0,5	0,3	1,3	▼ -1,0
Finanzas y seguros	0,4	0,2	0,6	0,3	0,6	0,9	▼ -0,3
Servicios empresariales	0,2	0,1	0,3	0,1	0,3	0,4	▼ -0,1
Petróleo y minería	0,9	0,6	0,3	0,3	1,5	0,6	▲ 0,9
Otros servicios	0,2	0,1	0,4	0,2	0,3	0,7	▼ -0,4
Alimentos, bebidas y tabaco	0,7	0,4	1,6	0,9	1,1	2,5	▼ -1,4
Textiles, confecciones y calzado	0,6	0,4	0,5	0,5	0,9	1,0	▼ -0,1
Madera, celulosa y papel	0,5	0,3	0,3	0,2	0,8	0,5	▲ 0,4
Química, petroquímica y farmacia	1,0	0,8	1,5	1,5	1,8	3,0	▼ -1,1
Caucho y plástico	0,6	0,4	0,3	0,2	1,1	0,5	▲ 0,6
Minerales no metálicos	0,4	0,3	0,4	0,3	0,7	0,7	▲ 0,0
Metales y productos de metal	0,6	0,6	0,3	0,2	1,2	0,5	▲ 0,7

Fuente: elaboración propia sobre la base de la matriz insumo-producto de la CEPAL-BDA.

**Gráfico 3 | Variaciones en los efectos multiplicadores de empleo, directos e indirectos. Argentina entre 2007 y 2017 y efectos totales en 2007**



Fuente: elaboración propia sobre la base de la matriz insumo-producto de la CEPAL-BDA.

Por último, en esta sección, la idea es intentar diferenciar los impactos específicos sobre el empleo que han tenido, por un lado, las cuestiones vinculadas a las demandas intersectoriales de insumos (por cuestiones tecnológicas o por cambios en las lógicas de segmentación local/internacional de la producción), de aquellos que se han producido por cambios en las demandas de empleo sectoriales asociados a eventuales cambios en la productividad laboral.

Siendo que los multiplicadores de empleo, tal cual los hemos presentado, tienen dos componentes: los requerimientos (directos o indirectos) de VA (*rdva, inva*) y la relación entre unidades de empleo y valor agregado (*EMPVA*). Lo que presentamos a continuación son tres multiplicadores de empleo distintos: 1) los de 2017, tal cual los vimos anteriormente; 2) los cálculos usando los requerimientos de VA de 2007 y los requerimientos de empleo por unidad de VA de 2017; y 3) los cálculos usando los requerimientos de VA de 2017 y los requerimientos de empleo por unidad de VA de 2007. Es decir, comparamos los multiplicadores de 2017 con una situación hipotética donde se hubieran mantenido constantes los eslabonamientos productivos de 2007 y otra donde se hubieran mantenido constantes los requerimientos de mano de obra. Lo interesante es que, por el modo en el que están realizados los cálculos, cuando utilizamos los indicadores de puestos de trabajo por unidad de VA de 2007 lo que podemos apreciar no es solo el impacto de los cambios en la productividad laboral sobre la demanda directa de un sector en particular, sino todo el “arrastre” de esos cambios sobre las demandas directas e indirectas de empleo que se generan por el modo en que los sectores están encadenados.

En el cuadro 6 presentamos entonces los distintos multiplicadores que surgen de las distintas combinaciones antes mencionadas. Cuando usamos los requerimientos de 2017 y dejamos constante la productividad, hay 16 ramas que presentan un multiplicador de empleo total menor al que surge de usar ambos indicadores de 2017. Por el contrario, cuando usamos los datos de empleo por unidad de producto de 2007, pero los encadenamientos de 2017, hay 11 ramas que presentan un multiplicador total menor y las 9 restantes uno mayor.

Ahora bien, también es importante observar que, pese a que la diferencia es negativa “solo” en 11 ramas en el segundo caso, la magnitud de las diferencias y el peso de esas ramas en el empleo total en 2017 hacen que los cambios de productividad no sean para nada despreciables a la hora de evaluar sus consecuencias en materia de generación de empleo. De hecho, si imagináramos un escenario donde se produjera un aumento del 1% del empleo en todas las ramas de actividad en 2017 veríamos que en ambos casos (con productividad de 2007 o con encadenamientos de 2007) el empleo total generado como consecuencia de los efectos multiplicadores de los encadenamientos hubiese sido significativamente mayor al que efectivamente ocurre con los multiplicadores de 2017, pero un 48% en el primer caso y 20% en el segundo.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Los resultados provienen simplemente de multiplicar los datos del Cuadro 6 con los datos de empleo que figuran en el Anexo.

**Cuadro 6 | Multiplicadores totales de empleo 2017 y ejercicios alternativos**

Rama	Multiplicadores de Empleo			Diferencias	
	1 2017	2 Encadenamientos 2007/Productividad 2017	3 Encadenamientos 2017/Productividad 2007	(1)-(3)	(1)-(2)
Agricultura, silvicultura, caza y pesca	0,58	0,59	0,42	0,16	-0,01
Maquinarias y equipos (excluye maquinaria eléctrica)	0,45	0,33	0,54	-0,09	0,12
Equipo eléctrico y óptico	1,39	1,14	1,86	-0,47	0,25
Automotores y sus piezas y partes	0,95	1,02	1,17	-0,22	-0,07
Otras manufacturas	0,43	0,87	0,38	0,04	-0,45
Electricidad gas y agua	0,76	1,78	0,99	-0,23	-1,02
Construcción	0,18	0,14	0,38	-0,20	0,04
Transporte y almacenamiento	0,23	0,41	0,25	-0,02	-0,18
Correos y telecomunicaciones	0,29	0,34	0,21	0,08	-0,05
Finanzas y seguros	0,61	0,97	0,50	0,11	-0,36
Servicios empresariales	0,32	0,52	0,33	0,00	-0,20
Petróleo y minería	1,55	1,86	1,25	0,29	-0,32
Otros servicios	0,27	0,30	0,28	0,00	-0,02
Alimentos, bebidas y tabaco	1,14	1,24	3,93	-2,79	-0,10
Textiles, confecciones y calzado	0,93	1,01	1,12	-0,19	-0,08
Madera, celulosa y papel	0,85	0,76	0,91	-0,06	0,09
Química, petroquímica y farmacia	1,82	2,88	2,10	-0,27	-1,06
Caucho y plástico	1,06	1,12	1,63	-0,57	-0,06
Minerales no metálicos	0,68	0,88	0,61	0,08	-0,20
Metales y productos de metal	1,22	1,39	1,22	0,00	-0,18

Fuente: elaboración propia sobre la base de la matriz insumo-producto de la CEPAL-BDA.

Por supuesto que estos son casos hipotéticos por varios motivos, pero permiten hacer dos cosas: en primer lugar, comenzar a cuantificar (con toda la cautela del caso) las consecuencias de los cambios en los eslabonamientos productivos de la economía argentina y, en segundo lugar, permite matizar esas consecuencias al ponerlas en relación con las consecuencias en materia de empleo de los cambios en la productividad laboral.<sup>10</sup>

#### 4. Conclusiones

El propósito de este trabajo fue analizar la estructura económica argentina a partir de indicadores construidos sobre la base de la matriz insumo producto interpaís del proyecto CEPAL-BDA. Para ello, se calcularon multiplicadores directos e indirectos de producto y empleo, diferenciando, de manera novedosa (con relación a otros trabajos basados sólo en matrices nacionales), los efectos sobre Argentina, la región y el resto del mundo.

A modo de síntesis podemos decir que, en primer lugar, América del Sur es de las zonas menos integradas en términos de aprovisionamiento de insumos del mundo. Por caso, Brasil, el país más

<sup>10</sup> Entre otras cosas, es difícil imaginar que se mantengan constantes los requerimientos técnicos de las ramas y varíen los requerimientos de mano de obra y viceversa, o que la estructura de empleo sea la de 2017 pero se mantengan las productividades de 2007.

grande de la región, recién aparece como cuarto proveedor de insumos a la región y, en el caso de Argentina, se la encuentra en un lugar relegado, con poco más del 1% de la provisión de bienes y servicios intermedios al resto de América del Sur. En segundo lugar, vimos que entre 2007 y 2017 todas las ramas industriales pierden participación en el VA de la Argentina y que, en paralelo, aumentan también en todas los requerimientos de importaciones por unidad de producto.

En cuanto a los efectos multiplicadores, la matriz interpaís nos permitió diferenciar los efectos directos e indirectos en Argentina de aquellos que ocurren en otros lugares. Es notable que para 2017, las ramas que más perdieron participación en el VA entre 2007 y 2017 y empeoraron su perfil importador, sean las de mayores efectos en Argentina (Alimentos, bebidas y tabaco, Química, petroquímica y farmacia y Automotores). Asimismo, cuando comparamos los cambios en los multiplicadores totales (directos e indirectos) de VA entre el año 2007 y el 2017, observamos que éstos disminuyeron en todas las ramas de la producción, sin excepción, incluso con caídas mayores en ramas que pesaban más en la multiplicación de la actividad en el país en el año 2007 (como la industria automotriz).

Luego de estimar el empleo total por rama de actividad para los años 2007 y 2017 y sus efectos multiplicadores, se observó una reducción en estos últimos en las ramas que mejores performances mostraban en el 2007. También realizamos cálculos para diferenciar los impactos específicos sobre el empleo que han tenido, por un lado, las cuestiones vinculadas a las demandas intersectoriales de insumos, de aquellos que se han producido por cambios en las demandas de empleo sectoriales asociados a eventuales cambios en la productividad laboral. Allí pudimos ver que, de mantenerse constantes los encadenamientos de 2007, los efectos multiplicadores de empleo hubieran sido mayores en 16 de las 20 ramas analizadas y pudimos ver también la importancia de "los efectos de productividad", a partir de la magnitud con la que se producen esos cambios y las ramas en donde ocurren.

A modo de cierre, el trabajo aporta datos concluyentes y novedosos sobre los cambios en los encadenamientos productivos de las distintas ramas de actividad de la Argentina entre 2007 y 2017. Se observa una pérdida de efectos sobre la economía local que se traduce en dos cuestiones centrales: una menor generación de empleo y una mayor demanda de divisas por unidad de producto. Algunas de estas pérdidas están vinculadas a procesos difícilmente reversibles de segmentación global de la producción, pero ciertamente no todos. Una política que apunte a revertir, en la medida posible, estas tendencias, no sólo ayudaría a que aumentos en la demanda agregada redunden en mayores beneficios en materia de generación de empleo y ahorro de divisas, sino que, siguiendo la bibliografía señalada en el primer apartado, podría tener consecuencias positivas en términos de procesos de aprendizaje y desarrollo de capacidades que contribuyan a no seguir profundizando este proceso de desintegración.

## Bibliografía

Adeyemi, A. R. (2017); "Import substitution industrialization and economic growth—Evidence from the group of BRICS countries", *Future Business Journal*, 3, N° 2, pp. 138-158.

Alcacer, J. y Oxley, J. (2014); "Learning by supplying", *Strategic Management Journal*, 35, N° 2, pp. 204-223.

Amar, A. y García Díaz, F. (2018); "Integración productiva entre la Argentina y el Brasil. Un análisis basado en metodologías", Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Amar, A. y Torchinsky Landau, M. (2019); "Cadenas regionales de valor en América del Sur", Documentos de Proyectos (LC/TS.2019/92), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Byrne, G. (2019); "Análisis de la estructura económica argentina para el año 2012 y cambios significativos respecto del año 2004, a partir de la estimación de la Matriz Insumo Producto", FLACSO.

CEPAL (2016); "Comisión Económica para América Latina y el Caribe. La matriz de insumo-producto de América del Sur: principales supuestos y consideraciones metodológicas", Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

—. (2019); "Matrices de Insumo Producto como herramienta de Políticas Comerciales e Industriales en América Latina y el Caribe y su relación con Asia Pacífico", editado por CEPAL. <https://www.cepal.org/es/eventos/matrices-insumo-producto-como-herramienta-politicas-comerciales-industriales-america-latina> (último acceso: 20 de agosto de 2021).

Durán Lima, J. E. y Banacloche, S. (2021); "Análisis económicos a partir de matrices de insumo-producto: definiciones, indicadores y aplicaciones para América Latina", Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/177), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Leontief, W. (1993 [1963]); "Análisis Input-Output multirregional", en *Análisis económico Input-Output*, de Wassily Leontief, Madrid: Planeta-Agostini, pp. 317-356.

Leontief, W. (1977); *El Futuro de la economía mundial: un estudio de las Naciones Unidas*. Traducido por Rosa Cusminsky de Cendrero. México, D. F.: Siglo XXI Editores.

Miller, R. y Blair, P. (2009); *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*, Cambridge: Cambridge University Press.

Molina, M., Fernández Massi, M., Guaita, N. y Bertin, P. (2021); "La estructura productiva nacional: Un análisis de los encadenamientos y multiplicadores sobre la base de la matriz insumo-producto de 2015", Series de Documentos de Trabajo del CEP XXI, Documento de Trabajo N° 8.

OECD; Input-Output Tables (IOTs) (último acceso: 15 de julio de 2021). <https://www.oecd.org/sti/ind/input-outputtables.htm>.

Pisano, G. P. y Shih, W. C. (2009); "Restoring american competitiveness", Harvard Business Review, 87, N° 7/8, pp. 114-125.

Schteingart, D, Molina, M. y Fernández Massi, M. (2021); "La densidad de la estructura productiva y el empleo", Series de Documentos de Trabajo del CEP XXI, Documento de Trabajo N° 9.

United Nations (2018); Handbook on Supply and Use Tables and Input-Output Tables with Extensions and Applications, New York: United Nations, Department of Economic and Social Affairs.

WIOD. World Input-Output Database (ultimo acceso: 15 de julio de 2016). <http://http://www.wiod.org/home>.

Zack, G. y Gentili, M. (2020); "El saldo comercial argentino por grandes rubros según los enfoques producto, sector y sectores verticalmente integrados", H-industri@, N° 27, pp. 1-26.

## Anexo

**Cuadro A.1 | Bases de datos para matrices de insumo-producto interpaís**

Base de datos	Cantidad de países (regiones)	Sectores (productos)	Años
AIOT (IDE-JETRO)	10	7/26/76	1975, 1990, 1995, 2000 y 2005
UNCTAD-EORA GVC database	187	26	1990-2016
EXIOBASE	43 (5)	129/163	2000 y 1995-2011
FIGARO	28 países de la UE; EE. UU.; Resto del mundo	64	2010 y 2010-2017
Global MRIO LAB	220	(6357 prod.)	1990-2015
GTAP 10	(140 GTAP)	65	2004, 2007, 2011 y 2014
OECD-ICIO	61/64/66 (incluye al resto del mundo)	34/36/45	1995-2011, 2005-2015 y 1995-2018
WIOD (versiones 2013 y 2016)	43 (incluye al resto del mundo)	56	2000-2014
ADB MRIO	63 (incluye al resto del mundo)	35	2000 y 2007-2017
CEPAL IPEA -América del Sur	10	40	2005, 2011 y 2014
CEPAL - América Latina y el Caribe	18	40	2011 y 2014
BDA-CEPAL	73	20	2007, 2011 y 2017
MIP MERCOSUR	5	40	2005 y 2011
MIP de la Comunidad Andina	4	40	2005, 2011 y 2014
BRICs IIOT 2005 IDE-JETRO	7	jul-25	2005

Fuente: elaboración propia en base a UN (2018), CEPAL (2019) y Durán Lima y Banacloche (2021).

**Cuadro A.2 | Tablas con países y regiones**

Categoría	País	Región	Categoría	País	Región
ARG	Argentina	América del Sur	KGZ	Kirguistán	Asia central
AUS	Australia	Australia y Nueva Zelanda	KHM	Camboya	Asia sudoriental
AUT	Austria	Europa occidental	KOR	Corea del Sur	Asia oriental
BEL	Bélgica	Europa occidental	LAO	Laos	Asia sudoriental
BGD	Bangladesh	Asia meridional	LKA	Sri Lanka	Asia meridional
BGR	Bulgaria	Europa oriental	LTU	Lituania	Europa septentrional
BOL	Bolivia	América del Sur	LUX	Luxemburgo	Europa occidental
BRA	Brasil	América del Sur	LVA	Letonia	Europa septentrional
BRN	Brunei	Asia sudoriental	MDV	Maldivas	Asia meridional
BTN	Bhután	Asia meridional	MEX	México	América central
CAN	Canadá	América del Norte	MLT	Malta	Europa meridional
CHE	Suiza	Europa occidental	MNG	Mongolia	Asia oriental
CHL	Chile	América del Sur	MYS	Malasia	Asia sudoriental
CHN	China	Asia oriental	NLD	Países Bajos	Europa occidental
COL	Colombia	América del Sur	NOR	Noruega	Europa septentrional
CYP	Chipre	Asia occidental	NPL	Nepal	Asia meridional
CZE	República Checa	Europa oriental	PAK	Pakistán	Asia meridional
DEU	Alemania	Europa occidental	PER	Perú	América del Sur
DNK	Dinamarca	Europa septentrional	PHL	Filipinas	Asia sudoriental
ECU	Ecuador	América del Sur	POL	Polonia	Europa oriental
ESP	España	Europa meridional	PRT	Portugal	Europa meridional
EST	Estonia	Europa septentrional	PRY	Paraguay	América del Sur
FIN	Finlandia	Europa septentrional	RoLAC		Resto de américa latina
FJI	Fiji	Melanesia	ROU	Rumanía	Europa oriental
FRA	Francia	Europa occidental	RoW	Tuvalu	Resto del Mundo
GBR	Reino Unido	Europa septentrional	RUS	Rusia	Europa oriental
GRC	Grecia	Europa meridional	SGP	Singapur	Asia sudoriental
HKG	Samoa	Hong Kong	SVK	República Eslovaca	Europa oriental
HRV	Croacia	Europa meridional	SVN	Eslovenia	Europa meridional
HUN	Hungría	Europa oriental	SWE	Suecia	Europa septentrional
IDN	Indonesia	Asia sudoriental	THA	Tailandia	Asia sudoriental
IND	India	Asia meridional	TUR	Turquía	Asia occidental
IRL	Irlanda	Europa septentrional	TWN	Taiwán, China	Asia oriental
ITA	Italia	Europa meridional	URY	Uruguay	América del Sur
JPN	Japón	Asia oriental	USA	Estados Unidos	América del Norte
KAZ	Kazajstán	Asia central	VEN	Venezuela	América del Sur
			VNM	Vietnam	Asia sudoriental

**Cuadro A.3 | Empleo por rama y VA/VBP**

Rama	Empleo 2017	Empleo 2007	VA/VBP 2007	VA/VBP 2017
Agricultura, silvicultura, caza y pesca	537.900	645.611	0,59	0,60
Maquinarias y equipos (excluye maquinaria eléctrica)	84.821	75.518	0,43	0,44
Equipo eléctrico y óptico	45.835	39.504	0,39	0,39
Automotores y sus piezas y partes	93.915	166.906	0,26	0,28
Otras manufacturas	62.986	83.760	0,46	0,47
Electricidad gas y agua	77.174	53.893	0,48	0,51
Construcción	1.179.796	582.171	0,44	0,44
Transporte y almacenamiento	742.081	618.967	0,49	0,52
Correos y telecomunicaciones	235.765	324.828	0,54	0,56
Finanzas y seguros	181.151	183.780	0,59	0,62
Servicios empresariales	1.151.071	777.136	0,68	0,70
Petróleo y minería	85.285	87.685	0,59	0,58
Otros servicios	3.574.984	2.557.958	0,63	0,64
Alimentos, bebidas y tabaco	594.866	342.678	0,28	0,31
Textiles, confecciones y calzado	191.618	179.964	0,38	0,41
Madera, celulosa y papel	160.684	154.472	0,41	0,41
Química, petroquímica y farmacia	124.131	173.924	0,29	0,32
Caucho y plástico	84.442	64.832	0,36	0,37
Minerales no metálicos	56.874	69.218	0,43	0,44
Metales y productos de metal	166.264	203.986	0,37	0,38

Fuente: elaboración propia en base SIPA y EPH (INDEC).

# Estimación y predicción de dinámicas de ajuste de déficits de cuenta corriente

**Santiago Rossi**

Universidad de Buenos Aires, Argentina

**Fernando Toledo\***

Universidad Nacional de La Plata, Argentina

## Resumen

Este trabajo estudia la dinámica de ajuste del déficit de la cuenta corriente sobre un set de datos anuales de 136 economías avanzadas y emergentes en el período 1975-2018. El objetivo es evaluar si las condiciones iniciales permiten anticipar si la reversión será disruptiva para el crecimiento económico. Se estiman modelos *logit* binomiales y multinomiales y árboles de decisión para identificar los determinantes y predecir los distintos tipos de reversión. Se encuentra que variables externas, como los términos de intercambio y las condiciones de liquidez internacional, y variables asociadas a políticas domésticas, como el crecimiento del crédito, la brecha del producto y tipo de cambio real, permiten anticipar el tipo de ajuste de la cuenta corriente. En este sentido, se resalta la importancia de la aplicación de políticas fiscales, cambiarias y macroprudenciales, tendientes a moderar las fluctuaciones del ciclo económico y limitar la expansión excesiva del crédito, la proclividad de los flujos de capitales y la apreciación del tipo de cambio real.

*Clasificación JEL:* F32, F34, C38.

*Palabras clave:* balanza de cuenta corriente, flujos de capitales, tipo de cambio real, ciclo económico.

*Presentado:* 20 de marzo de 2021 – *Aprobado:* 17 de febrero de 2022.

---

\* Agradecemos los comentarios y sugerencias realizadas por Pablo Bortz, Jorge Carrera, Gabriel Montes Rojas, Luis Trajtenberg, Danilo Trupkin y dos referís anónimos, siendo el contenido del trabajo responsabilidad exclusiva de los autores. Las opiniones vertidas en este trabajo no se corresponden necesariamente con las del BCRA o sus autoridades. Emails: santiagodrossi@gmail.com, toledo.fernando.cesar@gmail.com.

# Estimation and prediction of current account deficit adjustment dynamics

**Santiago Rossi**

University of Buenos Aires, Argentina

**Fernando Toledo**

National University of La Plata, Argentina

## Summary

This article studies the adjustment dynamics of the current account deficit on an annual data set of 136 advanced and emerging economies over the period 1975-2018. Its objective is to assess whether the initial macroeconomic conditions enable us to anticipate if the current account reversal will be disruptive for economic growth. Binomial and multinomial logit models and decision trees are estimated to identify the determinants and to predict the different types of reversals. It is found that external variables, such as the terms of trade and international liquidity conditions, and variables associated with domestic policies, such as credit growth, the output gap and the real exchange rate, allow us to anticipate the type of current account reversal. In this sense, the importance of fiscal, exchange and macroprudential policies tending to moderate the fluctuations of the economic cycle and to limit excessive credit expansion, the procyclicality of capital flows and the appreciation of the real exchange rate is highlighted.

*JEL classification: F32, F34, C38.*

*Keywords: capital flows, current account balance, economic cycle, real exchange rate.*

*Submitted: March 20, 2021 – Approved: February 17, 2022.*

## 1. Introducción

El ajuste de déficits de la cuenta corriente suele estar asociado a eventos disruptivos para el crecimiento económico como crisis cambiarias, reversiones de flujos de capitales, crisis de deuda soberana, crisis bancarias y auges y caídas del crédito (Milesi-Ferretti y Razin, 1998; Edwards, 2004; Davis *et al.*, 2016). Anticipar un evento de ajuste de la cuenta corriente es un proceso complejo que involucra contemplar diversos factores como la tasa futura de crecimiento de la productividad, dinámicas demográficas, fluctuaciones en los términos de intercambio y cambios en la percepción de los mercados internacionales de crédito. Esto suele conducir a una subestimación sistemática de las vulnerabilidades por parte de analistas, agentes y hacedores de política (Aromi, 2018).

Determinar tanto la probabilidad de ocurrencia de un evento de reversión, como si la dinámica de ajuste será disruptiva para el crecimiento, tienen importancia para el diseño e implementación de políticas monetarias, fiscales, cambiarias y macroprudenciales, como controles de capitales, límites de exposición a pasivos denominados en moneda extranjera, restricción a la expansión del crédito doméstico, entre otras (ver Ostry *et al.*, 2012).

Este trabajo estudia la dinámica de ajuste de la cuenta corriente sobre un set de datos anuales de 136 economías avanzadas y emergentes en el período 1975-2018. Se busca responder las siguientes preguntas: ¿Son disruptivas para el crecimiento las reversiones del déficit de cuenta corriente? ¿Qué factores diferencian a las reversiones recesivas de las expansivas? ¿Pueden predecirse? Para ello se analizan 107 episodios de reversión de la cuenta corriente, CAR de ahora en adelante, término definido como reversión a una reducción rápida, significativa y sostenida del déficit de la cuenta corriente.<sup>1</sup>

Un primer conjunto de resultados indica que los episodios CAR pueden clasificarse en cinco grupos en función del cambio de la tasa de crecimiento del PIB antes y después del evento: (i) episodios en los que la tasa de crecimiento permanece estable durante la reversión, (ii) episodios con contracciones moderadas (desaceleración de la tasa de crecimiento en torno a 4 puntos porcentuales), (iii) episodios con contracciones severas (retracción en torno a 10 puntos porcentuales de la tasa de crecimiento), (iv) episodios expansivos (aceleración de la tasa de crecimiento en torno a 6 puntos), y (v) episodios fuertemente expansivos (aceleración de la tasa de crecimiento de 20 puntos porcentuales). Se testea si existen diferencias en los valores de las variables fundamentales antes de la ocurrencia del evento y se encuentran diferencias estadísticamente significativas.

Un segundo conjunto de resultados muestra que variables externas, como los términos de intercambio y condiciones de liquidez internacional, y variables asociadas a políticas domésticas, como el crecimiento del crédito, la brecha del producto, el nivel de tipo de cambio real y el nivel de reservas internacionales, permiten anticipar la ocurrencia y el tipo de ajuste de la cuenta corriente. En particular, una expansión excesiva del crédito, brechas del producto positivas y elevadas, niveles de reservas internacionales bajos en términos de importaciones y perfiles de endeudamiento altos suelen estar asociados a episodios de tipo contractivo. En este sentido, una de las conclusiones

---

<sup>1</sup> Por sus siglas en inglés, Current Account Reversal (CAR).

del trabajo es destacar la importancia de la aplicación de políticas fiscales, cambiarias y macroprudenciales, tendientes a moderar la volatilidad macroeconómica y limitar la apreciación del tipo de cambio, la expansión excesiva del crédito y la prociclicidad de los flujos de capitales.

Un tercer conjunto de resultados sugiere que los árboles de decisión superan a los modelos frecuentemente utilizados en la literatura a la hora de predecir episodios CAR.

El presente estudio contribuye a la literatura de reversiones de cuenta corriente en dos frentes. Por un lado, se prueba la hipótesis de impacto en el crecimiento de la ocurrencia de episodios CAR sobre una base de datos más amplia, tanto en cantidad de países considerados como en extensión temporal, y se analizan los determinantes diferenciando los episodios en los que el crecimiento se desacelera de los que no se desacelera. Esto nos permite, en tanto las condiciones iniciales de los distintos tipos de reversiones son diferentes, identificar elementos de política económica que pueden aplicarse para evitar reversiones disruptivas en términos de crecimiento. Por otro lado, el trabajo implementa metodologías de estimación y predicción poco utilizadas en Economía, como son los árboles de decisión, y se contrasta la *performance* de este tipo de modelos con los utilizados habitualmente en la literatura.

El resto del trabajo se estructura de la siguiente manera. Luego de una breve revisión de la literatura en la sección 2, en la sección 3 se presentan los datos, los criterios metodológicos para identificar los episodios y el análisis de *clustering* para clasificar los mismos. Posteriormente, en la sección 4 se realiza un análisis estadístico de la dinámica de ajuste de cada tipo de episodio. En la sección 5 se introducen tres tipos de modelos para predecir episodios CAR: árboles de decisión, *logit* binomiales y multinomiales, se presentan las estimaciones, la evaluación de los modelos y predicciones fuera de la muestra para las economías analizadas. En la sección 6 se discuten los principales hallazgos en clave de política económica. Finalmente, en la sección 7 se incluyen un conjunto de reflexiones a modo de conclusión.

## 2. Literatura relacionada

Una de las primeras investigaciones que analiza de forma sistemática las reversiones de cuenta corriente es Milesi-Ferretti y Razin (1998). Estos autores adaptan la metodología de estudio de eventos de Eichengreen *et al.* (1995) al análisis de reversiones de cuenta corriente.

Sobre una base de datos de 105 países en el período 1970-1996, Milesi-Ferretti y Razin (1998) identifican episodios utilizando dos criterios: un criterio de magnitud del ajuste (3% o 5% PIB del resultado de cuenta corriente) y un criterio de velocidad de ajuste, de un año. Asimismo, a través de un modelo de elección discreta (*probit*) estiman que la cuenta corriente rezagada (signo negativo), los términos de intercambio (signo positivo), el crecimiento económico global (signo negativo), el cociente reservas internacionales sobre importaciones (signo positivo), el stock de deuda (signo negativo) y la existencia de tipo de cambio fijo (signo negativo) conforman los principales determinantes empíricos de la probabilidad de ocurrencia de eventos CAR. Por último, este estudio examina

si los episodios CAR están asociados a una desaceleración de la tasa del crecimiento encontrando que no existe una relación estadísticamente significativa.

Con posterioridad a la publicación de Milesi-Ferretti y Razin (1998), una extensa literatura ha analizado la problemática de las reversiones de cuenta corriente. La mayor parte de los trabajos analiza muestras de entre 30 y 60 países, en su mayoría economías industrializadas.

Los criterios de identificación varían dependiendo el objetivo de cada investigación. Un grupo de estudios (Sturzenegger *et al.*, 2003; Komarek *et al.*, 2005; Komarek y Melecký, 2005; Barone *et al.*, 2008; y Edwards, 2004) aplica criterios similares a los de Milesi-Ferretti y Razin (1998): ajustes de 3 o 5 % del PIB en el transcurso de un año sin condicionar el saldo inicial de la cuenta corriente. Esto genera un sesgo a identificar reversiones abruptas y asociadas a crisis cambiarias. Un segundo grupo (Croke *et al.*, 2005; Benhima y Havrylchuk, 2006; Adalet y Eichengreen, 2007; Debelle y Galati, 2007; De Haan *et al.*, 2008; y Freund y Warnock, 2007), influenciados por el trabajo de Freund (2005), utiliza criterios más laxos en términos de velocidad de la reversión (3 años en lugar de 1), la magnitud del ajuste (2 puntos porcentuales en lugar de 3 o 5) y la magnitud del déficit inicial (2 % del PIB, mientras que Milesi-Ferretti y Razin, 1998, no imponen condiciones sobre este punto). Esto permite identificar una mayor variedad de reversiones. Trabajos más recientes registran criterios de identificación con algunas innovaciones. Algieri y Bracke (2011) y Pancaro (2013) emplean como criterio una corrección de un desvío estándar en lugar de un valor fijo para todos los países e incorporan criterios de sostenibilidad de la corrección.

Si bien un gran número de estudios identifica una desaceleración en el ritmo de crecimiento de las economías luego de la reversión, otro grupo significativo no lo hace.<sup>2</sup> La divergencia en los resultados puede explicarse en parte por los criterios de identificación utilizados y los países incluidos en el análisis.

En lo que refiere a los determinantes de los episodios CAR, las variables que aparecen más frecuentemente en la literatura son: el saldo de cuenta corriente (signo negativo), el tipo de cambio real (signo negativo), los términos de intercambio (signo negativo), el crecimiento del PIB global (signo negativo), la tasa de interés internacional (signo positivo), la tasa de crecimiento del PIB (signo positivo), la tasa de inversión (signo positivo), las reservas internacionales (signo negativo), el cociente deuda a PIB (signo positivo) y el resultado fiscal (signo negativo).

La metodología utilizada es, en la mayoría de los casos, la de modelos de elección discreta: *probit* o *logit*. Los antecedentes más cercanos a este trabajo son las investigaciones de Milesi-Ferretti y Razin (1998) y Cardarelli y Rebucci (2007) que hacen foco en el vínculo entre los *fundamentals* antes de la reversión y la dinámica del ajuste y su impacto en el crecimiento económico. En este sentido, las contribuciones del presente artículo son de dos tipos. Por un lado, se prueba la hipótesis de impacto en el crecimiento de la ocurrencia de episodios CAR sobre una base de datos más

---

<sup>2</sup> Trabajos que identifican una desaceleración en el crecimiento: Bagnai y Manzocchi (1999), Debelle y Galati (2005), Freund (2005), Komarek *et al.* (2005), Komarek y Melecký (2005), de Haan *et al.* (2006), Cardarelli y Rebucci (2007), Freund y Warnock (2007) y Edwards (2004). Trabajos que no: Milesi-Ferretti y Razin (1998), Algieri y Bracke (2011), Pancaro (2013) y Croke *et al.* (2005).

amplia, tanto en cantidad de países considerados como en extensión temporal y con criterios más laxos, lo que permite identificar una mayor variedad de episodios.<sup>3</sup> En segundo lugar, la presente investigación implementa metodologías de estimación y predicción de episodios poco utilizadas en Economía como son los árboles de decisión y se contrasta la *performance* de este tipo de modelos con los habitualmente utilizados en la literatura.

El uso de árboles de decisión resulta apropiado para este tipo de problemáticas ya que permite trabajar con un número de variables mayor, capturar dinámicas no lineales e interacciones entre variables (David, 2017). En ese sentido, el trabajo también realiza aportes a la discusión sobre la existencia de umbrales que desencadenen una corrección del déficit de cuenta corriente (ver Clarida *et al.*, 2007; y Pierri *et al.*, 2020).

### 3. Datos y metodología

#### 3.1. Datos

Se utilizan datos anuales de 1975 a 2018 para una muestra de 136 economías de ingresos altos, medios y bajos. Se incluyen 39 países de ingresos altos, 35 de ingresos medios-altos, 34 de ingresos medios-bajos y 28 de ingresos bajos. En el Cuadro A.1 del Anexo se presenta una lista completa de los países incluidos.<sup>4</sup>

Entre las variables consideradas se encuentran el déficit de cuenta corriente, las exportaciones e importaciones a precios constantes expresadas como porcentaje del PIB, el crecimiento real del PIB y de sus principales componentes (inversión, consumo privado, consumo público), la tasa de inflación, la tasa de interés real, el resultado fiscal del gobierno, variables de solvencia externa (deuda externa, pago de intereses de deuda como porcentaje del PIB, relación deuda exportaciones, reservas internacionales (RRII) en meses de importaciones, relación base monetaria-RRII), variables vinculadas al contexto internacional (términos de intercambio, crecimiento mundial y tasa de interés real de EEUU como *proxy* de las condiciones de liquidez internacional), entre otras. En el Cuadro A.2 del Anexo se presenta un listado completo de las variables utilizadas, su descripción y fuente.

La mayor parte de las series provienen del *World Development Indicators* del Banco Mundial (World Bank, 2019); y del *World Economic Outlook* (WEO) del Fondo Monetario Internacional (IMF, 2019). El régimen cambiario se obtiene de Ilzetzki *et al.* (2019) y la tasa de interés real de los Estados Unidos procede de descontar la inflación observada a la tasa nominal de corto.

---

<sup>3</sup> Esto último es relevante a la luz de la discusión de la importancia de la cuenta corriente en un mundo de mercados financieros profundos cuyos flujos brutos superan ampliamente a los de la cuenta corriente (ver Obstfeld, 2012).

<sup>4</sup> La clasificación por nivel de ingreso fue tomada de la base del Banco Mundial (World Bank, 2019).

## 3.2. Metodología

### 3.2.1. Criterios de identificación de los episodios CAR

La literatura suele utilizar cuatro criterios de identificación de los eventos CAR: (i) magnitud del déficit inicial, (ii) magnitud del ajuste del déficit de cuenta corriente, (iii) horizonte temporal del ajuste, y (iv) sostenibilidad del ajuste: período temporal en que el resultado de cuenta corriente no vuelve a deteriorarse significativamente. En este trabajo se aplicaron criterios similares a los adoptados en Algieri y Bracke (2011) y Pancaro (2013) en lo que respecta a los criterios (ii), (iii) y (iv), los cuales permiten identificar tanto correcciones abruptas como correcciones suaves de los desbalances externos.

Serán considerados reversiones de cuenta corriente aquellos episodios en los que se cumplan de forma simultánea las siguientes condiciones:

- El déficit de cuenta corriente es mayor a 2% del PIB.
- El resultado de cuenta corriente mejora en al menos un desvío estándar al cuarto año de iniciada la reversión.
- El mínimo del resultado de cuenta corriente en los cinco años posteriores a la reversión debe ser mayor al máximo saldo de cuenta corriente en los dos años anteriores al episodio.
- No hay episodios en los tres años previos.

En el Cuadro A.3 del Anexo se presenta un listado de los episodios identificados.

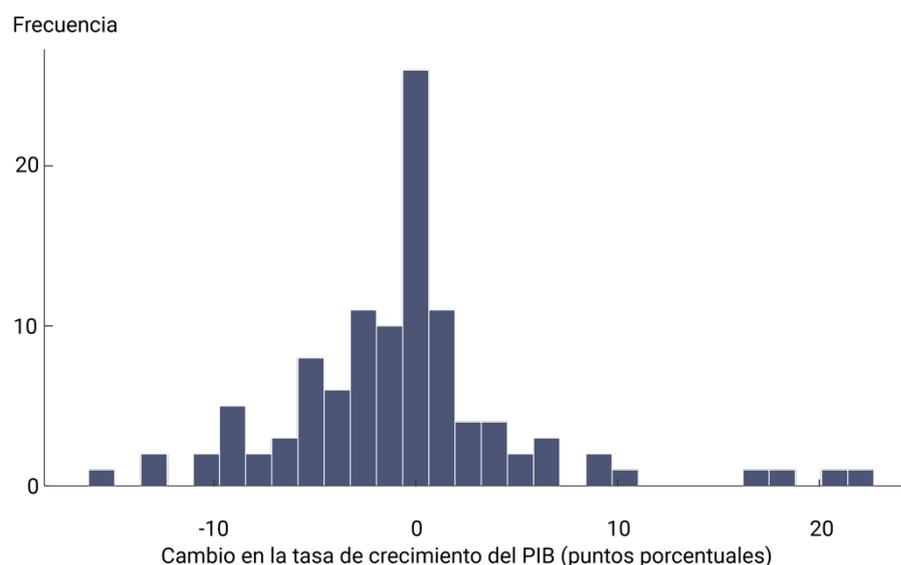
### 3.2.2. Clasificación de los episodios

Al igual que Cardarelli y Rebucci (2007), este trabajo clasifica las reversiones en función del cambio en la tasa de crecimiento del PIB antes y después inicio de la reversión. Cardarelli y Rebucci (2007) definen como episodios contractivos aquellos en que el crecimiento del PIB se desacelera y expansivos a aquellos episodios en los que el crecimiento del PIB se acelera. Sin embargo, observando el histograma del cambio en la tasa de crecimiento de las economías durante los episodios (ver Gráfico 1) se encuentra que en la mayor parte de los casos no se registran variaciones significativas en las tasas de crecimiento. Por esta razón se opta por clasificar los episodios con un criterio más amplio, considerando también casos intermedios en los que la economía no se acelere ni se desacelere.

Definir los umbrales para clasificar los episodios es un proceso que requiere necesariamente algún grado de arbitrariedad. Una forma de minimizar la discrecionalidad es aplicando técnicas de clasificación no supervisadas. Por esta razón, se considera como método para clasificar los episodios

al análisis de *clusters*. Concretamente, el método *Partition Around Medoids* (PAM) que se explica en la siguiente subsección.

**Gráfico 1 | Histograma del cambio en la tasa de crecimiento del PIB durante reversiones de cuenta corriente**  
En puntos porcentuales



### 3.2.3. Análisis de *clusters*

Para clasificar los episodios de reversión utilizamos el método *Partition Around Medoids* (PAM).<sup>5</sup> El algoritmo PAM se basa en la búsqueda de  $k$  objetos representativos o medoides entre las observaciones del set de datos. Una vez identificados los  $k$  medoides se asocia cada observación al medoide más cercano. Posteriormente, cada medoide  $m$  y cada observación no-medoide se intercambia (*swap*) y se computa la función objetivo. La función objetivo corresponde a la suma de las disimilitudes de todos los objetos con el medoide más cercano. El *swap* se realiza para mejorar la calidad del *clustering* modificando los objetos seleccionados (medoides) y los no seleccionados. Si la función objetivo se reduce al realizar el *swap*, entonces el intercambio se mantiene. Este proceso continúa hasta que la función objetivo no decrece. El objetivo es encontrar los  $k$  objetos representativos que minimizan la suma de las disimilitudes de las observaciones a sus objetos representativos más cercanos. El algoritmo PAM trabaja con una matriz de disimilitud y para computar esta matriz el algoritmo puede usar distintas métricas de distancia. En este trabajo se utiliza la distancia euclídea.

En línea con Croke *et al.* (2005) y Cardarelli y Rebucci (2007), la variable a considerar para clasificar los episodios es la diferencia en el crecimiento del PIB real antes y después de la ocurrencia de

<sup>5</sup> En este tipo de set de datos suele utilizarse el algoritmo *K-means*. Se optó por PAM en lugar de *K-means* porque que el segundo, al utilizar promedios, es muy sensible a valores extremos lo que puede afectar la asignación de las observaciones a los *clusters* (Kassambara, 2017).

este. Se define como crecimiento antes del episodio a la variación del PIB real promedio en los años -2 y -1, mientras que se define como crecimiento posterior al episodio a la variación del PIB real promedio en los años 1 y 2:

$$\Delta g_t = \frac{g_{t+1} + g_{t+2}}{2} - \frac{g_{t-1} + g_{t-2}}{2}$$

Con  $g_t$ : crecimiento del PIB real en año  $t$ . En el Cuadro A.3 del Anexo se presenta un listado con los valores del crecimiento del PIB promedio en los dos años previos y posteriores a la ocurrencia del evento CAR.

#### 3.2.4. Resultados del análisis de *clusters*

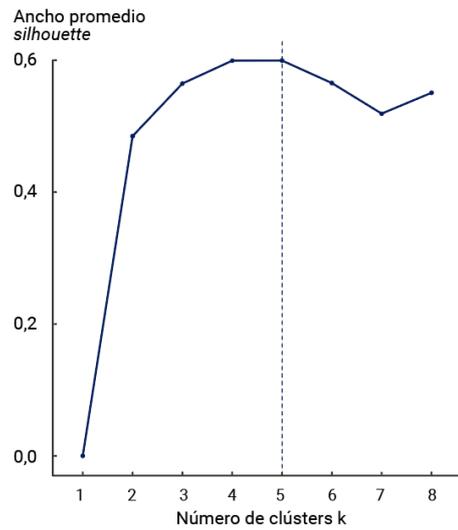
En el Gráfico 2.A se presenta la evolución del coeficiente de *silhouette* para  $k=1$  a  $k=8$ . El coeficiente de *silhouette* es una medida de qué tan similar (cerca) es una observación a otras observaciones de su mismo *cluster* comparado con la similitud a las observaciones en otros *clusters*. El coeficiente de *silhouette* tiene un rango que va de -1 a 1, con 1 indicando que la observación es similar a las observaciones de su *cluster* y diferente a las observaciones de otros *clusters*. En el gráfico se observa que coeficiente de *silhouette* alcanza un máximo en  $k=5$ .

En el Gráfico 2.B se presenta la evolución de la suma de los errores al cuadrado dentro de un *cluster* (SSE) para  $k$  entre 1 y 8. Esta métrica decrece a medida que el número de *clusters* aumenta, pero se observa un quiebre en  $k=5$ . Este quiebre indica que una cantidad de *clusters* mayor a 5 aporta poco valor. En base a esto optamos por  $k=5$  como la cantidad de *clusters* para clasificar a los episodios CAR.

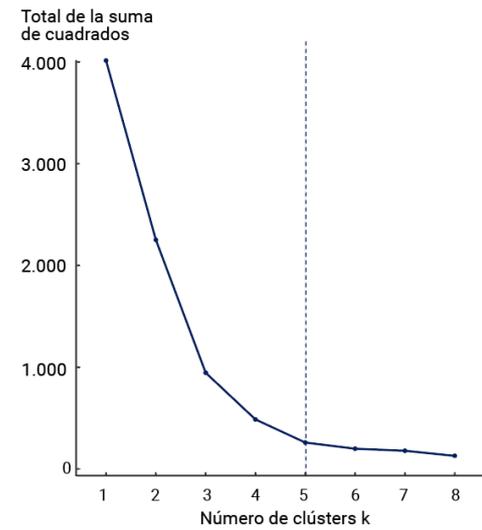
En el Gráfico 2.C, se reporta el coeficiente de *silhouette*, para  $k=5$ , de los episodios identificados. El promedio de los *clusters* registra un valor de 0,6. En tanto que en el Gráfico 2.D se representan el cambio en la tasa de crecimiento del PIB real en cada uno de los episodios y el *cluster* al que pertenecen.

## Gráfico 2 | Análisis de clusters

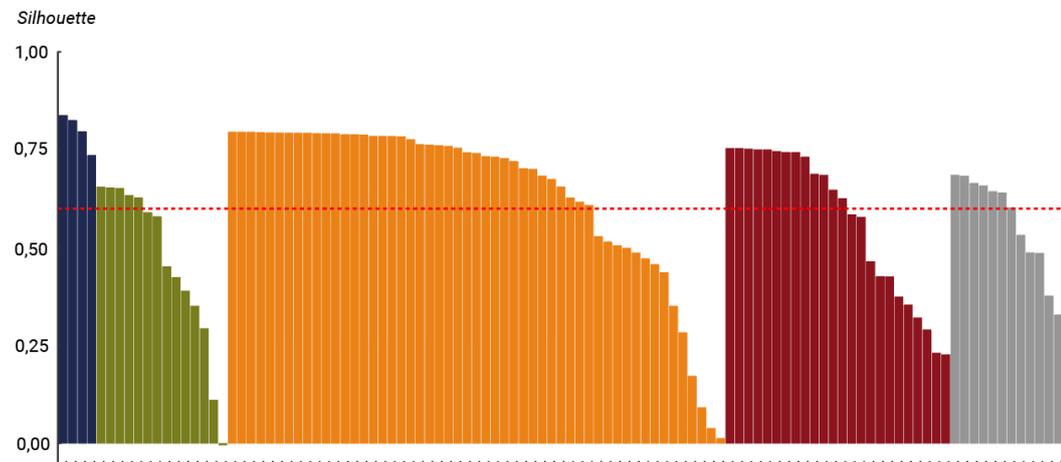
### A. Número óptimo de clusters



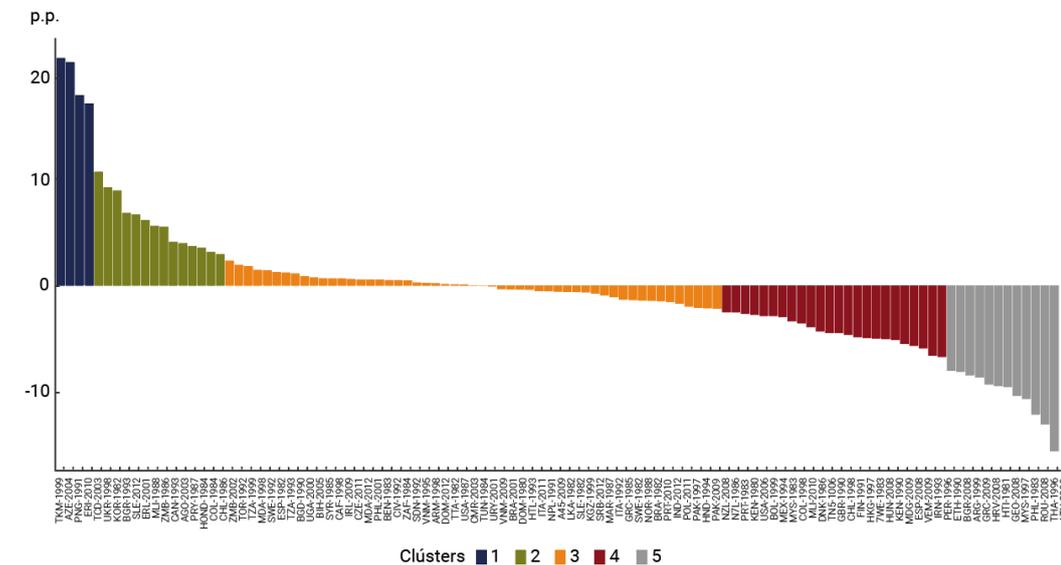
### B. Número óptimo de clusters



### C. Clusters silhouette. Ancho promedio silhouette 0,6



### D. Cambio en la tasa de crecimiento del PIB



**Cuadro 1 | Clasificación de los episodios por grupo de países**

Grupo de países	1. <i>Outliers</i> expansivos	2. Expansivos	3. Estables	4. Contracciones moderadas	5. Contracciones severas
Altos ingresos	0	3	17	10	3
Ingresos medios altos	2	3	10	5	6
Ingresos medios bajos	1	4	17	6	1
Bajos ingresos	1	4	9	3	2
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>53</b>	<b>24</b>	<b>12</b>
<b>Cambio en tasa de crecimiento (puntos porcentuales)</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>-4</b>	<b>-10</b>

La amplia cobertura geográfica de los *clusters* se observa en el Cuadro 1, mientras que la clasificación individual de cada episodio se presenta en el Cuadro A.3 del Anexo.

A partir del análisis del Cuadro 1 se desprenden las siguientes observaciones:

- La mayoría de los casos (53 episodios) son reversiones en las que la economía mantiene el ritmo de crecimiento. Denominamos a este grupo “estables”.
- El segundo grupo en importancia (24 episodios) es el de recesiones moderadas, en los que el crecimiento del PIB cae en promedio 4 puntos porcentuales. A este grupo lo denominaremos “contracciones moderadas”.
- Existe una cantidad similar de episodios con recesiones severas (desaceleración del crecimiento de 10 puntos porcentuales) y episodios de crecimiento (aceleración de 6 puntos porcentuales). Denominaremos a estos grupos “contracciones severas” y “expansivos”, respectivamente.
- Existe un grupo pequeño de episodios (4 casos) en los que la economía acelera fuertemente: la tasa de crecimiento se incrementa 20 puntos porcentuales.<sup>6</sup> A este grupo, por su comportamiento extremo los denominaremos “*outliers* expansivos”.
- No se observan diferencias claras entre los tipos de episodios y los grupos de países diferenciados por nivel de ingreso. Aunque los países de ingresos medios-altos tienen mayor proporción de episodios del tipo “contracciones severas” y los países de ingresos altos tienen mayor proporción de episodios moderados y estables.

#### 4. Condiciones iniciales de las reversiones de cuenta corriente

Uno de los puntos centrales de este trabajo es identificar si el tipo de episodio CAR depende de las condiciones iniciales y, por lo tanto, pueden implementarse políticas macroprudenciales, monetarias, fiscales y cambiarias, antes de la ocurrencia del episodio a efectos de evitar eventos

<sup>6</sup> Azerbaiyán 2004, Eritrea 2010, Papúa Nueva Guinea 1991 y Turkmenistán 1999.

disruptivos para el crecimiento. En ese sentido, en esta sección se hace un análisis de la dinámica de un conjunto de variables relevantes durante el proceso de ajuste de la cuenta corriente y se realiza un análisis estadístico de las condiciones previas a la ocurrencia del evento.

#### 4.1. Dinámica de las reversiones del déficit de cuenta corriente

Los Gráficos 3 y 4 presentan la evolución de un conjunto de variables relevantes durante el proceso de reversión para los cuatro principales tipos de reversión identificados en el análisis de *clusters*.<sup>7</sup> Las variables fueron seleccionadas en función de la literatura relevada. En los gráficos cada línea representa la mediana de la variable para cada tipo de episodio en el año  $t = 0$ , año en que se inicia la reversión, y en los tres años posteriores y anteriores al evento. Algunos puntos para destacar de la observación de los gráficos son:

- Los déficits de cuenta corriente iniciales suelen ser de mayor magnitud en los casos contractivos (Gráfico 3.A).
- La tasa de crecimiento de PIB antes del evento es más alta en los casos contractivos que en los episodios estables y expansivos (Gráfico 3.B).
- Los episodios con mayor (menor) caída de la tasa de crecimiento se producen con tipos de cambio reales más (menos) apreciados (Gráfico 3.C).
- Los episodios con mayor caída de la tasa de crecimiento se producen con mayores déficits comerciales (Gráfico 3.D).
- Mayores exportaciones y apertura económica están asociadas a episodios contractivos (Gráfico 3.E y Gráfico 3.L).<sup>8</sup>
- Los episodios contractivos están asociados a una mayor caída de las importaciones (Gráfico 3.F).
- Los episodios expansivos están asociados a *booms* de términos de intercambio y crecimiento de los volúmenes exportados (Gráfico 3.G y Gráfico 3.H).
- Los episodios contractivos están relacionados a un mayor cociente de deuda de corto plazo sobre reservas internacionales y un mayor cociente de intereses de deuda sobre Producto Nacional Neto (PNN) (Gráfico 3.J y Gráfico 3.K).
- Niveles de desempleo más bajos no se encuentran vinculados a episodios contractivos (Gráfico 4.A).
- En sentido contrario a la literatura, menores necesidades fiscales se encuentran asociados a episodios contractivos (Gráfico 4.E).

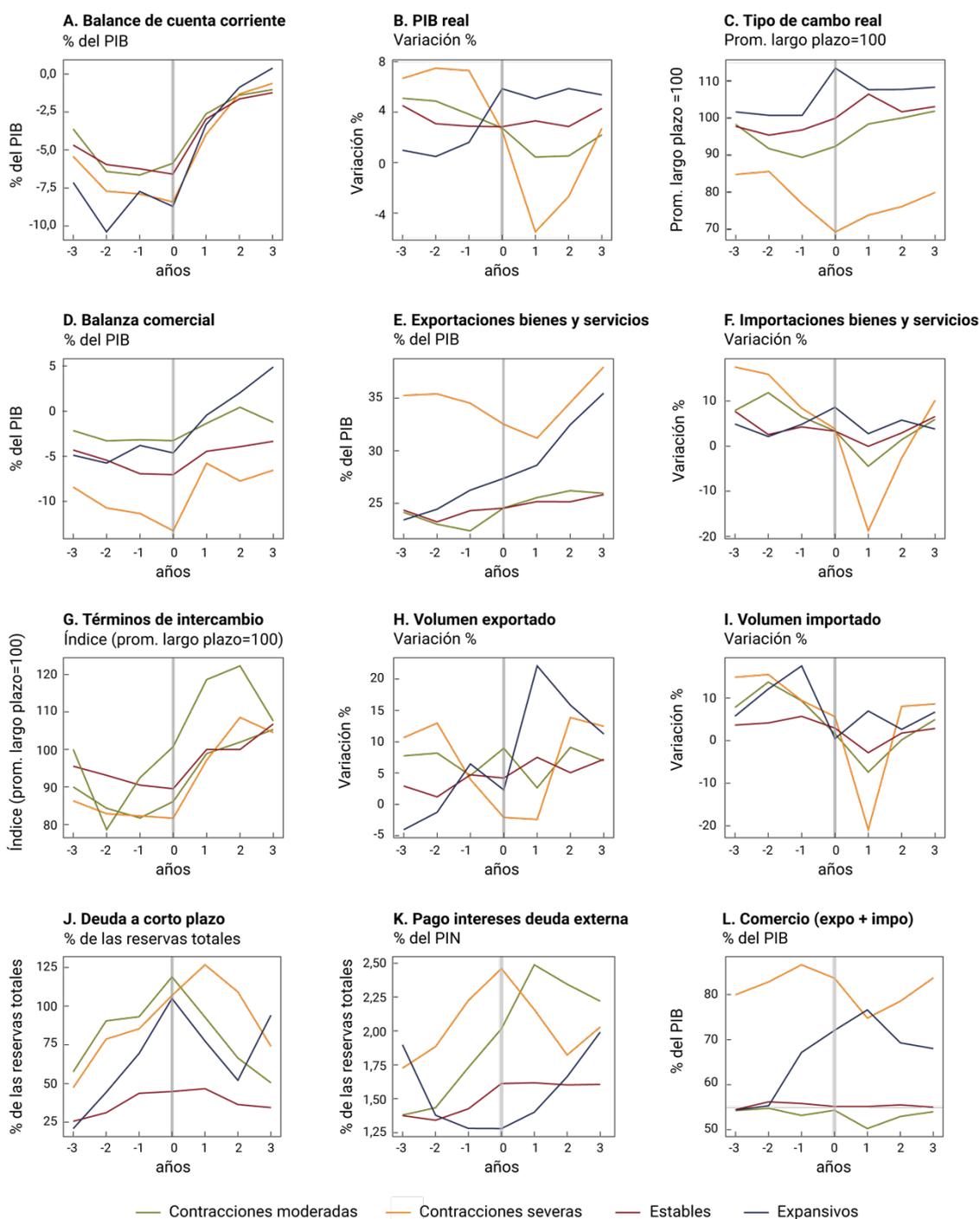
---

<sup>7</sup> No se presentan los episodios considerados *outliers* por ser muy pocos casos (4). Ver sección previa.

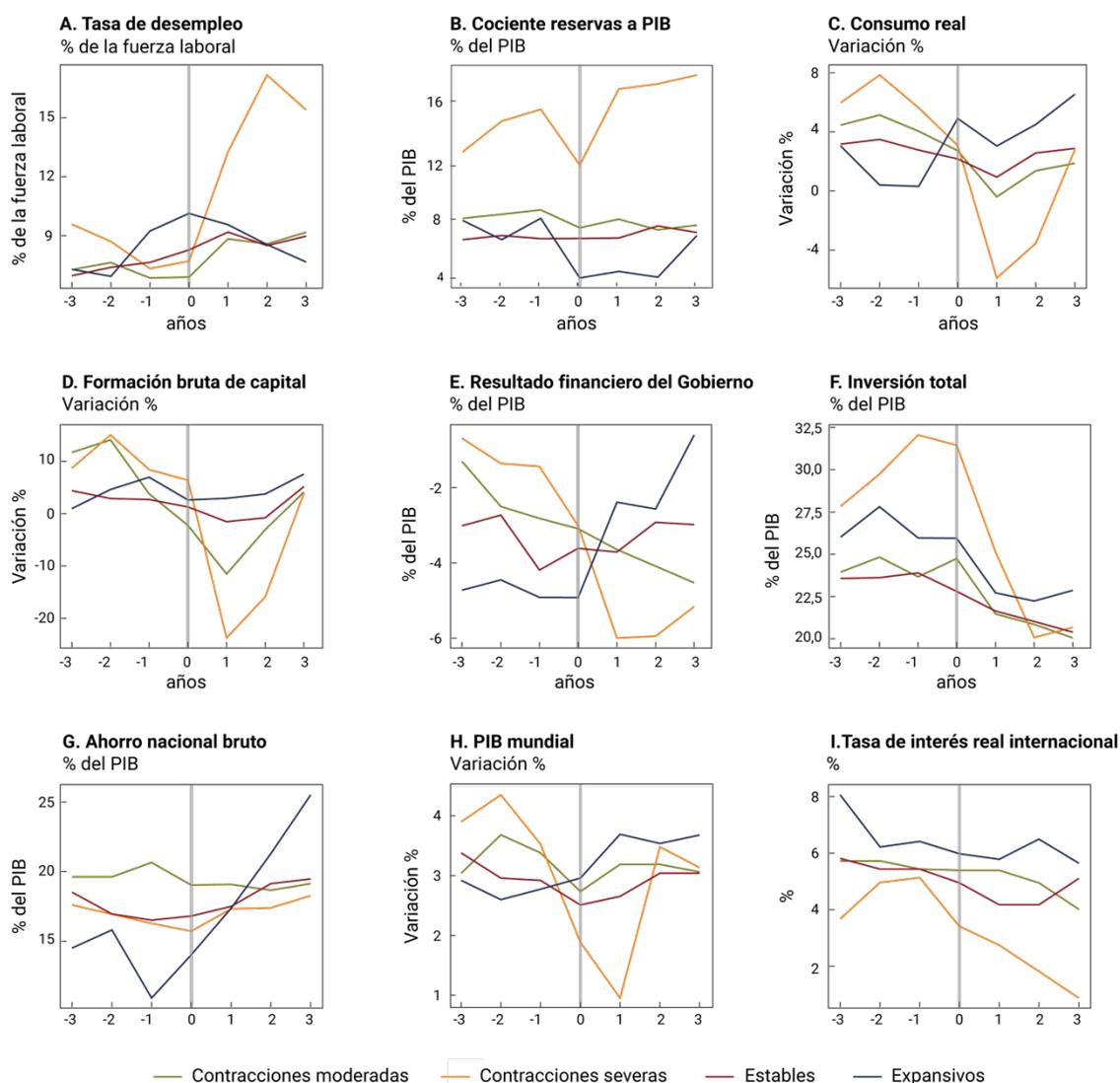
<sup>8</sup> Medido como la suma de exportaciones e importaciones como porcentaje del PIB.

- Con posterioridad a la ocurrencia del evento CAR, los episodios contractivos registran una fuerte caída de la inversión (Gráfico 4.D).
- No existe una relación clara entre tasas de ahorro nacional y tipo de episodio (Gráfico 4.G).

**Gráfico 3 | Dinámica de la reversión de la cuenta corriente según tipo de episodio**



**Gráfico 4 | Dinámica de la reversión de la cuenta corriente según tipo de episodio**



## 4.2. Análisis estadístico de las condiciones iniciales

Para evaluar si las condiciones iniciales en los episodios son estadísticamente diferentes, se llevó a cabo una prueba de medianas de Mood. Este es un test no paramétrico cuya hipótesis nula es que la mediana de las muestras es igual. Esta prueba de contraste estadística resulta conveniente porque puede aplicarse sin que se cumpla el supuesto de igualdad distribucional de las poblaciones y resulta más robusto que otros métodos aplicados sobre muestras pequeñas.

Para cada tipo de reversión se consideraron los períodos 0, -1 y -2, que son los períodos que permitirían anticipar una potencial reversión. En el Cuadro 2 se presentan las medianas de cada variable durante el período mencionado y los p-valores resultantes del test de Mood. Se destaca que:

- Se rechaza con un 95% de confianza la hipótesis nula de igualdad de medianas entre los distintos tipos de reversión para las variables Tipo de Cambio Real –*Real exchange rate*–, Consumo Privado (% PIB) –*Final consumption expenditure*–, Tasa de inversión (% PIB) –*Total investment*–, crecimiento de la inversión –*Gross capital formation*–, Ahorro nacional (% PIB) –*Gross national savings*–, Balance Comercial (% PIB) –*Trade balance*–, Términos de Intercambio –*Terms of trade*–, Deuda de Corto Plazo (% PIB)–*Short-term debt*– y Resultado Fiscal (% PIB) –*General government net lending/borrowing*.
- Se rechaza con un 90 % de confianza para el Cociente reservas a PBI –*Reserves to GDP ratio*–, Pago de intereses de deuda externa (% PIB) –*Interest payments on external debt*– y Volumen de importaciones –*Import volume*.
- No se rechaza la hipótesis nula en el caso de Volumen de exportaciones –*Export volume*–, Tasa de interés real internacional –*International real interest rate*–, PIB mundial –*World Gross Domestic Product*–, Saldo de cuenta corriente (% PIB)– *Current account balance*– y Tasa de desempleo –*Unemployment rate*.

**Cuadro 2 | Test de Mood de diferencia de medianas**

Variable	Mediana por tipo de episodio*				p-value
	Expansivos	Estables	CM	CS	
Real exchange rate	102,8	97,0	91,1	76,1	0,0000
Final consumption expenditure	1,2	2,7	3,8	5,4	0,0002
Total investment	26,3	23,6	24,3	31,3	0,0011
Gross capital formation	3,6	2,6	5,9	11,1	0,0016
Trade ( % of GDP)	65,6	55,8	54,3	84,2	0,0022
Gross national savings	14,0	16,8	19,6	16,4	0,0266
Trade balance	-3,8	-6,7	-3,3	-13,3	0,0269
Imports of goods and services	6,3	3,2	8,2	8,4	0,0340
GDP growth	2,8	2,9	4,1	5,8	0,0343
Terms of trade	84,5	90,5	83,3	81,7	0,0393
Short-term debt	58,1	39,3	93,2	90,0	0,0395
Gral. gov. net lending	-4,6	-3,5	-2,6	-1,9	0,0398
Int. payments on ext. debt	1,3	1,5	1,8	2,0	0,0711
Import volume index	8,0	3,6	9,3	9,3	0,0876
Reserves to GDP ratio	6,7	7,4	9,2	13,4	0,0976
Exports of goods and services	26,3	24,2	23,0	34,6	0,1650
International real interest rate	6,4	5,3	5,4	5,0	0,1751
Export volume	3,3	3,0	6,0	7,4	0,1940
World Gross Domestic Product	3,0	2,9	3,1	3,3	0,3072
Current account balance	-8,4	-6,2	-6,4	-8,0	0,3389
Unemployment rate	8,8	7,6	7,1	8,1	0,4130

(\*) CM: Contracciones moderadas; CS: Contracciones severas.

Estos resultados nos permiten considerar que existen diferencias estadísticamente significativas en las condiciones iniciales de cada tipo de episodio y, por lo tanto, distintas condiciones iniciales pueden llevar a reversiones expansivas o contractivas.

En base a estos hallazgos, en la siguiente sección se construyen modelos *logit* binomiales y multinomiales y árboles de decisión para predecir distintos tipos de reversión.

## 5. Estimación, evaluación y predicción de episodios CAR

En la sección anterior encontramos que existen diferencias estadísticamente significativas entre las condiciones iniciales de los cuatro principales tipos de episodios. En esta sección se analizan los determinantes de cada tipo de reversión. Para esto, se estiman cuatro modelos: (i) un modelo *logit* binomial, (ii) un modelo *logit* multinomial, (iii) un árbol de decisión con dos clases y (iv) un árbol de decisión con múltiples clases.

La estimación con distintas técnicas permite identificar si las variables predictoras son las mismas y cuáles tienen mayor capacidad predictiva.

Posteriormente, en la subsección 'Evaluación de modelos', se evalúa la *performance* de los modelos fuera de la muestra y se selecciona el mejor para luego presentar las estimaciones de los países analizados para los años posteriores a 2015.

### 5.1. Estimación

#### 5.1.1 Modelos *logit*

Se estiman dos modelos *logit*, primero un modelo *logit* binomial en el que la variable dependiente toma dos valores:<sup>9</sup>

- $Y = 0$  en años tranquilos;<sup>10</sup>
- $Y = 1$  en el año de la reversión y en los dos años previos.<sup>11</sup>

Posteriormente se estima un modelo *logit* multinomial con cinco estados:

- $Y = 0$  en años tranquilos,
- $Y = 1$  en el año de la reversión y en los dos años precedentes de un episodio del tipo "expansivo",
- $Y = 2$  en el año de la reversión y en los dos años precedentes de un episodio del tipo "estable",
- $Y = 3$  en el año de la reversión y en los dos años precedentes de un episodio del tipo "contracción moderada",

---

<sup>9</sup> Se utilizó el paquete "nnet" (Ripley y Venables, 2016) para la estimación de los modelos *logit* binomiales y multinomiales.

<sup>10</sup> Se consideran como años tranquilos a aquellos años que se encuentren al menos tres años de un episodio CAR.

<sup>11</sup> Esta decisión se adopta para que el modelo pueda anticiparse a la reversión permitiendo a los hacedores de política aplicar políticas tendientes a evitar eventos disruptivos.

- $Y = 4$  en el año de la reversión y en los dos años precedentes de un episodio del tipo “contracción severa”.

Los modelos se estimaron con datos entre 1975 y 2010, separando el set de datos en entrenamiento y validación. El período 2011-2015 se usa para evaluar los modelos en la subsección ‘Evaluación de modelos’.

### 5.1.2. Resultados de los modelos *logit*

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de la estimación de los modelos *logit* binomial y *logit* multinomial.<sup>12</sup> La columna 1 reporta los coeficientes del modelo binomial. Los coeficientes resultan en su mayoría significativos y en línea con lo esperado: un mayor déficit de cuenta corriente, un tipo de cambio real más apreciado, menores términos de intercambio y un mayor *output gap* incrementan las probabilidades de una reversión.

Las columnas 2 a 6 reportan los resultados del modelo multinomial con respecto a un año tranquilo ( $Y = 0$ ). Los signos de los coeficientes varían dependiendo el tipo de episodio, confirmando nuestra hipótesis de que las condiciones iniciales determinan el tipo de reversión.

Los valores de los coeficientes presentan resultados interesantes:

- El resultado de cuenta corriente (*Current account balance*) es un predictor de reversión. Mayores déficits de cuenta corriente incrementan la probabilidad de episodio CAR. El coeficiente resulta significativo para el modelo binomial y las clases contracciones moderadas, estables y expansivas. Tanto el signo como la significatividad se encuentran en línea con la literatura relevada.
- Una brecha de producto (*Output gap*) más elevada incrementa la probabilidad de reversiones contractivas y reduce la probabilidad de reversiones expansivas. Esto indica que las reversiones recesivas tienden a ocurrir en fases de auge del ciclo económico. La alternancia de los signos es consistente con la literatura: Algieri y Bracke (2011) encuentran que en reversiones con mayor contracción de la demanda doméstica las brechas de producto tienden a ser positivas y elevadas mientras que en reversiones en que el ajuste se da por sustitución de importaciones o aumento de exportaciones la brecha de producto suele ser más baja.
- Un tipo de cambio real más alto (*Real exchange rate*) incrementa la probabilidad de una reversión estable.

---

<sup>12</sup> Los modelos multinomiales asumen la independencia de alternativas irrelevantes (IIA). Se analiza la hipótesis de IIA usando el test de Hausman y McFadden (1984). En el Cuadro A.4 del Anexo se reportan los resultados del test, los cuales confirman la hipótesis de IIA.

- Expansiones del crédito doméstico (*Credit expansion*) aumentan la probabilidad de una reversión contractiva. Estos resultados están en línea con la mayor parte de la literatura relacionada a indicadores de alerta temprana de crisis cambiarias, bancarias y de deuda (Babecky *et al.*, 2014).
- Incrementos de la tasa de interés internacional en términos reales (*RINT*) implican una mayor probabilidad de reversión. El coeficiente es significativo para el modelo binomial y para la clase “expansiva”.
- Términos de intercambio más elevados reducen la probabilidad de reversiones. El coeficiente solo es significativo en los casos de “contracciones moderadas” y “*outliers* expansivos”. El signo y la significatividad están en línea con lo esperado y son consistentes con los hallazgos de Milesi-Ferretti y Razin (1998) y Barone *et al.* (2008).

**Cuadro 3 | Resultados del modelo *logit***

	Variables dependientes					
	Binomial (1)	Mult./CM (2)	Mult./CS (3)	Mult./Estables (4)	Mult./Exp. (5)	Mult.- OE (6)
Current account balance	-0.120*** (0,02)	-0.090*** (0,035)	0,006 (0,04)	-0.130*** (0,024)	-0.133*** (0,029)	0,165 (0,196)
Output gap	0,025 (0,03)	0.174*** (0,059)	0.143** (0,061)	0,0002 (0,046)	-0.190*** (0,054)	-0.301** (0,125)
Real exchange rate	0,004 (0,003)	0,005 (0,006)	-0,012 (0,012)	0.008** (0,004)	0,004 (0,006)	-0,007 (0,032)
Credit expansion	0.030*** (0,008)	0.044*** (0,015)	0.068*** (0,013)	-0,003 (0,015)	0,001 (0,025)	0,092 (0,089)
RINT	0.064* (0,035)	-0,109 (0,078)	-0,039 (0,08)	0,061 (0,05)	0.259*** (0,071)	-0,083 (0,272)
Terms of trade	-0,004 (0,003)	-0.014* (0,008)	-0,009 (0,008)	-0,005 (0,004)	0,003 (0,003)	-0.154* (0,090)
Constant	-3.370*** (0,555)	-2.944** (1,180)	-2,152 (1,538)	-4.265*** (0,729)	-7.431*** (1,087)	4,675 (5,433)
Observations	1.082					
Log Likelihood	-327,972					
Akaike Inf. Crit.	669,944	1.029,73	1.029,73	1.029,73	1.029,73	1.029,73

Notas: Los errores estándar se muestran entre paréntesis.

\*p<0,1; \*\*p<0,05; \*\*\*p<0,01

Mult: Modelo Multinomial; CM: Contracciones Moderadas; CS: Contracciones Severas; Exp: Expansivos; OE: Outliers Expansivos.

La selección de las variables de los modelos *logit* se hizo en base a la literatura relevada. Se tuvieron en cuenta dos factores: variables con menor cantidad de datos faltantes (preservando la mayor cantidad de reversiones posible) y menor criterio de información de Akaike.

Adicionalmente, como test de robustez se estimó un modelo *logit* ordenado (no se reporta) que mostró resultados similares.<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Se encuentra a disposición de los interesados, en caso de ser requerido.

### 5.1.3. Árboles de decisión

En el relevamiento de literatura no se han encontrado antecedentes del uso de árboles de decisión para predecir la ocurrencia de eventos CAR. De hecho, existen pocos antecedentes del uso de este método en trabajos asociados a Economía.

Los árboles de decisión tienen dos grandes ventajas: son simples y de fácil interpretación. Sin embargo, suelen tener peor performance predictiva en comparación con otros algoritmos de aprendizaje automático (James *et al.*, 2013). El uso de árboles de decisión resulta apropiado para este tipo de problemáticas ya que permite trabajar con un número de variables mayor, capturar dinámicas no lineales e interacciones entre variables (David, 2017).

En esta sección estimamos dos árboles de decisión:

- Un primer árbol con dos clases, de modo equivalente con el modelo *logit* binomial explicado en la subsección anterior —  $Y = 0$  en años tranquilos y  $Y = 1$  en el año de la reversión y en los dos años previos.
- Un segundo árbol multiclase. Nuevamente, con las clases equivalentes al *logit* multinomial de la sección previa.

Los modelos se estimaron con datos entre 1975 y 2010, separando el set de datos en entrenamiento y validación. El período 2011-2015 se usa para evaluar los modelos en la subsección 'Evaluación de modelos'.

La estimación de los árboles se realizó con la librería "rpart" (Therneau *et al.*, 2019) del software estadístico R (R Core Team, 2019). La librería "rpart" utiliza el algoritmo CART (Breiman *et al.*, 1984). La ventaja de este algoritmo por sobre ID3 o C4.5, otros algoritmos usados frecuentemente en árboles de decisión, es que CART puede trabajar con datos faltantes.<sup>14</sup>

Para la determinación de los hiperparámetros se utilizó la técnica de *grid search* (búsqueda de grilla), en la que se evaluaron combinaciones de mínimo *split*, máxima profundidad, mínimo *bucket* (mínimo número de observaciones en el nodo final) y complejidad del árbol. En el caso del árbol de dos clases, se encontró que un mínimo *split* de 4, una máxima profundidad de 6, un mínimo *bucket* de 3 y una complejidad de 0.005 reporta la mejor performance (medida a través del *balance accuracy*) en los datos de validación (2000-2010). En el caso del árbol con múltiples clases se identificó que un mínimo *split* de 10, una máxima profundidad de 8, una complejidad de 0.009 y un mínimo *bucket* de 3 registra la mejor *performance* (se utilizó como métrica el *balanced accuracy* y el mismo período de validación que en el árbol de dos clases).

---

<sup>14</sup> Otra técnica de clasificación muy utilizada es Random Forest. Se descartó por tener menor facilidad interpretativa y no permitir datos faltantes.

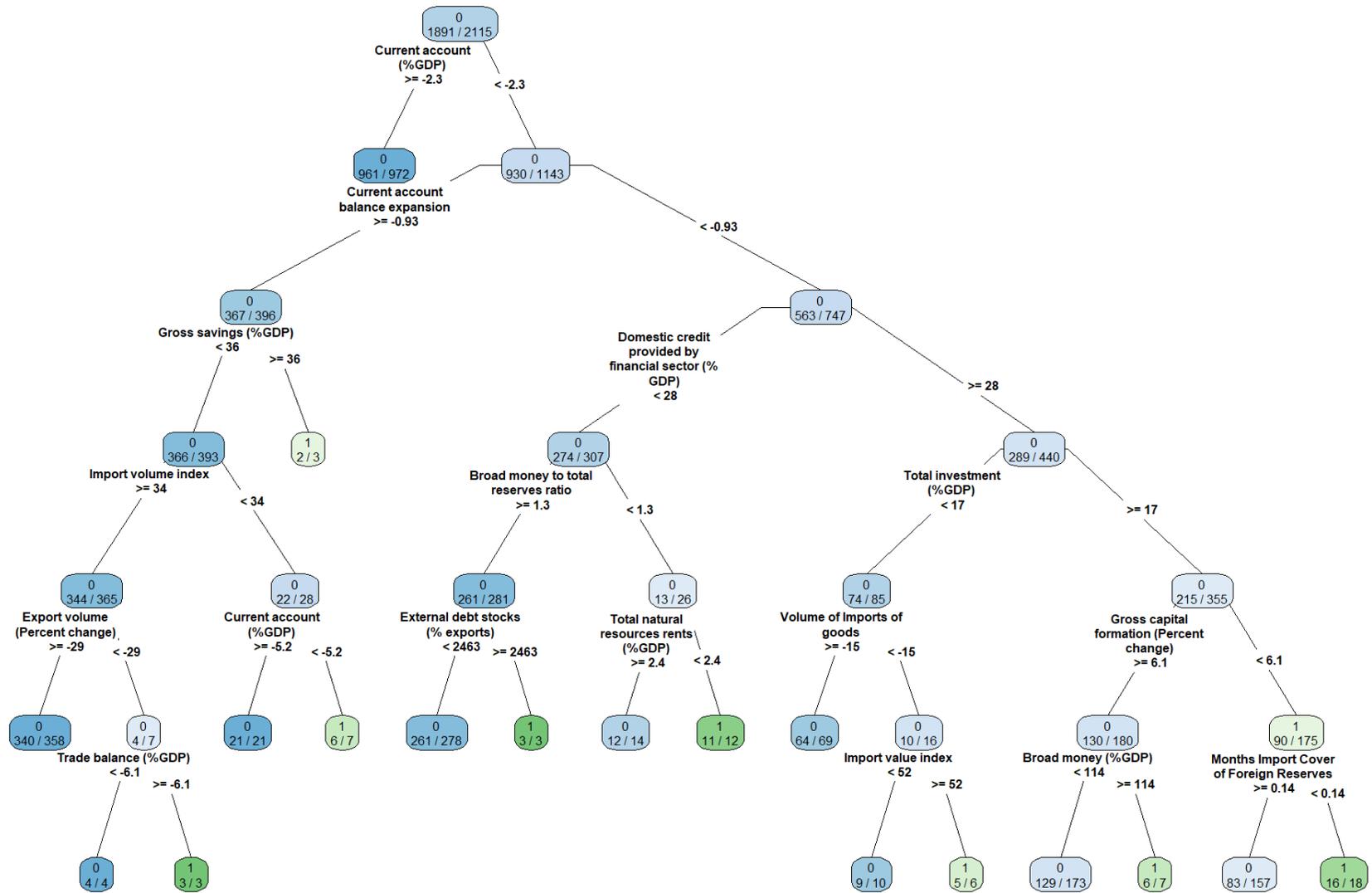
#### 5.1.4. Resultados árboles de decisión

##### Árbol con dos clases

En el Gráfico 5, se exhibe una representación gráfica del árbol estimado. Las hojas de color verde son años con mayor probabilidad de episodios CAR ( $Y = 1$ ), mientras que las hojas de color azul son años con mayor probabilidad de ser años tranquilos ( $Y = 0$ ). Asimismo, en el Gráfico A.1 del Anexo se presenta un indicador de importancia de las variables del árbol—se muestran las primeras 20 variables de modo que el gráfico sea más claro. Las variables de mayor importancia seleccionadas por el modelo tienen una interpretación económica de interés:

- Saldo de cuenta corriente como porcentaje del PIB (*Current account balance*): mayores déficits de cuenta corriente están asociados a episodios CAR. En particular, déficits mayores a 2,3 % aumentan la probabilidad de reversión.
- Deterioro de la cuenta corriente (*Current account expansion*): si el nivel de cuenta corriente se ubica 0,93 puntos porcentuales por debajo del saldo promedio de los 10 años previos se incrementan las probabilidades de reversión.
- Crédito al sector privado como porcentaje del PIB (*Credit to private sector*) y el crédito doméstico total como porcentaje del PIB (*Domestic credit provided by the financial sector*): mayores tasas de crédito a PIB y mayores tasas de crecimiento del cociente crédito a PIB están asociados a mayor probabilidad de episodios CAR.
- Tasa de inversión a PIB (*Total Investment as % GDP*): mayores tasas de inversión están asociadas a mayor probabilidad de reversiones de cuenta corriente.
- Tipo de cambio real (*Real exchange rate y real exchange rate overvaluation*): un tipo de cambio real apreciado incrementa las probabilidades de episodios CAR.
- Expansión de las importaciones (*Import value index, import volume index y volume of imports of goods*): ciclos expansivos de las importaciones aumentan la probabilidad de episodios CAR.
- La relación dinero amplio sobre reservas internacionales (*Broad money to total reserves ratio*): mayores cocientes incrementan la probabilidad de reversiones.
- Expansión del consumo (*Private consumption expansion*): un aumento en la participación del consumo en el PIB está asociado a una mayor probabilidad de ocurrencia de episodios CAR.
- Deuda externa como porcentaje de las exportaciones (*External debt stocks as % exports*): cocientes de deuda externa a exportaciones más altos incrementan la probabilidad de episodios CAR.

Gráfico 5 | Árbol de decisión



Nota: Y=1 evento CAR. Y=0 año tranquilo. Ver anexo para una descripción completa de las variables.

- Cociente exportaciones a PIB (*Exports of goods and services as % GDP*): economías con exportaciones a PIB inferiores a 13 % tienen mayor probabilidad de registrar una reversión.
- Bajo nivel de reservas en términos de importaciones (*Months import cover of foreign reserves*): un nivel bajo de reservas en términos de meses importaciones está asociado a episodios CAR.

### Árbol multiclase

En los Gráficos 6 y Gráfico A.2 del Anexo, se presentan los resultados de la estimación del árbol de decisión multiclase con los cinco estados antes señalados. El esquema del Gráfico 6 es una representación gráfica del árbol. Las hojas de color rojo son años “tranquilos” (no hay reversión,  $Y = 0$ ), en color gris se identifican los episodios de tipo “estables” ( $Y = 1$ ), en color naranja se identifican los episodios de tipo “contracciones moderadas”, en color violeta se identifican los episodios clasificados de tipo “contracciones severas”, en color celeste los episodios clasificados como “expansivos” y en color verde los clasificados como “outliers expansivos”.

Asimismo, en el Gráfico A.2 del Anexo se presentan, ordenadas por importancia, las variables del árbol multiclase. Las variables de mayor importancia seleccionadas por el modelo tienen una interpretación económica relevante:

- Saldo de cuenta corriente como porcentaje del PIB y deterioro relativo de la cuenta corriente (*Current account expansion*): al igual que en el modelo de dos clases, mayores déficits de cuenta corriente están asociados a una mayor probabilidad de ocurrencia de episodios CAR.
- El cociente de crédito a PIB (*Credit provided by the financial sector*) ocupa una posición significativa. Episodios contractivos están asociados a niveles de crédito más elevados. En particular, esto se vuelve más relevante cuando se observa la interacción entre niveles de crédito más elevados y tipos de cambio reales más apreciados.
- La expansión del consumo privado (*Private consumption expansion*), el tipo de cambio real (*Real exchange rate* y *real exchange rate overvaluation*) y el cociente crédito al sector privado a PIB se encuentran vinculados en las ramas del árbol. Su interacción indica que mayores cocientes de crédito a PIB, mayores tasas de expansión del consumo y un menor tipo de cambio real están asociados a una mayor probabilidad de episodio CAR. En particular del tipo contracciones moderadas.
- Una elevada participación de la deuda en dólares como proporción de la deuda total (*USD denominated debt as % Debt*) está asociada a episodios de tipo contracciones severas.
- En línea con lo observado en el modelo *logit* multinomial, un mayor *output gap* incrementa las probabilidades de una reversión del tipo contractivo.



Una primera conclusión que puede extraerse de observar las variables seleccionadas por los modelos es que el resultado de la cuenta corriente, el tipo de cambio real, la brecha del producto, la relación crédito doméstico a PIB y la relación dinero amplio a reservas internacionales se encuentran entre las variables más relevantes entre los modelos estimados. Asimismo, los signos y la significatividad se encuentran en línea con lo que señala la literatura relevada.

## 5.2. Evaluación de modelos

En esta subsección se realiza una evaluación de los modelos. Sintéticamente, el concepto de evaluación de modelos consiste medir qué tan bien los modelos estimados se comportan sobre datos no vistos en el proceso de estimación. Un buen modelo será aquel que no solo registre buena *performance* sobre datos de entrenamiento (estimación) sino también sobre datos no vistos.

En este trabajo se divide el set de datos en dos conjuntos: (i) un set de entrenamiento, conformado por observaciones registradas entre los años 1975 y 2010, y (ii) un set de datos de prueba (o *held out*), conformado por observaciones registradas entre los años 2011 y 2015.

En problemas de clasificación suelen utilizarse distintas métricas para medir la capacidad de los modelos de clasificar correctamente los distintos episodios. Algunos de las más usuales son *specificity* (tasa de verdaderos negativos) y *sensitivity* (tasa de verdaderos positivos).

El *sensitivity* (tasa de verdaderos positivos) se define como:  $\frac{VP}{VP+FN}$  con VP cantidad de verdaderos positivos y FN cantidad de falsos negativos. El *sensitivity* mide la tasa de casos positivos predichos correctamente por el modelo. Por su parte, el *specificity* mide la proporción de años tranquilos predichos correctamente por el modelo  $\frac{VN}{VN+FP}$  con VN cantidad de verdaderos negativos y FP cantidad de falsos positivos.

Una forma de comparar estas métricas es la curva ROC (*Receiver operating characteristic*) (ver Gráfico 7). La curva ROC representa los valores de *sensitivity* y *specificity* para distintos umbrales de probabilidad. Una mayor área bajo la curva ROC significa que el modelo registra mayores tasas de verdaderos positivos y mayores tasas de verdaderos negativos. Puede considerarse que un modelo tiene mayor capacidad predictiva si tiene una mayor área bajo la curva ROC (AUC).

En el Gráfico 7 se presentan las curvas ROC de los modelos con dos clases. Como puede observarse el AUC es mayor para el árbol de decisión. En el Cuadro 4 se reportan las áreas bajo curva ROC de los distintos modelos. El árbol de decisión presenta un AUC mayor que el modelo *logit* binomial. En el mismo sentido, el árbol de decisión con dos clases registra un AUC mayor que el *logit* multinomial.<sup>15</sup>

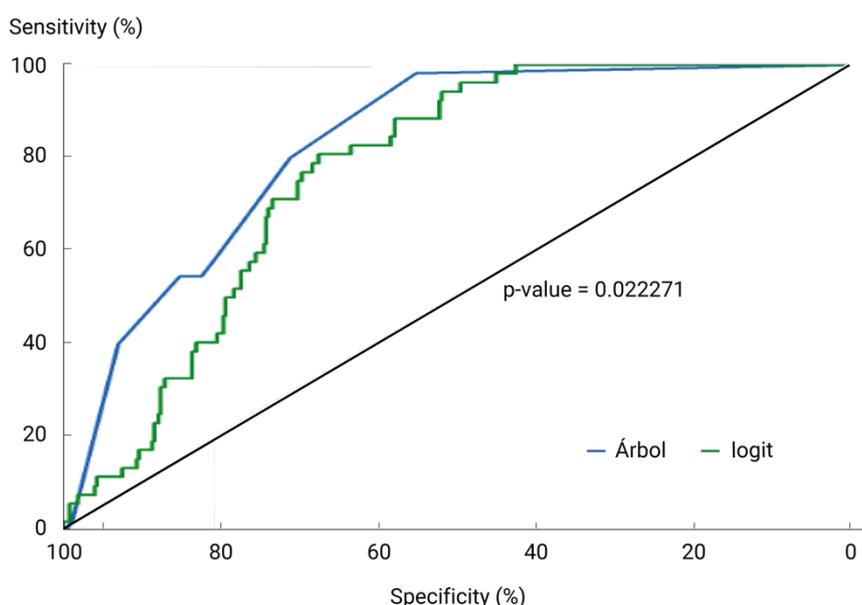
---

<sup>15</sup> Para computar el AUC se hizo uso del paquete pROC (Robin *et al.*, 2012). En el caso de los modelos con más de dos clases el paquete replica la metodología de Hand y Till (2001) que consiste en promediar las AUC de todos los pares de combinaciones de clases.

Para validar que las diferencias entre las curvas AUC sean estadísticamente significativas se empleó la prueba de DeLong (DeLong *et al.*, 1988). Se encontró que las AUC de los modelos *logit* y árboles presentan diferencias estadísticamente significativas.

En base a estos resultados podemos considerar que los árboles de decisión presentan una mejor *performance* que los modelos *logit* en nuestro problema de interés.

**Gráfico 7 | Curvas ROC de modelos *logit* binomial y árbol de decisión con dos clases**



**Cuadro 4 | Área bajo la curva ROC**

Modelo	AUC
Árbol binomial	0,83
Logit binomial	0,77
Árbol multiclase	0,65
Logit multinomial	0,62

### 5.3. Probabilidades predichas fuera de la muestra (2015-2019)

La metodología de clasificación utilizada en este trabajo requiere, para clasificar los episodios, información de tres años posteriores a la ocurrencia del evento, por lo que los modelos se estimaron y evaluaron con datos entre 1975 y 2018, pudiéndose identificar episodios entre 1978 y 2015. Para evaluar la *performance* del modelo entre 2015 y 2019, se estimaron las probabilidades de reversión según los modelos estimados en las subsecciones anteriores y se comparó las probabilidades predichas con el Informe del WEO de octubre de 2019 para los respectivos países.<sup>16</sup>

<sup>16</sup> El listado de países para los cuales la probabilidad de reversión es mayor a 6,3% en algún año con posterioridad a 2015

El modelo predice episodios de reversión con posterioridad a 2015 para 89 países. Para ver si estas predicciones son razonables se analiza el Artículo IV de cada país y el WEO de octubre de 2019 que provee de proyecciones de la cuenta corriente para el período 2018-2024. Se encuentra que el modelo coincide con las proyecciones del FMI para los siguientes casos: Argentina, Australia, República Central Africana, Egipto, Etiopía, Georgia, Malawi, Pakistán, Ruanda, Túnez y Turquía.

## 6. Implicancias para la política económica

Las asociaciones estadísticas identificadas entre las variables fundamentales y los patrones de reversión advierten la importancia para el hacedor de política de articular distintos instrumentos para evitar CAR disruptivos para el crecimiento. El objetivo de esta sección es desarrollar algunas de las herramientas de política económica disponibles.

Entre los episodios de tipo recesivos la ocurrencia simultánea de brechas del producto positivas y apreciación del tipo de cambio real sugiere la adopción de una política fiscal contracíclica que imponga menores presiones sobre demanda doméstica y sobre la brecha de producto. Esto a su vez redundaría en déficits de cuenta corriente de menor magnitud y en menores presiones apreciatorias.<sup>17</sup>

En términos monetarios y cambiarios, nuevamente se destaca la importancia de evitar la apreciación del tipo de cambio real. Una apreciación del tipo de cambio puede estar impulsada por factores fundamentales como aumentos de la productividad en sectores transables o por *shocks* positivos de los términos de intercambio. Sin embargo, la apreciación también puede estar asociada al régimen cambiario, a elevadas tasas de interés domésticas y/o a un régimen de apertura de la cuenta capital y financiera. Un tipo de cambio real apreciado aumenta las vulnerabilidades externas en varios frentes. En primer lugar, incrementando el déficit comercial, desincentivando exportaciones y aumentando la demanda de importaciones. En segundo lugar, sesga la inversión a sectores no transables reduciendo la oferta de sectores exportables. Estos efectos contribuyen al deterioro de la cuenta corriente y a la pérdida de reservas internacionales. La pérdida de reservas puede reforzarse por las expectativas de una depreciación futura promoviendo la salida de capitales, en particular en regímenes de tipo de cambio fijo (Krugman, 1979).

Existe la posibilidad de que la apreciación cambiaria sea una consecuencia del ingreso de flujos de capitales. En este sentido, la combinación de una cuenta capital abierta y un mercado financiero con escasa regulación ha sido la génesis de muchas de las crisis de países de América Latina en las décadas de los '80 y '90, algunas de las cuales se identifican como episodios de reversión del tipo "contracciones severas" (Frenkel, 2003; Díaz-Alejandro, 2002). Sobre este punto la implementación de controles de capitales y medidas macroprudenciales en cuanto a la regulación de endeudamiento en moneda extranjera y la proporción de la deuda de portafolio sobre la deuda total son variables para monitorear en pos de lograr correcciones de déficits menos costosas (Ostry *et al.*, 2012).

---

y las probabilidades predichas de acuerdo a los distintos modelos para cada país para el período posterior a 2015 no se incluyeron por cuestiones de espacio pero pueden solicitarse a los autores. La metodología de determinación del punto de corte se explica en el Anexo.

<sup>17</sup> Un aumento del gasto público está asociado a una apreciación del tipo de cambio real (Miyamoto *et al.*, 2019).

Los flujos de capitales también están asociados booms de crédito (Mendoza y Terrones, 2008) una de las variables que aparecen vinculadas a los episodios recesivos en los modelos estimados. En este sentido, limitar la expansión excesiva del crédito doméstico resulta también una política conveniente para mitigar los riesgos de reversiones recesivas.

En cuanto al rol de las expectativas y la capacidad de absorber shocks externos se destaca la importancia de acumular reservas internacionales y evitar el descalce de monedas y la concentración de vencimientos de deuda externa en el corto plazo.

Si bien excede los alcances de este trabajo, la discusión sobre el rebalanceo de los déficits globales resulta relevante. Sobre este punto se destaca la necesidad de fortalecer el rol de los organismos multilaterales para coordinar políticas macroeconómicas a nivel global y evitar así que las correcciones de los déficits de cuenta corriente se produzcan por contracciones de la demanda doméstica en lugar de mayores exportaciones (Lane y Milesi-Ferretti, 2014).

## 7. Conclusiones

Este trabajo estudia la dinámica de ajuste del déficit de la cuenta corriente para un conjunto amplio de países. El propósito es evaluar si las condiciones iniciales permiten anticipar si la reversión es disruptiva para el crecimiento económico.

Se clasifican las reversiones de acuerdo con el cambio en la tasa de crecimiento del PIB aplicando técnicas de análisis de *cluster* y se identifican cinco agrupamientos relevantes. Estos grupos son validados estadísticamente y se estiman modelos *logit* binomiales y multinomiales y árboles de decisión para predecir los distintos tipos de reversión.

El primer grupo de episodios, etiquetado como “contracciones severas”, registra una desaceleración significativa de la tasa de crecimiento (en promedio 10 puntos porcentuales) y está asociado a crecimientos excesivos del crédito doméstico, a brechas del producto positivas y elevadas y a un tipo de cambio real apreciado.

El segundo grupo de episodios, etiquetado como “contracciones moderadas”, ligado a una desaceleración promedio de 4 puntos porcentuales, presenta un comportamiento similar al primer grupo. Este grupo también está asociado un tipo de cambio real apreciado, a expansiones del crédito y a brechas del producto positivas, aunque de menor magnitud al primer caso. Adicionalmente, el deterioro en los términos de intercambio sería otro de factores asociados a este tipo de ajuste.

El tercer grupo de episodios, etiquetado como “estables”, donde la tasa de crecimiento se mantiene inalterada durante la reversión, está vinculado a un tipo de cambio equilibrado y déficits de cuenta corriente de una magnitud inferior al de los casos recesivos.

El cuarto grupo de episodios, etiquetado como “expansivos”, en el cual la tasa de crecimiento se acelera durante el proceso de reversión, está asociado a una mejora de los términos de intercambio, aumentos de los volúmenes exportados, brechas del producto más bajas y tipos de cambio reales más altos.

El quinto grupo de episodios, etiquetado como “*outliers* expansivos”, por tratarse de pocos casos (4) y por registrar una aceleración extraordinaria en la tasa de crecimiento. Estos episodios están asociados a economías pequeñas y abiertas en los que los términos de intercambio muestran una mejora significativa.

Uno de los principales hallazgos es que los distintos tipos de reversión, con excepción del grupo de *outliers*, se encuentran distribuidos de una forma relativamente equilibrada entre países con distintos niveles de ingreso. No se encuentra una asociación significativa entre el tipo de episodio y el grado de apertura económica y financiera o el régimen cambiario.

Otro de los hallazgos destacables es que, si bien variables externas como los términos de intercambio y la tasa de interés real de los EE. UU. resultan significativas, variables asociadas a políticas domésticas, como el tipo de cambio real, la brecha del producto y la expansión del crédito, son las que tienen mayor capacidad explicativa. En ese sentido, una de las conclusiones del trabajo es la importancia de las políticas domésticas a la hora de mitigar los costos de un proceso de ajuste de la cuenta corriente. Resulta central la aplicación de políticas fiscales, cambiarias y macroprudenciales, tendientes a moderar el ciclo económico, limitar la apreciación del tipo de cambio, la expansión excesiva del crédito y la prociclicidad de los flujos de capitales de modo de reducir la probabilidad de episodios contractivos.

El trabajo también realiza aportes en el herramental metodológico con el que se suelen estudiar los episodios CAR. Entre los modelos estimados se encuentra que el árbol de decisión registra una mejor *performance* que los modelos *logit* utilizados usualmente en la literatura a la hora de predecir los eventos. En esta línea, una extensión natural del trabajo podría evaluar el uso de árboles de decisión en la construcción de modelos de alerta temprana en temáticas vinculadas, como son las crisis cambiarias y los *sudden stops*. En lo que refiere a las correcciones de déficits de la cuenta corriente resultaría relevante analizar la dinámica del crecimiento en las etapas previas al deterioro de las cuentas externas, prestando especial atención a los patrones de crecimiento y su vínculo con el deterioro de la cuenta corriente.

## Referencias

- Adalet, M., y Eichengreen, B. (2007); "Current account reversals: Always a problem?", en *G7 Current Account Imbalances: Sustainability and Adjustment*, University of Chicago Press, pp. 205-246.
- Algieri, B., y Bracke, T. (2011); "Patterns of current account adjustment—insights from past experience", *Open Economies Review*, 22(3), pp. 401-425.
- Aromi, J. D. (2018); "Large current account deficits and neglected vulnerabilities", *LIII Jornadas Anuales de Economía*, 1. Recuperado a partir de <https://aaep.org.ar/anales/works/works2018/aromi.pdf>
- Babecky, J., Havranek, T., Mateju, J., Rusnak, M., Smidkova, K., y Vasicek, B. (2014); "Banking, debt, and currency crises in developed countries: Stylized facts and early warning indicators", *Journal of Financial Stability*, 15, pp. 1-17.
- Bagnai, A., y Manzocchi, S. (1999); "Current account reversals in developing countries: the role of fundamentals", *Open economies review*, 10 (2), pp. 143-163.
- Barone, S., Descalzi, R., y Díaz Cafferata, A. (2008); "Probability of Current Account Reversals in Argentina and other Latin America Countries", *XXIII Jornadas Anuales de Economía*, Banco Central de Uruguay, 4.
- Benhima, K., y Havrylchyk, O. (2006); *Current Account Reversals and Long-Term Imbalances: Application to the Central and Eastern European Countries*. CEPII.
- Breiman, L., Friedman, J., Stone, C. J., y Olshen, R. A. (1984); *Classification and regression trees*. CRC Press.
- Cardarelli, R., y Rebucci, A. (2007); "Exchange rates and the adjustment of external imbalances", *World Economic Outlook: Spillovers and Cycles in the Global Economy*.
- Clarida, R. H., Gorette, M., y Taylor, M. P. (2007); "Are there thresholds of current account adjustment in the G7?", en Clarida, R.H. (ed.): *G7 current account imbalances: Sustainability and adjustment*, University of Chicago Press.
- Croke, H., Kamin, S., y Leduc, S. (2005); *Financial market developments and economic activity during current account adjustments in industrial economies*. Board of Governors of the Federal Reserve System.
- David, B. (2017); *Model economic phenomena with CART and Random Forest algorithms*. University of Paris Nanterre, EconomiX.

Davis, J. S., Mack, A., Phoa, W., y Vandenabeele, A. (2016); "Credit booms, banking crises, and the current account", *Journal of International Money and Finance*, 60, pp. 360-377.

De Haan, L., Schokker, H., y Tcherneva, A. (2008); "What do current account reversals in OECD countries tell us about the US case?", *World Economy*, 31 (2), pp. 286-311.

DeBelle, G., y Galati, G. (2007); "Current account adjustment and capital flows", *Review of International Economics*, 15 (5), pp. 989-1013.

DeLong, E. R., DeLong, D. M., y Clarke-Pearson, D. L. (1988); "Comparing the areas under two or more correlated receiver operating characteristic curves: a nonparametric approach", *Biometrics*, pp. 837-845.

Díaz-Alejandro, C. (2002); "Good-bye Financial Repression, Hello Financial Crash", *Journal of Development Economics*, 19 (1/2), September/October, 1-24. *International Library of Critical Writings in Economics*, 140, pp. 250-276.

Edwards, S. (2004); "Financial openness, sudden stops, and current account reversals", *American Economic Review*, 94 (2), pp. 59-64.

Eichengreen, B., Rose, A. K., y Wyplosz, C. (1995); "Exchange market mayhem: the antecedents and aftermath of speculative attacks", *Economic policy*, 10 (21), pp. 249-312.

Frenkel, R. (2003); "Globalización y crisis financieras en América Latina", *Revista de la CEPAL*.

Freund, C. (2005); "Current account adjustment in industrial countries", *Journal of International Money and Finance*, 24 (8), pp. 1278-1298.

Freund, C., y Warnock, F. (2007); "Current account deficits in industrial countries: the bigger they are, the harder they fall?", en Clarida, R.H. (ed.): *G7 current account imbalances: Sustainability and adjustment*, University of Chicago Press.

Hand, D. J., y Till, R. J. (2001); "A simple generalisation of the area under the ROC curve for multiple class classification problems", *Machine Learning*, 45 (2), pp. 171-186.

Hasan, A., Zhiyu, W., Mahani, A. S., y Hasan, M. A. (2019); "Package *mnlogit*", *Review of Economics and Statistics*, 81, pp. 62-72.

Hausman, J., y McFadden, D. (1984); "Specification tests for the multinomial logit model", *Econometrica*, pp. 1219-1240.

Ilzetzki, E., Reinhart, C. M., y Rogoff, K. S. (2019); "Exchange arrangements entering the twenty-first century: Which anchor will hold?", *The Quarterly Journal of Economics*, 134 (2), pp. 599-646.

IMF (2019); *World Economic Outlook Database*. Washington DC: International Monetary Fund.

James, G., Witten, D., Hastie, T., y Tibshirani, R. (2013); *Tree-Based Methods. In: An Introduction to Statistical Learning. Springer Texts in Statistics, vol 103*. Springer, New York, NY.

Kassambara, A. (2017); *Practical guide to cluster analysis in R: Unsupervised machine learning*, STHDA, Vol. 1.

Komarek, L., Komarkova, Z., y Melecky, M. (2005); "Current account reversals and growth: the direct effect Central and Eastern Europe 1993-2000", *Warwick Economic Research Papers*, N° 736.

Komarek, L., y Melecky, M. (2005); "Currency crises, current account reversals and growth: the compounded effect for emerging markets", *Warwick Economic Research Papers*, N° 735.

Krugman, P. (1979); "A model of balance of payments crises", *Journal of money, Credit and Banking*, 11 (3), pp. 311-325.

Lane, M. P. R., y Milesi-Ferretti, M. G. M. (2014); *Global imbalances and external adjustment after the crisis*. International Monetary Fund.

Mendoza, E. G., y Terrones, M. E. (2008); *An anatomy of credit booms: evidence from macro aggregates and micro data*. National Bureau of Economic Research.

Milesi-Ferretti, G. M., y Razin, A. (1998); "Sharp reductions in current account deficits an empirical analysis", *European Economic Review*, 42 (3-5), pp. 897-908.

Miyamoto, W., Nguyen, T. L., y Sheremirov, V. (2019); "The effects of government spending on real exchange rates: Evidence from military spending panel data", *Journal of International Economics*, 116, pp. 144-157.

Obstfeld, M. (2012); "Does the current account still matter?", *American Economic Review*, 102 (3), pp. 1-23.

Ostry, J. D., Ghosh, A. R., Chamon, M., y Qureshi, M. S. (2012); "Tools for managing financial stability risks from capital inflows", *Journal of International Economics*, 88 (2), pp. 407-421.

Pancaro, C. (2013); "Current account reversals in industrial countries: does the exchange rate regime matter?", *European Central Bank, Working Paper Series No1547*.

Pierri, D., Montes-Rojas, G., y Mira-Llambi, P. (2020); "The empirical dimension of overborrowing", *Documentos de Trabajo del Instituto Interdisciplinario de Economía Política (IIEP-BAIRES) 2020-45*. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Económicas, Instituto Interdisciplinario de Economía Política (IIEP-BAIRES).

R Core Team. (2019); *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Recuperado a partir de <https://www.R-project.org/>.

Ripley, B., Venables, W., y Ripley, M. B. (2016); "Package *nnet*", *R package version, 7*, pp. 3-12.

Robin, X., Turck, N., Hainard, A., Tiberti, N., Lisacek, F., Sanchez, J. C., y Muller, M. (2011); "pROC: an open-source package for R and S+ to analyze and compare ROC curves", *BMC bioinformatics*, 12 (1), pp. 1-8.

Sturzenegger, F., Guidotti, P., y Villar, A. (2003); *Aftermaths of Current Account Crisis: Export Growth or Import Contraction?* (Business School Working Papers N° once); Universidad Torcuato Di Tella. Recuperado a partir de: <https://ideas.repec.org/p/udt/wpbsdt/once.html>.

Therneau, T., Atkinson, B., Ripley, B., y Atkinson, M. B. (2019); *Package "rpart"*.

World Bank, T. (2019); *World Development Indicators*.

## Anexos

**Cuadro A.1 | Listado de países**

Categoría	Features
Altos ingresos	Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Chile, Croacia, República Checa, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hong Kong, Hungría, Irlanda, Israel, Italia, Japón, Corea, Kuwait, Lituania, Países Bajos, Nueva Zelanda, Noruega, Omán, Panamá, Polonia, Portugal, Arabia Saudita, Singapur, República Eslovaca, España, Suecia, Suiza, Taiwán, Emiratos Árabes Unidos, Reino Unido, Estados Unidos, Uruguay
Ingresos medios-altos	Albania, Argelia, Argentina, Armenia, Azerbaiyán, Bielorrusia, Bosnia y Herzegovina, Brasil, Bulgaria, China, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, Georgia, Guatemala, Irak, República Islámica de Irán, Jordania, Kazajstán, Líbano, Libia, Malasia, México, Paraguay, Perú, Rumania, Rusia, Serbia, Sudáfrica, Sri Lanka, Tailandia, Turquía, Turkmenistán, Venezuela
Ingresos medios-bajos	Angola, Bangladesh, Bolivia, Camboya, Camerún, Costa de Marfil, Egipto, El Salvador, Ghana, Honduras, India, Indonesia, Kenia, República Kirguisa, República Democrática Popular Lao, Mauritania, Moldavia, Marruecos, Myanmar, Nicaragua, Nigeria, Pakistán, Papúa Nueva Guinea, Filipinas, República del Congo, Senegal, Sudán, Túnez, Ucrania, Uzbekistán, Vietnam, Zambia, Zimbabue
Bajos ingresos	Afganistán, Benin, Burkina Faso, Burundi, República Centroafricana, Chad, República Democrática del Congo, Eritrea, Etiopía, Guinea, Haití, Liberia, Madagascar, Malawi, Malí, Mozambique, Nepal, Níger, Ruanda, Sierra Leona, Sudán del Sur, Siria, Tayikistán, Tanzania, Togo, Uganda, Yemen

Fuente: Banco Mundial (2019).

## Cuadro A.2 | Listado de variables

Descripción	Unidad	Fuente
Current account balance	% del PIB	FMI y WDI
Currency composition of PPG debt	% de la deuda	WDI
External debt stocks	% de las exportaciones	WDI
External debt stocks	% del INB	WDI
Short-term debt	% de las reservas totales	WDI
Short-term debt	% de las exportaciones	WDI
Short-term debt	% de la deuda externa total	WDI
Int. payments on ext. debt	% de las exportaciones	WDI
Int. payments on ext. debt	% del INB	WDI
Debt service	% del PIB	WDI
Exchange rate regime (IRR)	1 = más flexible	IRR
Total reserves in months of imports	Meses	WDI
Broad money	% del PIB	WDI
Broad money to total reserves ratio	Ratio de dinero amplio total a reservas	WDI
Broad money growth	Variación %	WDI
Domestic credit provided by financial sector	% del PIB	WDI
Domestic credit to private sector	% del PIB	WDI
Net lending (+) / net borrowing (-)	% del PIB	WDI
World Gross Domestic Product	Variación %	WDI
General government structural balance	% del PIB potencial	FMI
General government total expenditure	% del PIB	FMI
Gral. gov. net lending	% del PIB	FMI
General government gross debt	% del PIB	FMI
Months Import Cover of Foreign Reserves	Meses	WDI
Inflation	Variación %	WDI
Unemployment rate	% de la fuerza laboral	WDI
General government final consumption expenditure	Variación %	WDI
Households and NPISHs final consumption expenditure	% del PIB	WDI
Final consumption expenditure	Variación %	WDI
Exports of goods and services	Variación %	WDI
Exports of goods and services	% del PIB	WDI
Gross fixed capital formation	% del PIB	WDI
Gross capital formation	% del PIB	WDI
Imports of goods and services	% del PIB	WDI
Trade	% del PIB	WDI
Output gap in percent of potential GDP	% del PIB potencial	WDI y FMI*
Gross national savings	% del PIB	FMI
Total investment	% del PIB	FMI
Consumer price index	Variación %	WDI
GDP deflator	Variación %	WDI
Real exchange rate overvaluation	Diferencia entre el nivel actual del TCR y su promedio de los últimos diez años	WDI y FMI*
Real exchange rate	Prom. largo plazo = 100	WDI y FMI*
Reserves to GDP ratio	Reservas a PIB	WDI y FMI*
International real interest rate	%	FED
Trade balance	% del PIB	WDI y FMI*
Fixed exchange rate	1 = fijo	IRR*
Merchandise trade	% del PIB	WDI
Import volume index	Variación %	WDI
Terms of trade	Índice (prom. largo plazo = 100)	WDI
Terms of trade	Variación %	WDI
Volume of exports of goods and services	Variación %	WDI
Volume of exports of goods	Variación %	WDI
Oil price	USD	WDI
Gross domestic product	Variación %	FMI

Descripción	Unidad	Fuente
Credit expansion	Diferencia entre el nivel actual de crédito al PIB y su promedio en los últimos diez años	WDI
Import expansion	Diferencia entre el nivel actual de importaciones sobre el PIB y su promedio en los últimos diez años	WDI
Terms of trade expansion	Diferencia entre el nivel actual de términos de intercambio y su promedio de los últimos diez años	WDI
Private consumption expansion	Diferencia entre el nivel actual de consumo privado a PIB y su promedio en los últimos diez años	WDI
Public consumption expansion	Diferencia entre el nivel actual de consumo público a PIB y su promedio en los últimos diez años	WDI
Export expansion	Diferencia entre el nivel actual de exportaciones (índice de cantidad) y su promedio de los últimos diez años	WDI
World GDP expansion	Diferencia entre el crecimiento actual del PIB mundial y su promedio en los últimos diez años	WDI
Government consumption expansion	Diferencia entre el nivel actual de consumo del gobierno en relación con el PIB y su promedio en los últimos diez años	WDI
Current account balance expansion	Diferencia entre el nivel actual de la cuenta corriente en relación con el PIB y su promedio en los últimos diez años	WDI
Import value expansion	Diferencia entre el volumen de importación actual y su promedio en los últimos diez años	WDI
Export value expansion	Diferencia entre el volumen exportado actual y su promedio de los últimos diez años	WDI
Gross capital formation expansion	Diferencia entre el nivel actual de formación bruta de capital fijo en relación con el PIB y su promedio en los últimos diez años	WDI
GDP average growth in the 3 previous years	Crecimiento promedio del PIB en los 3 años anteriores	
Export average growth in the 3 previous years	Crecimiento promedio de las exportaciones en los 3 años anteriores	

WDI: Indicadores de Desarrollo Mundial - Banco Mundial; FMI: Fondo Monetario Internacional; WDI y FMI\*: cálculos propios a partir de WDI y FMI; FED: Reserva Federal de Saint Louis; IRR: Ilzetzki, Reinhart y Rogoff.

**Cuadro A.3 | Listado de episodios de reversiones de cuenta corriente y sus principales características**

Año	País	Cuenta corriente		Crecimiento PIB real		Cluster
		Déficit en t=0	Prom. 1-2 años post.	Prom. 1-2 años ant.	Prom. 1-2 años post.	
2003	Angola	-4,0	8,4	8,9	13,0	Expansivos
1999	Argentina	-3,9	-2,2	6,0	-2,6	Contracciones severas
1998	Armenia	-22,0	-16,4	4,3	4,5	Estables
2007	Australia	-6,7	-4,7	2,8	2,3	Estables
1999	Austria	-2,3	-0,8	2,8	2,3	Estables
2004	Azerbaiyán	-29,8	9,4	9,8	31,2	Outliers expansivos
1990	Bangladesh	-2,7	-0,6	3,3	4,5	Estables
1983	Benin	-11,7	-3,4	1,8	2,4	Estables
1999	Bolivia	-5,9	-4,3	5,0	2,1	Contracciones moderadas
2005	Bosnia - Herzegovina	-16,9	-8,7	5,1	5,8	Estables
1982	Brasil	-9,1	-2,4	2,4	1,0	Estables
2001	Brasil	-4,2	-0,5	2,4	2,1	Estables
2014	Brasil	-4,1	-2,2	2,5	-3,4	
1993	Bulgaria	-25,8	-1,0	-9,6	-2,6	Expansivos
2008	Bulgaria	-22,1	-5,0	7,1	-1,1	Contracciones severas
2003	Camerún	-4,1	-2,6	4,3	4,4	Estables
1993	Canadá	-3,9	-1,6	-0,6	3,6	Expansivos
1998	República Centroafricana	-6,1	-1,6	-1,0	-0,3	Estables
2003	Chad	-43,8	-7,1	10,1	21,0	Expansivos
1986	Chile	-6,4	-2,1	3,9	6,9	Expansivos
1998	Chile	-4,9	-0,5	7,1	2,4	Contracciones moderadas
1984	Colombia	-3,9	-1,1	1,3	4,5	Expansivos
1998	Colombia	-4,1	0,7	2,7	-0,6	Contracciones moderadas
1992	Costa de Marfil	-9,1	-4,1	-0,5	0,0	Estables
2008	Croacia	-8,8	-3,1	5,1	-4,4	Contracciones severas
2011	República Checa	-2,1	-1,0	-1,3	-0,6	Estables
1986	Dinamarca	-5,1	-2,0	4,1	0,1	Contracciones moderadas
1980	República Dominicana	-8,3	-4,4	3,3	3,0	Estables
2012	República Dominicana	-6,5	-3,7	5,7	6,0	Estables
2013	El Salvador	-6,9	-4,3	3,3	2,1	
2001	Eritrea	-24,8	-1,2	-6,1	0,2	Expansivos
2010	Eritrea	-10,4	13,2	-3,6	13,8	Outliers expansivos
1990	Etiopía	-2,3	0,0	0,1	-8,1	Contracciones severas
1991	Finlandia	-5,2	-2,9	2,9	-2,0	Contracciones moderadas
2008	Georgia	-22,0	-10,4	11,0	1,3	Contracciones severas
2014	Ghana	-7,0	-5,5	8,5	2,8	
1985	Grecia	-6,8	-2,4	0,5	-0,9	Estables
2009	Grecia	-10,9	-10,0	1,5	-7,3	Contracciones severas
2013	Guatemala	-2,5	-1,1	3,6	4,2	
1981	Haití	-6,2	-4,0	7,5	-2,1	Contracciones severas
1993	Haití	-9,7	-1,1	-0,5	-0,9	Estables
2014	Haití	-8,5	-2,0	3,6	1,3	
1984	Honduras	-6,0	-2,8	-1,2	2,5	Expansivos
1994	Honduras	-6,6	-3,5	5,9	3,8	Estables
2013	Honduras	-9,5	-5,8	4,0	3,4	

Año	País	Cuenta corriente		Crecimiento PIB real		Cluster
		Déficit en t=0	Prom. 1-2 años post.	Prom. 1-2 años ant.	Prom. 1-2 años post.	
1997	Hong Kong RAE	-4,4	4,0	3,3	-1,7	Contracciones moderadas
2008	Hungría	-6,8	-0,4	2,1	-3,0	Contracciones moderadas
1990	India	-2,9	-1,1	7,8	3,3	Contracciones moderadas
2012	India	-4,8	-1,5	8,4	6,9	Estables
2009	Irlanda	-4,7	-1,4	0,4	1,0	Estables
1993	Irán	-6,5	4,5	6,4	-0,2	Contracciones moderadas
1982	Italia	-2,4	-0,3	1,8	2,0	Estables
1992	Italia	-2,6	1,1	1,7	0,6	Estables
2011	Italia	-3,0	0,3	-1,9	-2,3	Estables
1992	Jordania	-16,4	-9,0	1,8	3,8	Estables
1980	Kenia	-8,7	-4,6	7,3	4,6	Contracciones moderadas
1990	Kenia	-5,8	-2,8	5,3	0,1	Contracciones moderadas
2014	Kenia	-10,4	-5,8	5,2	5,8	
1982	Corea del Sur	-7,0	-2,9	2,7	11,8	Expansivos
1999	República Kirguisa	-14,8	-2,9	6,0	5,4	Estables
2008	Lituania	-13,6	0,1	9,2	-6,6	Contracciones severas
2009	Madagascar	-20,6	-9,1	6,4	0,9	Contracciones moderadas
1980	Malawi	-12,1	-6,1	7,1	-1,4	
1983	Malasia	-10,6	-3,1	6,4	3,4	Contracciones moderadas
1997	Malasia	-5,4	13,4	9,9	-0,6	Contracciones severas
1988	Malí	-10,4	-0,1	4,3	10,0	Expansivos
2010	Malí	-10,7	-3,6	4,8	1,2	Contracciones moderadas
1994	México	-8,1	-0,5	3,1	0,2	Contracciones moderadas
1998	Moldavia	-16,4	-5,5	-2,1	-0,6	Estables
2012	Moldavia	-7,4	-5,6	6,5	7,0	Estables
1978	Marruecos	-9,9	-6,7	8,4	4,3	
1987	Marruecos	-7,0	-1,7	7,3	6,4	Estables
2013	Marruecos	-7,6	-4,0	4,1	3,6	
1991	Nepal	-7,7	-5,5	4,5	4,0	Estables
1986	Nueva Zelanda	-5,6	-2,2	4,0	1,5	Contracciones moderadas
2008	Nueva Zelanda	-7,8	-2,2	3,4	1,2	Estables
1988	Noruega	-3,9	1,2	2,9	1,5	Estables
1979	Pakistán	-5,6	-2,6	6,0	6,6	
1997	Pakistán	-4,4	-2,2	5,8	3,8	Estables
2009	Pakistán	-5,5	-1,1	5,3	3,1	Estables
1991	Papúa Nueva Guinea	-2,6	3,5	-2,2	16,0	Outliers expansivos
2013	Papúa Nueva Guinea	-30,8	14,9	2,9	11,5	
1987	Paraguay	-11,6	1,3	2,1	5,8	Expansivos
1996	Perú	-6,8	-6,1	9,9	3,0	Contracciones moderadas
1983	Filipinas	-7,5	-1,9	3,5	-7,3	Contracciones severas
2001	Filipinas	-2,3	0,0	3,7	4,3	Estables
2011	Polonia	-5,2	-2,5	3,2	1,5	Estables
1983	Portugal	-5,8	-0,5	2,8	0,3	Contracciones moderadas
2010	Portugal	-10,2	-3,9	-1,4	-2,9	Estables
2008	Rumania	-11,5	-4,9	7,6	-4,7	Contracciones severas
2012	Serbia	-10,8	-5,7	1,4	0,7	Estables
1982	Sierra Leona	-8,3	-1,1	0,7	0,1	Estables
2012	Sierra Leona	-31,8	-13,4	5,8	12,6	Expansivos

Año	País	Cuenta corriente		Crecimiento PIB real		Cluster
		Déficit en t=0	Prom. 1-2 años post.	Prom. 1-2 años ant.	Prom. 1-2 años post.	
1984	Sudáfrica	-2,4	4,0	-1,1	-0,6	Estables
1982	España	-2,4	-0,1	0,4	1,7	Estables
2008	España	-9,2	-4,1	4,0	-1,8	Contracciones moderadas
1982	Sri Lanka	-14,1	-4,2	5,6	5,0	Estables
1992	Sudán	-47,6	-25,8	2,7	3,1	Estables
1982	Suecia	-3,0	0,0	4,5	3,2	Estables
1992	Suecia	-2,6	-0,1	-0,1	1,3	Estables
1985	Siria	-4,1	-1,4	-2,4	-1,8	Estables
2013	Tayikistán	-10,4	-4,7	7,5	6,3	
1993	Tanzania	-17,3	-10,4	1,3	2,6	Estables
1999	Tanzania	-6,6	-2,8	3,6	5,5	Estables
2013	Tanzania	-10,7	-8,9	6,5	6,4	
1996	Tailandia	-8,0	5,3	8,1	-5,2	Contracciones severas
1984	Túnez	-11,6	-6,7	2,1	2,1	Estables
1977	Turquía	-5,4	-1,8	8,8	0,4	
1999	Turkmenistan	-14,8	4,9	-2,3	19,5	Outliers expansivos
2000	Uganda	-6,0	-3,6	7,0	7,9	Estables
1998	Ucrania	-3,0	4,8	-6,5	2,9	Expansivos
2013	Ucrania	-9,2	-1,1	2,9	-8,2	
1990	Reino Unido	-3,1	-1,4	4,2	-0,4	Contracciones moderadas
1987	Estados Unidos	-3,3	-2,0	3,8	3,9	Estables
2006	Estados Unidos	-5,8	-4,8	3,7	0,9	Contracciones moderadas
2001	Uruguay	-2,4	1,0	-2,4	-2,4	Estables
2014	Uruguay	-3,2	-0,2	4,1	1,0	
1995	Vietnam	-12,7	-6,9	8,5	8,7	Estables
2009	Vietnam	-6,5	-1,8	6,4	6,3	Estables
2009	Yemen	-10,1	-3,2	3,5	-2,5	Contracciones moderadas
1986	Zambia	-14,6	-2,0	-0,2	5,4	Expansivos
2002	Zambia	-12,1	-6,7	4,6	7,0	Estables
1983	Zimbabwe	-5,1	-0,9	7,6	2,5	Contracciones moderadas
1997	Zimbabwe	-7,7	0,4	5,3	0,9	Contracciones moderadas
2014	Zimbabwe	-11,6	-5,6	9,3	1,3	

Notas: Clusters identificados como 'NA', no contaban con información completa de la tasa de crecimiento del PIB y por lo tanto no pudieron ser clasificados.

## Test de Hausman de independencia de alternativas irrelevantes (IIA)

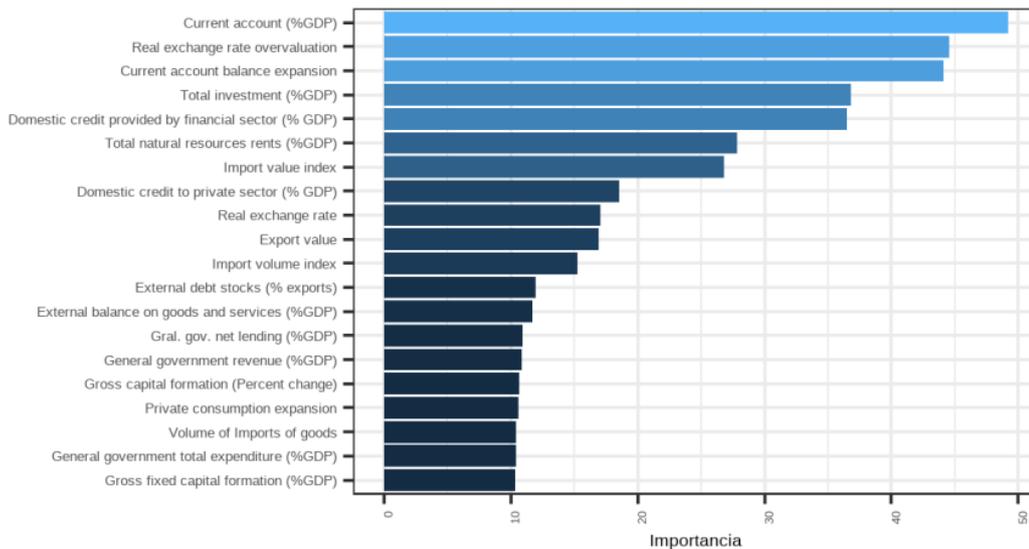
Los modelos multinomiales solo son válidos si se cumple que las probabilidades relativas entre dos estados son independientes de todos los demás estados. Testeamos esta hipótesis a través del test de Hausman y McFadden (1984) de independencia de alternativas irrelevantes.<sup>18</sup> En Cuadro A.4 se reportan los resultados del test, los cuales confirman la hipótesis de IIA.

**Cuadro A.4 | Test de Hausman de IIA independencia de alternativas irrelevantes**

Estado	Estadístico	p.value
Tranquilo (no hay CAR)	-27,829	1
Contracciones moderadas	-27,829	1
Contracciones severas	-17,718	1
Estables	-74,027	1
Expansivos	-0,921	1
Outliers expansivos	-3,055	1

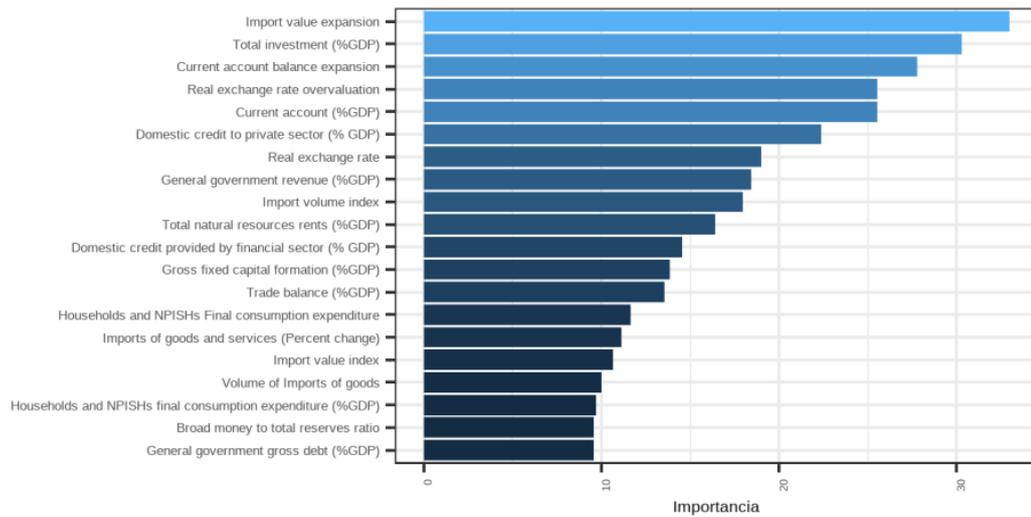
## Importancia de variables

**Gráfico A.1 | Árboles de decisión con dos clases**



<sup>18</sup> Se usó el paquete *mnlogit* (Hasan et al., 2019) para la estimación del test.

**Gráfico A. 2 | Árboles de decisión multiclases**



### Determinación del punto de corte

La elección del punto de corte (*cut off*) implica un *trade-off* entre distintos tipos de error. Un punto de corte más bajo incrementará el número de falsos positivos (falsas alarmas) mientras que un punto de corte más alto permitirá predecir mayor cantidad de episodios (reducirá el número de falsos negativos).

Se elige un punto de corte que balancee el *recall* (fracción de eventos CAR detectados) y el *specificity* (tasa de verdaderos negativos o años tranquilos clasificados correctamente). En el Gráfico 9 se presenta la evolución del *recall*, el *specificity* y *balance accuracy* (promedio de *recall* y *specificity*) para distintos puntos de corte sobre el set de datos de validación. Para el árbol de decisión con dos clases (el mejor modelo) el punto de corte que balancea estas métricas es 6,3%.

**Gráfico A.3 | Métricas de evaluación en función del punto de corte sobre datos de validación**

