

DIMENSIONES DEL AGRONEGOCIO BRASILEÑO

Organizador

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho

Colaboradores

Constanza Valdes | Edward Martins Costa

Eliana Teles Bastos | Elisangela Pereira Lopes

Érica Basílio Tavares Ramos | José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho

José Garcia Gasques | Leonardo Chaves Borges Cardoso

Mirian Rumenos Piedade Bacchi | Pedro Gabriel Eduard V. M. Meiners

Raúl Velilla Gómez | Tiago Santos Telles

Valquíria Cardoso Caldeira | Zenaide Rodrigues Ferreira



NACIONES UNIDAS

C E P A L

ipea

Instituto de Investigación
Económica Aplicada

“Dimensiones del Agronegocio Brasileño” es un libro que retrata el éxito, los desafíos y las oportunidades del sector agrícola en Brasil. Esta obra es fruto de la cooperación fructífera entre el Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), bajo el Programa Ejecutivo de Cooperación CEPAL-Ipea.

Este libro cuenta con la participación de 14 investigadores de diversas áreas de estudio. Estos expertos plasmaron los resultados de sus investigaciones en 12 capítulos, abordando temas cruciales como producción, productividad, comercio internacional, políticas públicas, indicadores de sustentabilidad, precios internacionales y balanza comercial. Los estudios fueron seleccionados de manera cuidadosa y precisa con el objetivo de retratar uno de los casos de éxito de la historia económica mundial reciente: el sector agrícola brasileño.

Los estudios contenidos en esta obra están organizados en tres partes. La primera sección, “Producción y Productividad”, ofrece un análisis detallado de los factores que han contribuido al desarrollo y crecimiento del sector agropecuario en Brasil. La segunda parte, denominada “Precios y Comercio Internacional”, nos presenta un panorama general de la dinámica de los precios internacionales, las tasas de cambio y el comercio internacional. Por último, en la tercera sección, titulada “Políticas y Perspectivas Regionales”, se enfatiza la importancia de la implementación de políticas públicas de crédito y titulación de tierras para el sector, así como presentan diversos indicadores de sostenibilidad ambiental.

Los estudios aquí presentados contribuyen sustancialmente para el entendimiento y comprensión de la trayectoria del sector agrícola brasileño a lo largo de las últimas décadas, al mismo tiempo que proporcionan, mediante sus resultados, insights valiosos que subsidiarán las evaluaciones y mejoras de políticas públicas.

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho

Economista, matemático e investigador del Ipea



DIMENSIONES DEL AGRONEGOCIO BRASILEÑO

Organizador

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho

Colaboradores

Constanza Valdes | Edward Martins Costa

Eliana Teles Bastos | Elisangela Pereira Lopes

Érica Basílio Tavares Ramos | José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho

José Garcia Gasques | Leonardo Chaves Borges Cardoso

Mirian Rumenos Piedade Bacchi | Pedro Gabriel Eduard V. M. Meiners

Raúl Velilla Gómez | Tiago Santos Telles

Valquíria Cardoso Caldeira | Zenaide Rodrigues Ferreira



NACIONES UNIDAS

CEPAL

ipea

Instituto de Investigación
Económica Aplicada

Gobierno Federal de Brasil

Ministerio de Planificación y Presupuesto

Ministra Simone Nassar Tebet

ipea Instituto de Investigación
Económica Aplicada

Fundación pública vinculada al Ministerio de Planificación y Presupuesto, el Ipea proporciona soporte técnico e institucional a las acciones gubernamentales – permitiendo la formulación de numerosas políticas públicas y programas de desarrollo brasileños – y poniendo a disposición de la sociedad, investigaciones y estudios realizados por sus técnicos.

Presidenta

Luciana Mendes Santos Servo

Director de Desarrollo Institucional

Fernando Gaiger Silveira

**Directora de Estudios y Políticas del Estado,
de las Instituciones y de la Democracia**

Luseni Maria Cordeiro de Aquino

**Director de Estudios y Políticas
Macroeconómicas**

Cláudio Roberto Amitrano

**Director de Estudios y Políticas Regionales,
Urbanas y Ambientales**

Aristides Monteiro Neto

**Director de Estudios y Políticas Sectoriales,
de Innovación, Regulación e Infraestructura**

Pedro Carvalho de Miranda

Directora de Estudios y Políticas Sociales

Letícia Bartholo de Oliveira e Silva

Directora de Estudios Internacionales

Keiti da Rocha Gomes

Jefe de Gabinete

Alexandre dos Santos Cunha

**Coordinadora General de Prensa y
Comunicación Social**

Gisele Amaral de Souza

Ouvidoría: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <http://www.ipea.gov.br>

DIMENSIONES DEL AGRONEGOCIO BRASILEÑO

Organizador

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho

Colaboradores

Constanza Valdes | Edward Martins Costa

Eliana Teles Bastos | Elisangela Pereira Lopes

Érica Basílio Tavares Ramos | José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho

José Garcia Gasques | Leonardo Chaves Borges Cardoso

Mirian Rumenos Piedade Bacchi | Pedro Gabriel Eduard V. M. Meiners

Raúl Velilla Gómez | Tiago Santos Telles

Valquíria Cardoso Caldeira | Zenaide Rodrigues Ferreira



NACIONES UNIDAS

CEPAL

ipea

Instituto de Investigación
Económica Aplicada

Dimensiones del agronegocio brasileño / organizador : José Eustáquio Ribeiro
Vieira Filho. – Brasília : Ipea : CEPAL, 2025.
303 p. : il.

Inclui Bibliografia.
ISBN: 978-65-5635-090-5

1. Agricultura. 2. Agronegócio brasileiro. 3. Comércio Internacional. 4. Produtividade. 5. Segurança Alimentar. I. Vieira Filho, José Eustáquio Ribeiro. II. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. III. Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe. IV. Título.

CDD 338.1

Ficha catalográfica elaborada por Andréa Sampaio CRB-1/1650

Cómo citar:

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro (org.). **Dimensiones del agronegocio brasileño**. Brasília : Ipea : CEPAL, 2025. ISBN: 978-65-5635-090-5. DOI: <https://dx.doi.org/10.38116/978-65-5635-090-5>.

Las publicaciones del Ipea están disponibles para descarga gratuita en los formatos PDF (todos) y ePUB (libros y publicaciones periódicos). Acceso: <http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes> y en <https://www.cepal.org/es/publications>.

Las opiniones expresadas en esta publicación, cuya versión en español no ha sido sometida a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las del Instituto de Investigación Económica Aplicada, del Ministerio de Planificación, Desarrollo y Gestión de Brasil, de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) o las de los países que representa.

Los límites y los nombres que figuran en los mapas incluidos en este documento no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

Se permite la reproducción de este texto y de los datos contenidos en el mismo, siempre que se cite la fuente. Queda prohibida la reproducción para fines comerciales.

Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

Este estudio se realizó en el marco del Programa Ejecutivo de Cooperación entre la CEPAL y el Ipea.

SUMARIO

AGRADECIMIENTOS	9

PRESENTACIÓN	11
Luciana Mendes Santos Servo	

PREFACIO.....	13
Carlos Mussi	

INTRODUCCIÓN	15
José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho	

PARTE I – PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD	19

CAPÍTULO 1	
INVESTIGACIÓN EN EL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA EN BRASIL	21
José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho	

CAPÍTULO 2	
CRECIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD.....	67
Pedro Gabriel Eduard V. M. Meiners	
José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho	

CAPÍTULO 3	
CADENA PRODUCTIVA DE LA SOYA	81
José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho	

CAPÍTULO 4	
PROPUESTAS PARA LA INFRAESTRUCTURA LOGÍSTICA	101
Valquíria Cardoso Caldeira	
Elisangela Pereira Lopes	
José Garcia Gasques	

PARTE II – PRECIOS Y COMERCIO INTERNACIONAL 125

CAPÍTULO 5

PRECIOS INTERNACIONALES Y ALIMENTOS EN BRASIL.....127

Leonardo Chaves Borges Cardoso

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho

CAPÍTULO 6

TASA DE CAMBIO Y SU IMPACTO EN LA BALANZA COMERCIAL.....151

Edward Martins Costa

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho

CAPÍTULO 7

MATO GROSSO Y LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS.....175

José Garcia Gasques

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho

Eliana Teles Bastos

Mirian Rumenos Piedade Bacchi

Constanza Valdes

CAPÍTULO 8

BARRERAS COMERCIALES DEL AGRONEGOCIO:

EL CASO ARGENTINO.....195

Zenaide Rodrigues Ferreira

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho

PARTE III – POLÍTICAS Y PERSPECTIVAS REGIONALES 221

CAPÍTULO 9

INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD 223

Zenaide Rodrigues Ferreira

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho

CAPÍTULO 10

POLÍTICA DE REGULARIZACIÓN DE TIERRAS 245

Raúl Velilla Gómez

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho

CAPÍTULO 11

CRÉDITO RURAL Y SISTEMA DE PLANTÍO DIRECTO 267

Tiago Santos Telles

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho

CAPÍTULO 12

PRONAMP Y EL EFECTO DEL CRÉDITO RURAL.....285

Érica Basílio Tavares Ramos

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho

NOTAS BIOGRÁFICAS 301

AGRADECIMIENTOS

Es con inmensa satisfacción que expresamos nuestro más profundo agradecimiento por la colaboración establecida entre el Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Esta integración institucional fue determinante para la realización de este trabajo, cuya relevancia se manifiesta en el análisis profundo de un caso ejemplar del agronegocio brasileño, experiencia que merece ser estudiada y debatida por nuestros hermanos latinoamericanos.

Expreso, de manera especial, mi gratitud a Raúl Velilla Gómez, cuya contribución fue decisiva en la elaboración de uno de los capítulos, dedicado al tema de la regularización de la propiedad de la tierra, así como en la esmerada traducción de los demás textos al español.

Deseo también dejar constancia del reconocimiento a Zenaide Rodrigues Ferreira, cuya colaboración, aunque indirecta, fue de gran importancia en la organización de esta obra y en la preparación de dos capítulos que abordaron, respectivamente, el comercio internacional y la sostenibilidad productiva.

PRESENTACIÓN

Luciana Mendes Santos Servo

El libro *Dimensiones del Agronegocio Brasileño* fue fruto de la cooperación fructífera entre el Instituto de Investigación Económica Aplicada (Ipea) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), dos instituciones comprometidas con el análisis riguroso y la promoción del desarrollo de la región. Esta obra surgió con el propósito de ofrecer una visión detallada de uno de los mayores casos de éxito en la historia económica de Brasil – el sector agropecuario.

En la década de los 60, Brasil dependía en gran medida de las importaciones para cubrir alrededor del 30% de sus necesidades alimentarias y su balanza comercial era deficitaria. Sin embargo, en los últimos 40 años, el país salió de su condición importador de alimentos para convertirse en uno de los principales proveedores mundiales, jugando un papel estratégico para la seguridad alimentaria global. Esta transformación agrícola ha tenido sus bases en la combinación de diversos factores. El territorio brasileño es rico en recursos naturales, extensas áreas, agua y condiciones climáticas propicias para el desarrollo de cultivos. Estas dotaciones iniciales de recursos junto con inversiones en ciencia, tecnología e innovación aplicada al campo viabilizaron el uso de suelos que antes eran inapropiados para actividades agrícolas, aumentó la productividad del sector al mismo tiempo que se preserva el medio ambiente.

La presente obra está compuesta por 12 capítulos, con la participación de 14 especialistas. Estos capítulos están organizados en tres áreas fundamentales del conocimiento del sector agropecuario brasileño: i) producción y productividad; ii) precios y comercio; y iii) políticas y perspectivas regionales.

La primera sección de este libro, *Producción y Productividad*, ofrece un análisis detallado de los factores que han contribuido al desarrollo y crecimiento del sector agropecuario en Brasil. Para tal objetivo, se hace énfasis en el papel fundamental de la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa) en la innovación y la mejora de la productividad agrícola y se analiza si los pequeños productores están alcanzando niveles de productividad similares a los productores de gran tamaño. Además se presenta la complejidad en la cadena productiva de la soya y su importancia en la producción nacional. Y cerrando esta sesión, se analizan los avances, desafíos y propuestas en términos de infraestructura y logística.

La segunda sección, *Precios y Comercio Internacional*, se sumerge en las dinámicas económicas que influyen en la producción y comercio de productos agrícolas brasileños. Desde el análisis de la inflación de alimentos y su relación con los precios internacionales hasta el impacto de la política cambiaria en la balanza comercial, estos capítulos ofrecen una comprensión profunda de los desafíos y oportunidades en el ámbito del comercio agrícola en Brasil.

Además de ofrecer una revisión exhaustiva de los avances y logros alcanzados, el libro también abre un espacio de reflexión sobre la importancia de políticas públicas orientadas al crédito rural, la promoción de prácticas sostenibles y la regularización de tierras en el contexto de la producción agropecuaria. Asimismo, se exploran las perspectivas futuras del sector y se identifican áreas clave para la investigación y la acción política.

En resumen, el libro *Dimensiones del Agronegocio Brasileño* presenta la historia de éxito del sector agropecuario brasileño, demostrando cómo la implementación de innovaciones tecnológicas en el campo ha llevado a otros niveles la productividad, la sostenibilidad y el crecimiento para este importante sector de la economía brasileña.

Luciana Mendes Santos Servo

Presidenta del Ipea

PREFACIO

Carlos Mussi

El libro organizado por José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho permite al lector acceder a un amplio análisis de la agricultura brasileña. El objetivo del libro es demostrar cómo el sector agrícola es crucial para Brasil, no sólo para la seguridad alimentaria y la generación de divisas, lo que ha reducido sustancialmente la vulnerabilidad externa crónica de los países en desarrollo, sino también para la implementación de innovaciones y de nuevas tecnologías, en buena parte de origen local, lo que aumenta la productividad, permitiendo el crecimiento de los ingresos y el empleo. En resumen, el desarrollo reciente de la economía brasileña y sus perspectivas están vinculados al desempeño del sector agrícola.

Esta conclusión no es consensuada entre analistas, inversores, sindicalistas, políticos y votantes brasileños. La historia económica brasileña está vinculada a los ciclos de producción y exportación de recursos naturales, especialmente agrícolas. Celso Furtado, en su libro sobre la formación económica brasileña, analiza estos ciclos y sus limitaciones para el desarrollo efectivo del país. Brasil, al igual que otros países latinoamericanos, necesitaba romper estos ciclos que los mantenían en la “trampa de la periferia” de la economía global. Furtado, Raúl Prebisch y varios autores plantearon el desafío de la reestructuración estructural de nuestras economías. En el sector agrícola habría que reducir la heterogeneidad entre los monocultivos exportadores y la agricultura familiar o campesina de sobrevivencia y baja productividad.

El final del siglo XX y las primeras décadas del actual siglo trajeron resultados a este desafío agrícola. El agro brasileño, durante este período, produjo una expansión sustancial de los cultivos y de la ganadería. La agricultura familiar, con la reforma agraria y sus programas de apoyo, puede tener una mayor inserción en el mercado. En definitiva, hubo un crecimiento de la superficie plantada con un aumento extraordinario de la productividad.

Analizar este desempeño sectorial y sus impactos no es sencillo. Hay varios factores complejos en juego. Los doce artículos del libro se dividen en tres partes: Producción y Productividad; Precios y Comercio Internacional; y Políticas Públicas y Perspectivas Regionales. En cada una de estas partes, los artículos demuestran y presentan los beneficios y costos de estos factores. El papel del sector público en

el apoyo al sector es particularmente notable, ya sea a través de incentivos fiscales y crediticios o del desarrollo tecnológico. Embrapa y Banco do Brasil son agentes estatales cruciales para la evolución de la agricultura brasileña. El aporte del gobierno se manifiesta en acciones de regularización de las tierras, regulación sanitaria de la producción y comercialización, así como la promoción y defensa comercial como fundamentales para que Brasil mantenga la paz en el campo, la calidad de sus productos y el acceso a los mercados en los diversos continentes.

El trabajo de los investigadores del Instituto de Investigación Económica Aplicada (Ipea) y de los aportes de especialistas a través del Programa Ejecutivo Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)-Ipea permitieron producir este libro, que seguramente será una referencia para analistas y estudiosos del sector agrícola brasileño y, especialmente, para quienes formulan políticas para el sector. De esta manera, se logra el objetivo principal de las instituciones de este Programa Ejecutivo de Cooperación Técnica de generar conocimiento para consolidar el desarrollo sostenible en Brasil y América Latina y el Caribe.

Carlos Mussi

Exdirector de la oficina de la CEPAL en Brasil

INTRODUCCIÓN

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho¹

En las últimas décadas, el sector agropecuario brasileño pasó por una verdadera revolución agrícola. Brasil pasó de ser un importador de alimentos a convertirse en un *player* estratégico en la seguridad alimentaria mundial, convirtiéndose en uno de los principales exportadores de alimentos del mundo. Para llegar hasta aquí, diversas transformaciones estructurales fueron necesarias. El sector agropecuario brasileño se modernizó, dejando atrás el primitivismo tecnológico del pasado. Inversiones en ciencia y tecnología han sido las raíces que direccionaron toda esta transformación.

Esta compilación de trabajos científicos representa una inmensurable contribución para la comunidad científica internacional, ya que el caso brasileño se ha convertido en un ejemplo mundial. La transformación de la agricultura tropical se basó principalmente en la creación y difusión de nuevos conocimientos e investigación aplicada. Brasil pasó a producir alimentos en áreas donde era poco probable e implementó maquinaria y tecnología que, hasta entonces, solo eran utilizados en otros sectores económicos.

Con el objetivo de proporcionar un panorama general de todas estas transformaciones, la presente obra está compuesta por 12 capítulos, con la participación de 14 especialistas y fue fruto de la cooperación fructífera entre el Ipea y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), dos instituciones comprometidas con el análisis riguroso y la promoción del desarrollo de la región.

El Libro *Dimensiones del Agronegocio Brasileño* está organizado en tres áreas fundamentales del conocimiento del sector agropecuario brasileño: i) Producción y Productividad; ii) Precios y Comercio; y iii) Políticas y Perspectivas Regionales.

PARTE I: PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD

En la primera parte, el capítulo 1, escrito por José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho, titulado *Investigación en el desarrollo de la agricultura en Brasil*, aborda la modernización de la agricultura brasileña, la construcción del sistema nacional de innovación del sector, el papel de la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa) y la inserción competitiva de Brasil en el mercado internacional de productos agrícolas. El capítulo destaca la importancia del Ingeniero Agrónomo Eliseu Roberto de

1. Investigador del Instituto de Investigación Económica Aplicada (Ipea); profesor del Programa de Posgrado en Políticas Públicas del Ipea; y columnista de economía del canal Agromais TV. E-mail: jose.vieira@ipea.gov.br.

Andrade Alves en la construcción de la moderna agricultura brasileña. A través de experiencias profesionales y relatos biográficos sustentados con evidencia estadística y estudios científicos, se presenta la historia del sector agropecuario brasileño en las últimas décadas.

En el segundo capítulo, Pedro Gabriel Eduard V. M. Meiners y José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho estudian la movilidad productiva y el crecimiento de la productividad del agronegocio brasileño. Específicamente, los autores verifican si los productores más pobres están convergiendo en productividad con los más ricos. Utilizando un modelo de frontera estocástica, se comparan las ganancias en Productividad Total de Factores (PTF) de tres estratos diferentes de productores agrícolas. Las estimaciones del Progreso Técnico (PT) y del Crecimiento de la Eficiencia Técnica (CET), sugieren que los avances tecnológicos están presentes en todos los tamaños de establecimientos rurales, concentrándose en los productores más grandes, lo que contribuye a la divergencia de productividad en Brasil.

Los mitos sobre la cadena productiva de la soya en Brasil se abordan en el capítulo 3, escrito por José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho. El título de este capítulo es *Cadena productiva de la soya*. Analizando tres conjuntos de datos: i) la cadena de producción y el valor agregado de la soya; ii) los índices regionales de producción y desarrollo humano; y iii) el comercio internacional y la seguridad alimentaria. El estudio desmitifica tres mitos. El primero es creer que la producción de soya genera poco valor agregado. El segundo es creer que el crecimiento de la producción de soya tiene poco efecto en el desarrollo local. Finalmente, el tercer mito es imaginar que el aumento de las exportaciones perjudica la seguridad alimentaria del país. La soya es fundamental en la dinámica productiva de otros productos, convirtiéndose en un insumo estratégico, al mismo tiempo que atrae más a la población a áreas productivas. Todo este proceso se da adoptando ciencia, tecnología e innovación en el campo. Además, se observó también, a lo largo del tiempo, aumentos del consumo *per cápita* de diversos productos alimenticios derivados de la cadena de la soya, incluso con el crecimiento de las exportaciones en el mercado internacional.

Cerrando la primera parte, Valquíria Cardoso Caldeira, Elisângela Pereira Lopes y José Garcia Gasques, en el capítulo 4, titulado *Propuestas para la infraestructura logística* analizan aspectos relacionados con la infraestructura logística de Brasil. En particular, fue realizado un diagnóstico sobre la infraestructura de acceso al sistema portuario del Arco Norte. Los autores muestran serias deficiencias en infraestructura, lo que puede ser observado por la brecha entre la capacidad de producción y la capacidad para transportar esta producción por las vías brasileñas. Así, intervenciones en la logística deben ser realizadas con urgencia, ya que la producción y las exportaciones deben continuar creciendo.

PARTE II: PRECIOS Y COMERCIO INTERNACIONAL

Iniciando la segunda parte, el capítulo 5, de Leonardo Chaves Borges Cardoso y José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho, titulado *Precios internacionales y alimentos en Brasil* analiza el impacto de los precios internacionales en los precios domésticos de alimentos en Brasil. Utilizando datos del IPCA-IBGE de 2000 hasta 2023 de nueve áreas metropolitanas, los autores muestran que, posteriormente a un incremento en el dólar y los precios internacionales de alimentos, se produce un incremento neto en los precios de los alimentos domésticos. Además, no se encontraron evidencias de que los precios del petróleo y el nivel de actividad económica en el país tengan un impacto en los precios de los alimentos domésticos. Estos resultados son robustos en las muestras por áreas metropolitanas.

En el capítulo 6, Edward Martins Costa y José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho investigan los impactos de movimientos en la tasa de cambio efectiva real sobre la balanza comercial de Brasil en relación a China, Estados Unidos, Unión Europea y Argentina. Más específicamente, los autores analizan la ocurrencia del fenómeno de la Curva J. Los resultados sugieren, en general, que no hay soporte para la curva J bilateral del agronegocio brasileño, excepto en el caso de la Unión Europea, con resultados ambiguos.

El capítulo 7, titulado *Mato Grosso y la producción de alimentos*, de autoría de José Garcia Gasques, José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho, Eliana Teles Bastos, Mirian Rumenos Piedade Bacchi y Constanza Valdes, analiza la importancia del estado de Mato Grosso en la agricultura brasileña en términos de su contribución al crecimiento y a la innovación. Los autores muestran, con base en datos del Censo Agropecuario, el crecimiento de la Productividad Total de los Factores (PTF) en el estado de Mato Grosso. Además, los autores presentan el papel de algunos municipios en la recaudación fiscal, así como el impacto del proyecto del ferrocarril EF-170, más conocido como “*Ferrogrão*”, en la dinámica productiva regional.

Cerrando la segunda parte, en el capítulo 8, Zenaide Rodrigues Ferreira y José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho realizan un diagnóstico del uso de tarifas de exportación en los países de América Latina y evalúan las fuentes de crecimiento de las exportaciones, con especial énfasis en la experiencia argentina. Los resultados de la investigación muestran que cuanto menor sea la intervención en las políticas comerciales, mayor será el estímulo para la producción agropecuaria.

PARTE III: POLÍTICAS Y PERSPECTIVAS REGIONALES

En la parte 3, en el capítulo 9, Zenaide Rodrigues Ferreira y José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho presentan dos indicadores de sostenibilidad productiva del agronegocio con el objetivo de realizar un comparativo internacional entre las principales economías agroexportadoras. Un indicador se basa en el crecimiento de la productividad

total de los factores (PTF), incluyendo las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). El otro indicador se basa en el *efecto poupa-floresta*. Los resultados sugieren que es posible aumentar simultáneamente la productividad agrícola y reducir las emisiones de GEI, protegiendo los bosques. Entre los países analizados, Brasil lideró los indicadores propuestos.

En el capítulo 10, Raúl Velilla Gómez y José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho realizan un diagnóstico de la política de regularización fundiaria en Brasil. En particular, los autores investigan la relación existente entre los derechos de propiedad sobre el uso de la tierra, medidos a través del número de títulos emitidos, y diversos factores económicos en el sector agropecuario. Los resultados muestran una relación positiva entre el número de títulos de dominio y el valor de la producción, así como la superficie plantada en los estados brasileños, durante el período de 2019 a 2021.

Tiago Santos Telles y José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho, autores del capítulo 11, verifican el impacto de la política de crédito rural en la promoción de una agricultura sostenible. En particular, los autores analizan cómo el subprograma para incentivar la adopción del *Sistema de Plantio Direto* (SPD), establecido dentro del Programa ABC, contribuyó a la expansión de la agricultura conservacionista en Brasil. A pesar del resultado positivo, se hizo evidente que los recursos destinados al Programa ABC y al subprograma SPD están muy por debajo de lo esperado para el desarrollo sostenible de la agropecuaria brasileña.

Finalizando la parte 3, el capítulo 12, titulado *Pronamp y el efecto del crédito rural* de Érica Basílio Tavares Ramos y José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho, presenta el impacto del *Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural* (Pronamp) sobre la eficiencia técnica de la producción agropecuaria brasileña. Los autores identificaron que el crédito rural del Pronamp reduce la ineficiencia técnica de la producción agropecuaria en Brasil y regiones.

Las investigaciones recopiladas aquí contribuyen para una mejor comprensión de uno de los casos recientes de éxito en la historia económica mundial: *el sector agropecuario brasileño*. De manera profunda y detallada, se abordan cuestiones relacionadas con la transformación y el desarrollo productivo y sostenible del sector agropecuario brasileño. No cabe duda que los estudios presentados aquí ofrecen una visión rica y variada de la agricultura brasileña. Los resultados de cada estudio servirán como insumos para que otros países puedan mejorar políticas públicas de desarrollo económico. A los interesados, extendemos una cordial invitación a leer y consultar este material.

PARTE I

PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD

DIMENSIONES
DEL AGRONEGOCIO
BRASILEÑO



INVESTIGACIÓN EN EL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA EN BRASIL

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho¹

1 INTRODUCCIÓN

Hacia la década de 1960, existían varias tesis relacionadas con la agricultura brasileña que estaban simplemente equivocadas. Según estas tesis, la agricultura se consideraba un sector que no respondía a los precios relativos. En el comercio internacional, se establecía un intercambio desigual entre los países centrales y periféricos. Los primeros producían bienes industriales, con alto valor agregado y tecnología, mientras que los demás (que incluían a Brasil) vendían productos primarios con características opuestas. En el ámbito social, el crecimiento económico no contribuía a la reducción de la concentración de ingresos. No obstante, la refutación de tales tesis allanó el camino para la formulación de políticas públicas centradas en el desarrollo del capital humano y los cambios tecnológicos.

El sector agropecuario brasileño se benefició de estos cambios y siguió una trayectoria de crecimiento y productividad. Esta realidad no fue la misma para el resto de la economía, con la excepción de algunos pocos sectores de actividades económicas. Puede afirmarse que la industria nacional tendría mucho que aprender del ejemplo de la agricultura tropical en el país. En la formulación de políticas públicas, no se puede mirar únicamente al lado del empresario o de la búsqueda de lucro. El empresario es un instrumento del crecimiento económico. A medida que persigue el lucro, el empresario se vuelve eficiente. Sin embargo, los gobiernos (o agentes públicos) deben crear las condiciones para que el empresario alcance sus objetivos. No es el empresario quien debe moldear las demandas de las políticas públicas. El empresario debe someterse a las políticas públicas que maximizan el crecimiento y la productividad.

La transformación de la agricultura tropical observada en Brasil difiere de lo que fue la “revolución verde” en décadas anteriores, como en países desarrollados, en México y algún que otro país asiático. El crecimiento de la productividad en el sector agropecuario brasileño se basó en la creación y difusión de nuevos conocimientos

1. Investigador del Instituto de Investigación Económica Aplicada (Ipea); profesor del Programa de Posgrado en Políticas Públicas del Ipea; y columnista de economía del canal Agromais TV. *E-mail*: jose.vieira@ipea.gov.br.

y de la investigación aplicada, y no, en la importación de insumos con tecnología cristalizada (Gasques *et al.*, 2012). Este desempeño estuvo asociado al marco institucional creado, que fue capaz de organizar redes estratégicas de innovación en la economía brasileña (Fishlow y Vieira Filho, 2020). La creación de la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa, por sus siglas en portugués) fue fundamental en esta concepción, siendo un caso exitoso de innovación institucional inducida (Hayami y Ruttan, 1985; Ruttan, 2001; Alves, 2010).

A finales de la década de 1960 y principios de los años 70, el crecimiento económico y la rápida urbanización brasileña aumentaron la demanda de alimentos. Con el aumento de los precios internacionales de los *commodities* agrícolas y la dependencia de las importaciones, había una inminente crisis de abastecimiento. Por lo tanto, fue necesario cambiar la estrategia gubernamental y de los grupos de reflexión en relación con el sector productor de alimentos. La respuesta se daría con inversiones en ciencia y tecnología. Inicialmente, se consolidó el sistema de extensión rural, instituido desde la década de 1950. Posteriormente, se organizó el sistema nacional de innovación en la investigación agropecuaria (Lundvall, 1992). La sociedad entendió que los desafíos en las ciudades estaban relacionados con lo que sucedía en el campo. La baja productividad afectaba a todos, aumentando la participación de los alimentos en el presupuesto familiar y en el costo de vida.

El presente capítulo busca retratar la agricultura brasileña moderna, identificando su exitosa trayectoria, en la cual el ingeniero agrónomo y doctor en economía, Eliseu Roberto de Andrade Alves,² desempeñó un papel importante. El trabajo que se presenta aquí aborda experiencias profesionales y relatos biográficos, con evidencia estadística y estudios científicos, sobre el desarrollo de la agricultura tropical. Para tal fin, el texto se divide en cinco secciones, además de esta breve introducción. La segunda sección describe la consolidación de la extensión rural en Brasil. La tercera expone la construcción del sistema nacional de innovación en el sector agropecuario. La cuarta discute la agricultura moderna como resultado de un arreglo institucional de ciencia y tecnología. En la última sección, se encuentran las conclusiones y los principales desafíos de las políticas públicas.

2. La principal referencia de este texto es la entrevista, a la que se puede acceder en O pai... (2021). Como información adicional, cabe destacar la excelente conversación realizada por Jorge Duarte en 2018. El resultado de la conversación fue un valioso libro biográfico sobre la trayectoria de este importante visionario, que se asocia a la historia de éxito del sector agrícola brasileño. Para más detalles se recomienda consultar a Duarte (2018).

2 EXTENSIÓN RURAL, FORMACIÓN ECONÓMICA Y CRECIMIENTO *VERSUS* AGRICULTURA

2.1 Extensión rural en Minas Gerais

Eliseu Alves nació en São João Del Rei, Minas Gerais. Proveniente de una familia con una fuerte tradición católica, mantuvo su fe de forma inquebrantable. En 1954, se graduó en Agronomía en la Universidad Rural del Estado de Minas Gerais (Uremg),³ actual Universidad Federal de Viçosa (UFV). Al año siguiente, en 1955, ya estaba trabajando en la Associação de Crédito e Assistência Rural de Minas Gerais (Acar-MG). La asociación contaba con 32 oficinas locales distribuidas en todo el interior del estado. Aunque la extensión rural en Minas Gerais se había creado en 1948, siendo la primera en el país, la institución de Minas Gerais no tuvo actuación significativa hasta mediados de la década de 1950. Con la llegada de ingenieros agrónomos (incluido a Eliseu Alves), veterinarios y otros profesionales de áreas afines, graduados a mediados de la década de 1950, no solo en la UFV, sino también en otras universidades brasileñas, comenzaron a implementar de manera más eficiente y eficaz las actividades de extensión rural. Desde una perspectiva histórica, el gobierno del estado creó la Acar-MG justo antes de la transformación de la Escola Superior de Agricultura y Veterinaria (Esav) en una universidad estatal (Uremg).

FIGURA 1

Diploma de pregrado obtenido en 1954 por Eliseu Alves en la Uremg



Fuente: Embrapa, registro histórico.

3. Inaugurada en 1926 como Escola Superior de Agricultura e Veterinária (Esav), se convirtió en universidad estatal en 1955. En 1969, la universidad fue federalizada, cambiando su nombre a Universidad Federal de Viçosa (UFV). En la década de 1950, la institución educativa se asoció con la Universidad de Purdue. Esta colaboración fue fundamental para el inicio, en 1961, de los cursos de posgrado en Ciencias Agrícolas, en Brasil. Esta asociación también permitió que profesores estadounidenses calificados vinieran a Brasil y enviaran profesores brasileños para su perfeccionamiento y capacitación en los Estados Unidos. Este intercambio contribuyó a la mejora de la experimentación y la investigación (UFV, 2016).

Los años 1950 formaron parte de la fase inicial y más intensa del período de la Guerra Fría. Un concepto de amenaza comunista mundial dominaba las preocupaciones de la política exterior de los Estados Unidos. Como muchos políticos de diferentes partidos, Nelson Rockefeller compartía estas preocupaciones. Sin embargo, él no era partidario de la beligerancia y prefería actuar a través de formas amistosas de relaciones exteriores. También compartía el diagnóstico de que muchos ejemplos de victoria del comunismo ocurrían en países con situaciones de crisis en el campo, donde los agricultores se sentían excluidos y sin oportunidades de acceso a la tierra para desarrollar sus actividades. Garantizar alimentos y éxito en el trabajo agrícola sería una forma eficaz de evitar el avance comunista, así como las revueltas en las zonas rurales. Así, evidentemente, Nelson Rockefeller se asoció con el gobierno de Minas Gerais y financió parte de los proyectos relacionados con el desarrollo de la Acar-MG y la extensión rural a nivel nacional.

Inicialmente, se intentó llevar el modelo de extensión rural estadounidense al estado de São Paulo sin influencia política. No obstante, el gobernador de São Paulo, Ademar de Barros, no aceptó la propuesta a menos que pudiera nombrar al director de la institución. En la filosofía que traían los estadounidenses a Brasil, no cabía ese tipo de interferencia. Entonces, Nelson Rockefeller se acercó al entonces gobernador de Minas Gerais, Milton Campos. El gobierno de Minas Gerais aceptó las condiciones propuestas, entre las cuales, se destacó la creación de una institución de extensión rural libre de intervenciones e influencias de gobernadores y políticos. En parte, esto se logró con la Acar-MG. En las raras ocasiones en que la interferencia política prevalecía, los resultados no eran satisfactorios. Entonces, las élites políticas de Minas Gerais aceptaron la idea de crear una institución que quedara en manos de los técnicos, quienes ejecutarían el proyecto. Este fue un modelo muy exitoso durante las tres décadas siguientes.

En el Ministerio de Agricultura y en las Secretarías Estatales de Agricultura, existía un servicio de asistencia a los agricultores, conocido como *“fomento”*, el cual tenía características europeas. Eran puestos agropecuarios, pequeñas propiedades, o granjas demostrativas administradas por técnicos y servidores públicos (Olinger, 2020). Este servicio no era muy confiable, ya que las fincas eran propiedad del Estado y los agricultores no tenían la misma capacidad de inversión gubernamental. Se creaba una finca modelo con la mejor tecnología, pero esta finca difería de la realidad de los agricultores. Se organizaban visitas a la finca modelo. El principio era el de creer que los agricultores imitarían los estándares tecnológicos. Ellos podrían copiarlos, pero no serían capaces de aprender. Por lo tanto, la información y la tecnología no se asimilaban, ya que la realidad de la finca estatal difería de la vida rural cotidiana. Los agricultores no tenían los recursos necesarios para montar un establecimiento agrícola con los mismos estándares y recursos que el servicio *“fomento”* tenía a su disposición. Por lo tanto, este modelo no funcionaba correctamente como se esperaba.

Con la entrada de la filosofía de trabajo de la Acar-MG, este servicio fue reemplazado gradualmente por una intervención centrada en el agricultor. La filosofía de trabajo, basada en la extensión rural estadounidense, se centraba en la idea de que el agricultor, si se orientaba y estimulaba apropiadamente, sería capaz de aprender y replicar las mejores técnicas productivas.⁴ El modelo de extensión rural de Minas Gerais fue creciendo y, luego, fue adoptado por el gobierno federal, que asumió la extensión rural en todo Brasil. Iniciado en Minas Gerais, la extensión rural se extendió a Rio Grande do Sul, Santa Catarina y algunos estados del Nordeste. La Associação Brasileira de Crédito e Assistência Rural (Abcar), establecida en 1956, se consolidó en la década siguiente, sirviendo como embrión para los servicios de extensión rural en otros estados del país. Las asociaciones estatales formaban parte de un sistema descentralizado. En 1975, se creó la Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (Embrater),⁵ que tenía como responsabilidad: absorber las estructuras físicas, técnicas y administrativas de Abcar; implementar un sistema descentralizado de Empresas Estaduais de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater's); y la incorporación del patrimonio estructural de las Acar estatales.

En el caso de la Acar-MG, la institución se volvió más activa a partir de la década de 1960, hasta el punto de convertirse en la base de la extensión rural en Brasil. Con su crecimiento y desarrollo, la Acar-MG se convirtió en una institución de difusión de tecnología y crédito rural. La evolución de la expansión de los programas de crédito con asistencia técnica se debió en parte al modelo *mineiro*, siendo una de las instituciones pioneras en esta modalidad en el territorio nacional. En resumen, se ha presentado aquí una breve historia de la creación del modelo de extensión rural brasileño, en el cual la experiencia de la Acar Minas Gerais fue fundamental. Esta experiencia vivida por Eliseu Alves sirvió de base para la posterior creación de la Embrapa, que desempeñó un papel importante en el desarrollo de la agricultura tropical. Por lo tanto, se puede decir que el mayor fruto del modelo de extensión rural de Acar fue la Embrapa, concebida y formulada por extensionistas rurales.

4. En Estados Unidos, el sistema cooperativo de extensión se originó a partir de fondos federales destinados a universidades estatales para implementar asistencia técnica a productores rurales en asociación con los condados. Sin embargo, en Brasil no había suficientes universidades con carreras en Ciencias Agrícolas para replicar esta estructura. Por este motivo, se implementó en alianza con instituciones gubernamentales.

5. Por Decreto, pero la Ley nº 6.126/1974 autorizó su creación. Según el artículo 11, "mediante criterios establecidos por el Ministro de Agricultura y con el consentimiento previo de la Abcar, Embrater absorberá el acervo físico, técnico y administrativo de Abcar, asumiendo, en contrapartida, las obligaciones laborales de ésta" (Brasil, 1974, traducción nuestra).

FIGURA 2

Eliseu Alves en el Departamento de Planificación y Evaluación de la Acar-MG (1968-1973)



Fuente: Embrapa, registro histórico.

De 1950 a la década de 1970, el modelo de extensión rural fue exitoso. Sin embargo, después de eso, el sistema entró en crisis, debido a restricciones fiscales en la década de 1980, agravadas por la extinción de la Embrater en 1990, 15 años después de su creación. La organización de las Emater's en una asociación (Asbraer) no fue suficiente para promover el apoyo al servicio y aliviar la crisis financiera que persistió hasta 2004. Luego, en 2010, se propuso una *Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural* (PNATER),⁶ la cual permitió una asignación creciente de recursos presupuestarios federales a los servicios estatales (Peixoto, 2009). En 2013, se autorizó la creación de la *Agência Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural* (Anater), con el objetivo de promover y respaldar la difusión de tecnologías y el desarrollo rural. Después de 2015, con la grave crisis política y económica, se produjo un marcado declive en los recursos federales, y el sistema volvió a enfrentar serias dificultades operativas (Peixoto, 2020).

Desde entonces, ha habido un debate sobre los desafíos que enfrenta la Anater, que aún es una promesa. Según Alves y Souza (2014), existe un problema grave de difusión de tecnología en el sector agropecuario, que fue agravado por la fuerte concentración productiva. Además, no se puede confundir el proceso de difusión de tecnología con la extensión rural, al punto de fracasar en los propósitos institucionales de la agencia. Las condiciones desfavorables en el entorno de los establecimientos productivos inviabilizan la adopción de tecnología. El entorno define la rentabilidad de una tecnología. Cuando el entorno es favorable, hay

6. La PNATER fue instituida efectivamente por la Ley nº 12.188/2010 y su aplicación fue reforzada por la Ley nº 12.897/2013, que autorizó la creación de la Anater.

igualdad de oportunidades en el acceso a la tecnología, ya sea en la pequeña o en la gran producción. Cuando existe igualdad de oportunidades, la extensión rural tiene la posibilidad de tener éxito en la agricultura familiar y mejorar las técnicas de producción a ser transferidas. De lo contrario, la extensión rural se limita en su acción, no alcanzando sus objetivos.

De esta manera, se deben establecer políticas de desarrollo asociadas con el fomento de la extensión rural dirigidas al público objetivo de la agencia y su entorno. La Anater debe centrarse en la pequeña producción, especialmente en aquellos excluidos de la modernización. Según Braga, Vieira Filho y Freitas (2019), al evaluar el impacto de la extensión rural (pública y privada) en los ingresos productivos, se demostró que los productores que recibían servicios de extensión rural aumentaban sus ingresos, en promedio, un 19%. Los mayores beneficiarios eran los agentes con un mayor nivel de educación, ingresos y acceso a programas de financiamiento del crédito rural, indicativos de entornos más favorables. El público objetivo de la agencia fue estimado, según Alves y Souza (2014), en aproximadamente 2 millones de establecimientos agropecuarios. La configuración de los beneficiarios debe tener en cuenta criterios de riqueza y escala, así como regionales. Serían establecimientos más pobres y de menos de 100 hectáreas, que suelen estar concentrados en el Nordeste o distribuidos en los asentamientos de la reforma agraria.

2.2 Formación económica y matemática

Cuando Eliseu Alves llegó a Viçosa, conoció a tres profesores que habían estudiado en los Estados Unidos. Estos profesores dominaban el conocimiento práctico de la agricultura y lo relacionaban con las teorías más modernas de la época. Por esta razón, Eliseu Alves fue a realizar su maestría y doctorado en Economía Rural en los Estados Unidos en 1965. Por una cuestión de destino, el Profesor George Edward Schuh,⁷ un profesor estadounidense de la Universidad de Purdue que sería su futuro asesor de posgrado, ministraba un curso en la Uremg. Es importante recordar que en esa época había un gran intercambio entre la Universidad de Purdue y la Uremg. El Profesor Schuh visitó la Acar de Minas Gerais en Belo Horizonte, donde trabajaba Eliseu Alves. Los dos se conocieron, y el profesor, después de conocer a toda la familia Alves, expresó su deseo de tenerlo como estudiante. El Profesor Schuh se encargó de los trámites burocráticos en la Universidad de

7. En 1952, el profesor Schuh se graduó en Educación Agrícola en la Universidad de Purdue, obteniendo una maestría en Economía Agrícola de la Universidad del Estado de Michigan en 1954. Después de servir al ejército americano en Corea del Sur y Japón, ingresó a la Universidad de Chicago en 1956, completando su Ph.D. en 1961. Tuvo una brillante carrera en la Universidad de Purdue entre 1961 y 1979, siendo responsable de atraer a un buen número de brasileños a programas de maestría y doctorado en Economía Rural en los Estados Unidos. Su esfuerzo fue fundamental en la alianza entre la Universidad de Purdue y la entonces Uremg en 1961. Además, contribuyó significativamente al desarrollo de la Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural (Sober), creada en 1959. Es autor del libro *The agricultural development of Brazil*, en colaboración con Eliseu Alves (Schuh y Alves, 1970). Para un relato biográfico del profesor, consulte Alves (2007) y Araújo (2008).

Purdue, consiguió una beca de la Fundación Rockefeller, que por cierto era muy generosa, y organizó todo el viaje de Eliseu Alves a los Estados Unidos.

Cuando llegó a la Universidad de Purdue, su asesor le pidió a Eliseu Alves que mantuviera contacto con el departamento de economía de la facultad. Al dialogar con profesores de aquel departamento, mencionó que no estaba muy familiarizado con la economía pura, pero que se identificaba con la economía rural y tenía una gran habilidad en matemáticas, y aspiraba a combinar estas dos áreas de conocimiento. No había duda de que Eliseu Alves era la persona adecuada para cubrir una necesidad del Departamento de Economía de la Universidad. En respuesta, afirmaron que este era precisamente el tipo de profesional que el departamento estaba buscando, es decir, un investigador con una sólida base matemática, para no solo comprender la teoría, sino que también avanzara en la comprensión de la realidad de los hechos económicos.

En 1968, Eliseu Alves completó su maestría con la presentación de la tesis *An economic evaluation of the impact of an extension program, Minas Gerais, Brazil* (Alves, 1968). Simultáneamente, completó las asignaturas de doctorado. Posteriormente, realizó el exame preliminar (*prelims*) de cualificación y fué habilitado para desarrollar su tesis. Con el propósito de elaborar un estudio aplicado a los problemas brasileños, ese mismo año, regresó a Brasil. Volvió a su trabajo en la extensión rural de Minas Gerais. Durante tres años, estuvo vinculado a la Fundação Getulio Vargas (FGV), en Río de Janeiro, donde realizó investigaciones de campo con el objetivo de calcular el producto interno bruto (PIB) del país. Al mismo tiempo, aprovechó la oportunidad para recopilar los datos necesarios para su investigación, que estaba relacionada con el mercado laboral. La tesis doctoral, titulada *An econometric study of the agricultural labor market in Brazil: a test of subsistence and commercial family farm models* (Alves, 1972), fue presentada para su defensa en 1972 en la Universidad de Purdue, en los Estados Unidos.

Con su amplia experiencia práctica en la extensión rural, durante su período en los Estados Unidos, buscaba comprender lo que caracterizaba a la agricultura estadounidense. Como buen investigador, le gustaba combinar la teoría con la práctica. En algunas ocasiones, se involucraba tanto con el enfoque teórico, que se desviaba del objetivo aplicado. Cuando estaba en la Universidad de Purdue y participaba en cursos más teóricos por propia elección, se dio cuenta de que el contenido enseñado se relacionaba directamente con sus intereses y aspiraciones. Después de mucho estudiar y cuestionarse, llegó a la conclusión de que la economía agrícola estadounidense era próspera y poderosa como resultado de grandes inversiones en ciencia y tecnología. A partir de sus reflexiones, concluyó que el secreto del progreso estadounidense residía en invertir en científicos, dándoles la capacidad de determinar qué tipo de asistencia proporcionaría el gobierno al sector agropecuario. En función

a todo su aprendizaje, ya con las ideas en su mente, concluyó que, si Brasil también deseaba prosperar en el campo de la agricultura, debía seguir un modelo agrícola similar al estadounidense, que implicaba un completo apoyo científico y tecnológico.

2.3 Crecimiento, distribución de ingresos y agricultura

Entre 1968 y 1973, la economía brasileña crecía, en promedio, a una tasa del 11,2% anual. Antônio Delfim Netto era Ministro de Hacienda, durante el periodo conocido como el “*milagro económico*”. Había un problema que necesitaba resolverse: ¿cómo aumentar la producción de alimentos? Durante este tiempo, como señala Pastore (2021), el régimen militar legitimó su poder a través de un vigoroso crecimiento económico. El entorno político era conturbado y el equipo económico fue objeto de intensa crítica, que comenzó con Celso Furtado, un economista con tradiciones estructuralistas de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

En 1959, Delfim Netto presentó su tesis, para obtener el más alto título que puede tener un académico, la libre docencia, titulada *O problema do café no Brasil* (Delfim Netto, 2009). Su estudio fue una crítica al poder político de ciertos actores en la economía, como los productores de café. La corriente de desarrollo económico, representada por North (1992) y seguida por Acemoglu, Johnson y Robinson (2004), demostró que sin calidad institucional no sería posible crecer de manera eficiente. Evidentemente, las instituciones políticas influyen en las económicas y viceversa. Sería necesario crear disposiciones institucionales que estimularan a los empresarios a tomar decisiones correctas, pero que proporcionen retornos a la sociedad en general. Delfim Netto (2009) identificó costos relacionados con la política de sostenimiento de los precios del café en las décadas de 1920 y 1930. En sus observaciones, la defensa del precio del café, con la quema del producto, permitió que los productores extranjeros, de Colombia y África, compitieran en el mercado internacional. Además, el mantenimiento del precio elevado llevó a una apreciación del tipo de cambio, que en el fondo perjudicó al sector industrial local.

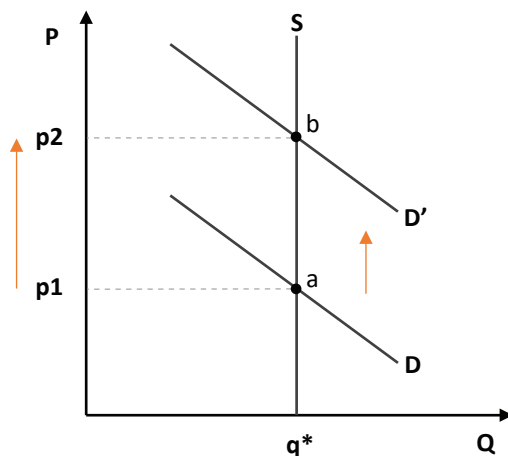
Ante este contexto, surgió el debate entre discursos y pruebas empíricas.⁸ Por un lado, había una corriente de economistas que, frente a un problema en particular, elaboraban una retórica y luego buscaban escasa evidencia para demostrar que sus hipótesis eran correctas. Por otro lado, estaban aquellos que formulaban sus hipótesis basadas en la racionalidad económica y, a través de datos, refutaban o confirmaban sus argumentos. Mientras el primer grupo se centraba en la construcción del discurso, el segundo se interesaba en el análisis de observaciones empíricas que pudieran ser probadas dentro de la teoría económica.

8. Este debate está bien detallado en Goldfajn y Dantas (2020). Existía una controversia entre estructuralistas y monetaristas. Los primeros creían que la inflación no era un fenómeno monetario, sino el resultado de la rigidez de la oferta. Los segundos entendieron que la economía respondía a los precios, incluso en el caso de la agricultura. Para un testimonio de los hechos, vea la conferencia de Affonso Celso Pastore (Companhia..., 2020).

En lo que respecta a la agricultura, la visión estructuralista sostenía que la oferta agrícola en países con bajos ingresos no respondía a los estímulos de los precios y, en consecuencia, resultaría en una inflación crónica (figura 3). La razón para la falta de respuesta estaría en la estructura agraria, ya que el sector era dominado, por un lado, por grandes latifundios no capitalistas con baja inversión, cuyos propietarios no maximizaban las ganancias, y, por otro lado, por minifundios improductivos donde los agricultores no invertían y producían poco, apenas para su subsistencia. Así, un aumento en la demanda (de D para D') resultaría solamente en un aumento inflacionario (de p_1 a p_2). Se identificó, más tarde, que el desajuste fiscal estaba detrás del proceso inflacionario en Brasil. El control fiscal sería esencial en el mantenimiento del crecimiento con estabilidad monetaria. Desde entonces, se ha buscado evaluar cuáles políticas públicas generarían el mayor beneficio social y, en caso necesario, cómo el gobierno debería implementarlas.

FIGURA 3

La controversia sobre la oferta inelástica de bienes agrícolas



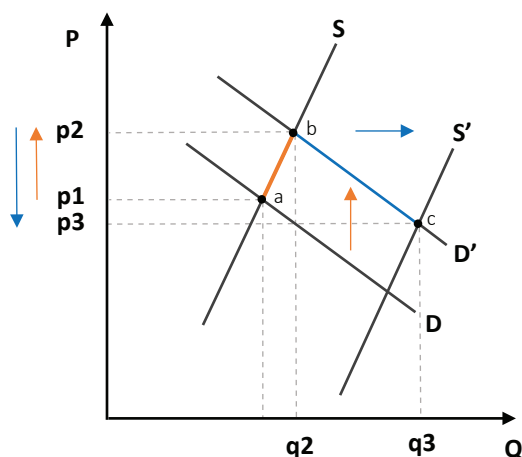
Elaboración propia.

Pastore (1971; 1973) demostró que la producción agrícola, en general, respondía a los precios relativos, es decir, la oferta no era inelástica, al igual que el agricultor se comportaba de manera racional. También demostró que, cuanto más avanzada era una región, se creaban más condiciones para una mayor movilidad de factores y, por lo tanto, mayor respuesta de la producción a los precios relativos. Según la figura 4, dado el calentamiento de la economía y un aumento en la demanda (de D para D'), el aumento de la producción se daría de dos formas: i) desplazamiento a lo largo de la curva de oferta (de a para b y de color naranja), lo que sería un resultado a corto plazo y de eficacia dudosa (con un aumento de los precios de p_1 para p_2); o ii) desplazamiento de la curva de oferta (de S para S'), considerado un movimiento a mediano y largo

plazo (pasando de b para c y de color azul). El segundo caso requeriría inversiones, tanto públicas como privadas, en extensión, ciencia y tecnología. Dependiendo de las elasticidades de las curvas de oferta y demanda, el equilibrio final podría incluso provocar una reducción de precios (de p_1 para p_3). Con esta constatación, las políticas públicas deberían ser planeadas en un periodo mayor, pero deberían centrarse en el desarrollo del capital humano y los cambios tecnológicos, lo que provocaría un cambio estructural de la oferta productiva.

FIGURA 4

Oferta elástica de productos agrícolas



Elaboración propia.

Para contrarrestar el hecho de que hubiera crecimiento con desarrollo, se formuló el siguiente razonamiento.⁹ El proceso de industrialización a través de la sustitución de importaciones, sustentado por la demanda de bienes de consumo duraderos de las clases de ingresos más altos, se había completado. Simultáneamente, continuaba en curso una tendencia de industrialización. En la agricultura, la mano de obra era poco calificada y migraba hacia el sector industrial, promoviendo la emigración rural y la creciente urbanización. Sin embargo, el crecimiento de la oferta todavía no acompañaba el aumento de la demanda, lo que daba lugar a un proceso inflacionario estructural. Ante la imposibilidad de sostener la demanda, el gobierno deliberadamente concentró la distribución de ingresos, beneficiando a los más ricos en detrimento de los más pobres. Como resultado, esta concentración generó el “*milagro económico*”.

9. Para conocer los fundamentos de este discurso, consulte Furtado (1950; 1951), Prebisch (1952), Tavares (1964), Cardoso y Faletto (1967) y Furtado y Maneschi (1968).

Fishlow (1972) publicó un estudio titulado *Brazilian size distribution of income*, en el cual encontró evidencia de que, de hecho, entre 1960 y 1970, hubo una alta concentración de ingresos. Este hecho respaldó el pensamiento estructuralista y se convirtió en el foco político de oposición al gobierno. Para refutar este argumento, Langoni (1972) elaboró un extenso informe para cuestionar dónde se produjo la concentración de la distribución de ingresos. La conclusión más importante mostró que la mayor parte del aumento de la desigualdad se debió a las modificaciones en la estructura de la fuerza laboral en ese período. La educación fue la variable más importante para explicar la desigualdad, incluso considerando su efecto redistributivo. El crecimiento económico brasileño aumentó la demanda de mano de obra de manera diferenciada, beneficiando desproporcionadamente a los trabajadores más calificados, concentrados en el extremo superior de la distribución. En el extremo inferior, la obsolescencia tecnológica compensó con creces la caída del analfabetismo, lo que provocó reducciones de los salarios relativos.

Así, la concentración aumentó, ya que los salarios de los trabajadores calificados aumentaron más que los rendimientos de los agentes menos instruidos. La explicación reside en la teoría del capital humano (Schultz, 1953) y en que no había suficiente oferta de recursos humanos capacitados y de educación para satisfacer la creciente demanda de mano de obra calificada. La creciente demanda industrial de mano de obra priorizaba la capacitación técnica. Por razones de oferta y demanda, los salarios de los trabajadores escasos, en su mayoría profesionales bien preparados, aumentaron más que los de los trabajadores abundantes y poco calificados. Para Fishlow (1974), sería esencial considerar los factores que operaron para reducir los salarios de los trabajadores no calificados y aumentar los ingresos de los trabajadores altamente calificados. Por lo tanto, una política de distribución de ingresos debería basarse en dos objetivos: i) reducción del alto nivel de desigualdad; y ii) combate contra la pobreza, en la cual un tercio de la población se encontraba. La pobreza estaría relacionada con los bajos niveles de productividad, especialmente en el sector rural.

Se descubrió, por lo tanto, que la concentración no fue motivada por el aumento de los ingresos de los más ricos en detrimento de los más pobres. Este debate reorientó la formulación de políticas públicas, con el fin de mitigar la heterogeneidad estructural. Según Alves y Pastore (1978), las políticas proteccionistas y de fomento a la industrialización perjudicaron la modernización agrícola. Para tales autores, la productividad laboral en la industria era aproximadamente 6 veces superior a la de la agricultura en 1950, aumentando para aproximadamente 12 veces más en 1970. Esto indicó un empeoramiento de la distribución de ingresos entre los sectores productivos. Además, se comprobó que las políticas de sustitución de importaciones generaban una tendencia a la apreciación cambiaria, la cual deprimía el precio de los productos agrícolas exportados y aumentaba los costos de producción, ya que las políticas de

industrialización favorecerían solo al sector industrial en la compra de insumos importados a tipos de cambio diferenciados (Pastore y Barros, 1976).

El sector agropecuario enfocado únicamente en el mercado interno enfrentaría dificultades de empleo si el progreso tecnológico fuera muy intenso en relación con el crecimiento de los ingresos reales. Sin embargo, si el mercado estuviera abierto, sería posible enfrentar tasas elevadas de incorporación tecnológica sin un mecanismo de autocontrol de la liberación de mano de obra, como observado en Paiva (1971). De esta forma, sería necesario estimular la apertura del comercio, así como eliminar las políticas proteccionistas que transferían ingresos de la agricultura a la industria. Se buscaría invertir en capital humano y educación, especialmente con un enfoque en la modernización agrícola. Era necesario encontrar reglas para viabilizar un crecimiento más rápido y equitativo. En el caso de la agricultura, considerada un sector rezagado, la modernización se lograría mediante la incorporación de factores modernos e inversiones en investigación, que tendrían por objetivo aumentar la productividad agrícola y reducir las disparidades sectoriales.

Para Friedman (1962), Hayek (1934; 1937; 1973) y Stigler (1937; 1961; 1962), existen varios argumentos a favor de la libertad económica y cuestiones relacionadas con las imperfecciones del mercado. Los agentes buscarían asignar los recursos para alcanzar el mayor rendimiento posible. La búsqueda por lucro sería la forma más eficiente de lograr el ajuste del mercado. No obstante, la elaboración de una política pública debería evaluarse en su profundidad. Aunque el empresario busca el lucro, es responsabilidad del agente público llevar a cabo la política con el mayor beneficio social. El beneficio para la sociedad dependería del costo de oportunidad de implementar la intervención. Los recursos públicos destinados a ciertas políticas podrían utilizarse mejor en otras áreas donde el retorno social sea mayor y se maximice el bienestar colectivo. La tasa de crecimiento sería más alta con una mayor productividad y una mejor distribución de ingresos.

Las inversiones permitirían aumentar la productividad, diversificar la producción y aumentar las exportaciones, lo que sería necesario para enfrentar los déficits recurrentes en la balanza de pagos, reduciendo la dependencia del café y estimulando el crecimiento económico. Según Lisboa (2020), el desarrollo de la agricultura tropical ya había sido sugerido por Eugênio Gudín,¹⁰ al referirse a la política proteccionista del gobierno de Juscelino Kubitschek para estimular la industria local. Según el informe, “*producir autos sería fácil*”, bastaría con desmontar mil automóviles y volver a ensamblarlos para que cualquier país pudiera replicarlos eficientemente. “*El desafío sería dominar la agricultura tropical*”, algo que nadie había logrado hasta ese momento.

10. Economista liberal, fue Ministro de Hacienda en el gobierno de Café Filho, entre 1954 y 1955. Participó en la fundación, en 1938, de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, que luego se incorporó a la *Universidade de Brasil*, institución de la cual se jubiló en 1957. Fue crítico de las medidas proteccionistas económicas y defensor del liberalismo económico en Brasil (FGV, 2001).

3 CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN

3.1 Desarrollo de la investigación agropecuaria en Brasil

Desde la extensión rural hasta el proyecto de transformación de la investigación agropecuaria brasileña, se encuentra la obra de Eliseu Alves, considerado el padre de la agricultura moderna en Brasil. Además de contribuir a la consolidación del servicio de extensión rural en el país, fue responsable de la construcción del sistema nacional de innovación en el sector agropecuario, tal como lo teorizó Lundvall (1992). En la segunda mitad de la década de 1960, después de estudiar economía en la Universidad de Purdue, Alves fue fuertemente influenciado por la escuela de modernización agrícola, cuyo exponente estaba vinculado a los trabajos de Theodore W. Schultz, galardonado con el Premio Nobel de Economía en 1979.

Particularmente en la agricultura, la contribución de Schultz se centraba en el análisis del papel de la inversión en capital humano para el desarrollo económico. En contraposición, Arthur Lewis, quien también fue laureado con el Premio Nobel de Economía en el mismo año, desarrolló modelos económicos para explicar las causas de la pobreza en los países en desarrollo, así como los factores que determinaron la insatisfactoria tasa de crecimiento. Es evidente que la base para el proyecto de reestructuración de la investigación agrícola nacional se basó en la influencia directa de Schultz (1953) y menos en la de Lewis (1954).

Al retornar a Brasil, Eliseu Alves comprendió que el progreso en la agricultura dependería de la ciencia y la tecnología. Sin embargo, la pregunta clave era cómo hacer que esta idea prosperara. Con la ayuda de un influente grupo de científicos sociales, con sólida formación económica, fue posible reformular las premisas estadounidenses y adaptarlas a las condiciones y especificidades de la economía brasileña.

En cuanto a los orígenes del debate sobre la reestructuración de la investigación agropecuaria, existe una historia interesante que merece ser relatada. Existía un grupo de economistas vinculado a Delfim Netto, Ministro de Economía, responsable de dirigir la política económica de manera coordinada, y otro grupo de profesionales asociados a Luíz Fernando Cirne Lima, Ministro de Agricultura. Era necesario aproximar a estos dos grupos. El trabajo en conjunto sería la mejor forma de unir a los dos grupos, que estaban en camino al desacuerdo mutuo.

En este sentido, Cirne Lima aceptó la idea de crear un grupo en Río de Janeiro para responder a la siguiente pregunta: ¿por qué la agricultura brasileña, a pesar de contar con un buen servicio de extensión y un programa avanzado de crédito, no avanzaba? En 1971, José Pastore, un sociólogo con sólidos vínculos con el equipo de Delfim Netto, coordinó el grupo que propuso la creación de la Embrapa. Integraron al grupo de discusión a Eliseu Alves y Aloísio Monteiro

Carneiro Campello, con respaldo del grupo de economistas de Delfim Netto, que incluía a Affonso Celso Pastore, Carlos Geraldo Langoni y Guilherme Leite da Silva Dias. En ese momento, Paulo Rabello de Castro era un brillante pasante que recopilaba datos. Correspondía a José Pastore hacer la conexión entre los dos equipos y equilibrar las propuestas.

Con este grupo formado, se fortalecieron los argumentos a favor de un nuevo diseño institucional para la investigación agrícola en Brasil. La respuesta a la pregunta de por qué la agricultura no avanzaba fue elaborada. Basándose en una investigación de campo, entre 1971 y 1972, realizada por Dias (1974), se entendió que las tecnologías disponibles en Brasil no eran suficientes para mantener la extensión rural en el mediano y largo plazo. Según el informe de la investigación, se confirmó la hipótesis de que, dado el conocimiento disponible a nivel nacional, el servicio de extensión rural tendría un impacto positivo en el proceso de adopción de nuevas prácticas productivas por parte de los agricultores con bajo nivel tecnológico. El estudio también mostró que, para estos agricultores, la adopción y las inversiones complementarias conducirían a un aumento de las tasas medias de rentabilidad, que convergerían hacia un nivel de 10%. A pesar de eso, el conocimiento disponible no era suficiente para abastecer a la extensión rural por más de tres años en la difusión de las tecnologías necesarias para aumentar la productividad. Se alcanzó el límite de la frontera tecnológica. ¡Sería necesario invertir en investigación y generar nuevos conocimientos!

Se rechazó, por lo tanto, la tesis de que “había tecnología suficiente y el problema productivo estaba en la falta de difusión”. Delfim Netto utilizó este argumento y otras evidencias para apoyar la investigación pública. La conclusión sería replantear el marco institucional de la investigación agropecuaria. Lógicamente, Brasil disponía de recursos de tierra y trabajadores capacitados. En Estados Unidos, la tierra y los trabajadores capacitados constituían factores productivos clave. Si los estadounidenses pudieron desarrollar una agricultura avanzada, entonces, por deducción, Brasil sería capaz de imitarlos o incluso superarlos. Al presentar, por primera vez, la propuesta de un nuevo diseño institucional al Ministro Cirne Lima, quedó clara la necesidad de invertir en capacitación, lo que requeriría financiamiento. En cuanto a la cuestión financiera, Cirne Lima movilizó a la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (Usaid), la Fundación Ford, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Mundial, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (Iica) y recursos nacionales.

Desde una perspectiva práctica, el modelo proponía organizar la investigación agrícola en las instituciones ya existentes. En aquel momento, la agricultura se fundamentaba principalmente en el uso de la tierra, aunque debía volverse intensiva en tecnología. Ya existían instituciones en Brasil que eran muy competentes en investigación, tales como el *Instituto Agrônomo de Campinas* (IAC),

el Instituto Biológico de São Paulo, el Instituto Riograndense do Arroz (Irga), algunas estaciones, principalmente en el Sur, Departamento Nacional de Pesquisa e Experimentação Agropecuária (DNPEA), y algunas universidades. Sin embargo, eran instituciones de impacto local con coordinación estatal y poca integración a nivel federal. Al estudiar el DNPEA, se descubrió que el departamento estaba mal financiado, carecía de enfoque y tenía muchas deficiencias institucionales. Con estas evidencias, se decidió crear la Embrapa y eliminar el DNPEA.

En 1972, Cirne Lima convocó a parte del grupo de trabajo para consolidar un extenso diagnóstico que se conocería como el *Livro preto*, un documento orientador de la creación de la Embrapa.¹¹ Aunque la decisión ya estaba tomada, el informe serviría para justificar la creación de la nueva institución. Fue así como todo comenzó. El Ministro de Agricultura quería que la dirección de la nueva institución fuese otorgada a José Pastore, quien habitualmente evitaba aceptar cargos administrativos. Pronto, Cirne Lima se dio cuenta de que la organización debía estar a cargo de José Irineu Cabral¹², quien mantenía buenas relaciones con organizaciones internacionales de fomento agrícola, y Eliseu Alves, con una sólida formación teórica y práctica en economía agrícola. La fundación de la Embrapa¹³ se llevó a cabo el 26 de abril de 1973. El primer presidente de la empresa, procedente del noreste y con experiencia en extensión rural y en organizaciones internacionales, fue José Irineu Cabral, fundador de la Abcar. Además del presidente, se nombraron tres directores. Después de una primera reunión, se decidió que Roberto Meirelles de Miranda, quien ejerció como director general del DNPEA entre 1970 y 1973, asumiría la responsabilidad del área de investigación. Eliseu Alves, un miembro activo de la extensión rural de Minas Gerais, se encargaría de los recursos humanos, los métodos cuantitativos y la difusión de tecnología. Para estructurar la planificación, Edmundo da Fontoura Gastal, que trabajaba en la extensión rural de Rio Grande do Sul, fue convocado.

11. Para conocer mejor el *Libro Negro*, consulte el documento original, publicado en 1972 (Embrapa..., 2006).

12. Para una mirada a la creación de la Embrapa y su trayectoria, consulte Cabral (2005).

13. El Decreto nº 72.020 del 28 de marzo de 1973 aprobó el estatuto de la Empresa, pero fue la Ley nº 5.851 del 7 de diciembre de 1972, la que autorizó su creación.

FIGURA 5

Ceremonia de fundación de la Embrapa, el 26 de abril de 1973



Fuente: Embrapa, registro histórico.

Nota: De izquierda a derecha, podemos ver al primer director-presidente de la Embrapa, José Irineu Cabral, al entonces Ministro de Agricultura, Cime Lima, al embajador de Alemania en Brasil, al representante de la Organización de Naciones Unidas (ONU) en Brasil, Ramiro Boetner, y el representante de Usaid, William Ellis.

El mismo día de la fundación de la Embrapa, la junta directiva de la empresa recién creada se reunió para definir las directrices iniciales, que incluían un ambicioso proyecto de formación y capacitación de posgrado para los investigadores.¹⁴ Mantener a personas clave en la junta directiva fue estratégico para garantizar el éxito institucional durante la primera década, período en el cual la empresa aún se presentaba como una promesa. El modelo institucional de la Embrapa fue discutido durante aproximadamente un año. Las discusiones no condujeron a una visión clara. Surgió una dificultad, pues algunos defendían simplemente un DNPEA mejorado, mientras que otros buscaban una revolución completa.

14. Según José Pastore, la propuesta sería formar entre 400 y 500 técnicos, nunca imaginaron los audaces 2 mil investigadores enviados por la Embrapa en su primera década de creación.

FIGURA 6

Reunión histórica de la primera junta directiva de la Embrapa

Fuente: Embrapa, registro histórico.

Nota: Reunión histórica de la primera junta directiva de la Embrapa. En la fotografía, a la izquierda, está el Presidente José Irineu Cabral (derecha), acompañado por los directores (de izquierda a derecha) Edmundo Gastal, Eliseu Alves y Roberto Meirelles. El registro fotográfico de la derecha muestra el mismo encuentro desde otro ángulo.

A mediados de 1973, Cirne Lima fue sustituido por José Francisco Moura Cavalcanti. En 1974, Almiro Blumenshein, procedente de la Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq) de Piracicaba, asumió el cargo de Roberto Meirelles en la dirección de investigación. En el gobierno del Presidente Geisel, Alysson Paulinelli, ingeniero agrónomo graduado de la Universidade Federal de Lavras (Ufla), fue nombrado nuevo Ministro de Agricultura y dio continuidad al proyecto institucional de la Embrapa, que ya estaba en marcha. La dirección de la Embrapa concluyó que la nueva institución debía transformarse por completo, comenzando desde cero.

Aunque Embajador de Brasil en Francia (1975 a 1978), Delfim Netto, aún muy influyente en el gobierno brasileño, desempeñó un papel importante en la defensa del modelo de investigación agropecuaria en construcción. En 1974, durante el primer mes de su gobierno, el Presidente Geisel visitó la sede de la Embrapa, mostrando claramente su apoyo al proyecto de transformación de la investigación agropecuaria en Brasil. En sus palabras, reafirmó el compromiso: “No reinventen la rueda: este es el camino que ya ha sido trazado”.

FIGURA 7

El recién juramentado presidente Geisel visitó la sede de la Embrapa¹



Fuente: Embrapa, registro histórico.

Notas: ¹ Con gafas oscuras y el segundo de izquierda a derecha.

² Entre la comisión, estaban Alysson Paulinelli (del lado izquierdo del presidente Geisel) y José Irineu Cabral (al lado de Alysson). Le siguen Almiro Blumenshein, Eliseu Alves y Edmundo Gastal.

Según Pastore, Dias y Castro (1976), la hipótesis de la innovación inducida estaba directamente vinculada a la investigación agrícola, la cual respondería a las fuerzas del mercado. De esta manera, los precios relativos de los insumos inducirían la adopción y la difusión de innovaciones. La rentabilidad sería una señal de mercado perseguida por los agentes productivos, quienes presentarían cuestiones técnicas que deberían ser investigadas y resueltas. La interacción entre el mercado y la investigación sería responsable de las respuestas a las preguntas productivas. Los autores mostraron que la concentración geográfica del producto facilitaría la formación de grupos de interés (productores, intermediarios e industriales) en torno a problemas comunes, así como la homogeneización de las condiciones de cultivo, facilitando el desarrollo de la investigación. La posibilidad de internalizar las ganancias de productividad por parte de los agentes interesados propiciaría la creación de grupos de presión que actuarían sobre el sistema de investigación. Las demandas de presión se canalizarían hacia el sector público, o incluso hacia el privado, cuando se les incentiva a impulsar directamente líneas de investigación no ofrecidas por el Estado. También identificaron que los productos dirigidos al mercado externo

facilitaban el acceso a la investigación, ya que mantenían economías de escala,¹⁵ regularidad en la oferta y captación de divisas. El resultado exitoso del crecimiento de la productividad podría respaldar la predicción no cumplida que se presenta en el recuadro a continuación.

BOX 1

La previsión que no se cumplió

En las ciencias, hacer una previsión es un asunto complejo, pues no es posible aislar el evento a ser estudiado de la participación del agente en la trayectoria. La previsión de que faltaría alimento fue hecha durante el proceso de implementación institucional de la Embrapa, sin considerar la acción de la empresa en los eventos posteriores.

17 de mayo de 1976
Lafayette, Indiana

"Querido Eliseu, (...) estaba leyendo el primer trabajo del nuevo Instituto de Política Agrícola, con sede en Washington (...) El estudio es alarmante. Prevé que, si las tendencias desde 1960 continúan, habrá un déficit de alimentos (cereales) para los países pobres de 100 millones de toneladas, y posiblemente 200 millones de toneladas por año, hasta 1985. Este déficit es enorme, y no veo muchas posibilidades de reducirlo en ese período. Sería necesario al menos duplicar la tasa de crecimiento del pasado, y no veo muchas posibilidades de lograrlo. Todo esto quiere decir que mucha gente morirá de hambre.

Lamentablemente, nadie ve la importancia de las ciencias sociales, y especialmente de la economía, para ayudar a resolver este problema. Estamos en esta situación porque país tras país adopta políticas económicas equivocadas: extraen renta de la agricultura en lugar de invertir en ella. Y (...) ni siquiera los economistas – aquellos que deberían saber mejor – perciben la importancia de sus propias ideas. Se tragan la propaganda de los científicos físicos – que tienen muchos intereses creados que defender – y se quedan sentados, complacientes."

Edward Schuh

26 de mayo de 1976
Brasília, Distrito Federal

"Querido amigo, (...) El hambre del mundo. Muerte y desgracia. Es la prueba del fracaso de las ciencias. Créeme, es un problema mucho más amplio de lo que piensas. Es consecuencia del fracaso del ser humano en no ver en el otro a un hermano. Las cosas van a empeorar (...).

Podríamos, por ejemplo, usar las tierras fértiles y con buenas condiciones climáticas, hoy ocupadas con café, té, tabaco, marihuana y otras inutilidades, para producir granos. ¡Cuántos millones de toneladas! Y los fertilizantes que los países ricos gastan en sus jardines! Pero la lógica materialista es una sola – "comamos y bebamos, porque mañana moriremos". Tú puedes decir que, a largo plazo, esa es una política suicida. Los pobres del mundo se levantarán y la justicia se hará. (...) ¿Por qué preocuparme por mi hermano? ¡Y más aún si vive en la India, en Pakistán, en las naciones de África, etc., tan lejos de mí!

Si no inyectamos ética, moral y humanismo en las ciencias, el mundo irá de mal en peor. Frecuentemente, en un mundo con hambre, se verá una superproducción. Luego, falta de producción. Y el ciclo de la "telaraña" continuará. Mientras tanto, millones morirán de hambre. ¡O de guerra!"

Eliseu Alves

Fuente: Colección Eliseu Alves.

La Embrapa fue creada basándose en productos agropecuarios, en recursos naturales y en temas básicos. La Embrapa debía ser una idea totalmente original. Sería una empresa pública dedicada a la ciencia y la tecnología.¹⁶ Debería ser una institu-

15. La economía de escala es un concepto basado en la función de producción de la firma. El aumento en la cantidad de insumos resulta en un aumento más que proporcional de la producción. Por lo tanto, el valor de producción por unidad (costo promedio) se vuelve menor a medida que aumenta el volumen de producción.

16. Como abordado por Nelson y Winter (1982), el proceso de cambio tecnológico es caracterizado por los mecanismos de búsqueda por innovaciones, basados en estrategias comerciales, y de selección de las mismas innovaciones, por el ambiente del mercado. Se puede decir que la Embrapa es una institución generadora de nuevos conocimientos; sin embargo, la aplicación de este conocimiento en los procesos de producción agrícola puede, si tiene éxito, generar innovaciones tecnológicas que aumenten la productividad. La extensión rural sería un instrumento que facilitaría la difusión de nuevos conocimientos. Por lo tanto, en la agricultura, la creación de nuevos conocimientos, así como la adopción y difusión de tecnologías, pueden ser manejadas por diferentes agentes dentro del sistema.

ción moderna y flexible, con empleados contratados bajo el régimen laboral establecido por la *Consolidação das Leis do Trabalho* (CLT), con el fin de evitar interferencias políticas. En ese momento, como empresa pública, solo existía la *Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais* (CPRM), que sirvió como modelo para la creación de la parte jurídica. La idea de que debía ser una institución centrada en unos pocos productos surgió rápidamente. Luego, se sugirió la creación de centros especializados de investigación en productos como soya, algodón, ganado de corte, ganado de leche, entre otros. La Embrapa fue, entonces, organizada siguiendo estas propuestas iniciales, es decir, centros regionales y centrados en productos. En seguida, surgieron los cuestionamientos sobre ¿qué hacer con la región del Cerrado y la región amazónica? En consecuencia, se crearon centros de estudios orientados al medio ambiente y a temas generales. La experiencia observada en Estados Unidos encontró un gran eco dentro de la dirección de la Embrapa.

El programa de capacitación de la Embrapa se basó en el modelo estadounidense en el que los científicos realizaban investigaciones. Al mirar el ejemplo brasileño, en aquel momento había buenos científicos, pero muy pocos y todos formados más o menos en la misma tradición. Se buscó, por tanto, establecer un programa a gran escala de maestría y doctorado, basado en instituciones nacionales e internacionales, principalmente estadounidenses, aunque también europeas y japonesas. Con esto, en poco más de una década, se pudo establecer el programa de formación de recursos humanos. Fueron enviados alrededor de 2 mil técnicos a realizar estudios de posgrado, en Brasil y en el extranjero, lo que se consideraría en ese momento el programa de capacitación más grande que existía hasta entonces (Alves, 1984). La creación institucional se basó en dos principios: enfoque, es decir, un modelo denominado como concentración en la investigación, y personal capacitado, preferiblemente en los mejores estándares internacionales.

En 1979, Alysson Paulinelli fue reemplazado por Delfim Netto como Ministro de Agricultura. Ese mismo año, Eliseu Alves fue invitado a asumir la presidencia de la Embrapa. Por razones políticas, hubo resistencia a su nombramiento, especialmente por parte de un sector de los militares, que lo consideraba comunista por haber enviado técnicos e investigadores, supuestamente contrarios al régimen, a estudiar en el extranjero. Una vez confirmado su nombramiento, se continuó con todo el trabajo de transformación institucional. A partir de la década de 1980, la Embrapa dejaría de ser una promesa, para convertirse en una realidad. El área de comunicación se utilizó ampliamente para difundir los principales resultados de la inversión en investigación. La incorporación del Cerrado a la producción fue el primer logro de alto impacto. Para lograrlo, se corrigió la acidez del suelo y se tropicalizaron los cultivos de granos con semillas resistentes al estrés climático. Otra contribución importante fue la fijación biológica de nitrógeno, que permitió aumentar la producción con un menor uso de fertilizantes,

lo que eliminó la necesidad de fertilización química con nitrógeno y redujo los costos. La técnica, desarrollada por la investigadora Johanna Liesbeth Kubelka Döbereiner,¹⁷ impulsó tanto el *Programa Nacional do Álcool* (Proálcool) como el crecimiento vertiginoso de la producción de soya en Brasil.

FIGURA 8

Presentación del potencial del nitrógeno ante el Ministerio de Agricultura



Fuente: Embrapa, registro histórico.

Nota: El segundo Director-Presidente de la Embrapa, Eliseu Alves (de pie), en el período 1979-1985, presenta al Ministro de Agricultura, Néstor Jost, el potencial del nitrógeno en el cultivo de soya. La Ingeniera Agrónoma, alemana y brasileña naturalizada, Johanna Döbereiner (sentada a la izquierda en la mesa de reuniones) fue la responsable de estudios pioneros en el campo de la fijación biológica de nitrógeno. Vale recordar que la científica era empleada del desaparecido DNPEA y, tras la reestructuración de la investigación agrícola, se benefició de la meritocracia para realizar sus experimentos en el seno de la Embrapa.

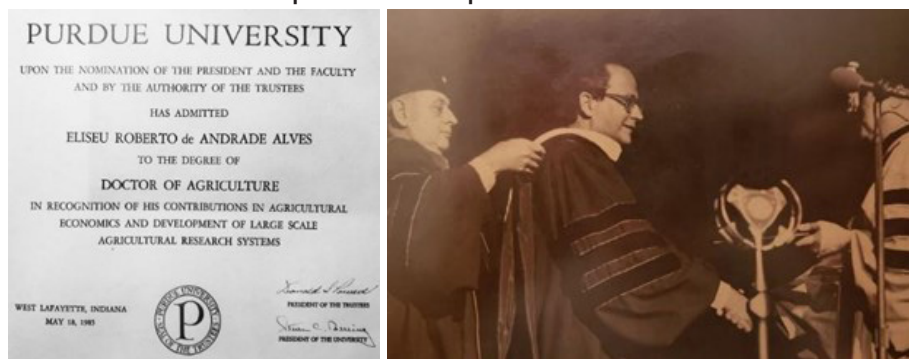
Los gobiernos militares siempre apoyaron a la Embrapa en los primeros diez años de su existencia y nunca dejaron de apoyarla en términos de presupuestarios. En reconocimiento, el Presidente João Batista Figueiredo había declarado: “Esa empresa solo traía alegría”. Cabe destacar el nombre de Delfim Netto, quien siempre respaldó a la empresa y la ayudó a obtener recursos. Aunque en algunos momentos surgían conflictos entre la Embrapa y ciertos sectores. En estos casos, Delfim Netto calmaba la situación. De esta manera, fue posible “navegar en aguas tranquilas” y, en poco más de una década, la Embrapa ya estaba consolidada con las principales actividades en pleno funcionamiento, tal como se había planeado

17. Fue la investigadora de la Embrapa más citada por la comunidad científica internacional, debido a sus estudios pioneros en el campo de la fijación biológica de nitrógeno.

desde el principio. En un testimonio personal, Delfim Netto describió a Eliseu Alves como “un mineiro, científico habilidoso, humilde, perseverante y convincente, el brillante padre de la Embrapa y, por ende, de la agricultura moderna brasileña”.¹⁸

FIGURA 9

Doctor Honoris Causa para Eliseu Alves por la Universidad de Purdue



Fuente: Embrapa, registro histórico.

Nota: Eliseu Alves recibió el 21 de mayo de 1985 el título de Doctor Honoris Causa, de la Universidad de Purdue, en reconocimiento a sus contribuciones en el campo de la Economía Rural y en el desarrollo de la Embrapa.

3.2 La marcha hacia el Oeste brasileño

La expansión de la producción agrícola en el Cerrado fue fruto del conocimiento generado tanto en Brasil como en el exterior. En este contexto, la cooperación internacional fue fundamental para el desarrollo de la Embrapa. Para el desarrollo de la agricultura tropical, la cooperación con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) resultó esencial en la transferencia de conocimientos y tecnologías. En Francia, se establecieron acuerdos con tres instituciones: el Instituto Nacional de Investigación Agrícola (Inra), el Centro Internacional de Investigación Agrícola para el Desarrollo (Cirad) y el Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD). En Japón se intentó establecer una asociación con la Japan International Cooperation Agency (Jica), particularmente en el ámbito de las ciencias agrícolas.

La asociación nipo-brasileña fue diferente. Japón enfrentaba un embargo económico sobre la importación de soja de Estados Unidos a principios de la década de 1970. Las cooperativas agrícolas japonesas dedicadas a la cría de animales dependían en gran medida de la ración, la soja y la harina provenientes de Estados Unidos. Por esta razón, el gobierno japonés envió misiones técnicas al exterior para verificar en qué país sería más viable la producción de granos a gran

18. La Revista Globo Rural publicó en abril de 2020 la entrevista *Eliseu Alves: a lenda da Embrapa*, que cuenta la trayectoria profesional del ciudadano que se entrelaza con la historia de la investigación agrícola brasileña.

escala en el mundo. El resultado fue el inicio del diálogo con los brasileños, con la recién creada Embrapa y con la posibilidad de expansión productiva en el Cerrado.

Por un lado, los japoneses estaban preocupados por las incertidumbres del mercado y su necesidad de comprar alimentos sin interrupciones. Por otro lado, estaba la voluntad de la Embrapa de ampliar sus actividades de investigación colaborativa, incluso con el desafío de facilitar inversiones productivas en la incorporación de nuevas fronteras agrícolas. Según Alves (2016), la alianza Embrapa y Jica sería del tipo de cooperación conjunta, con transferencia de recursos financieros, movilidad de investigadores entre ambos países, construcción de laboratorios y objetivos comunes.

Según Hosono y Hongo (2016), la cooperación entre Brasil y Japón consistió en programas de cooperación técnica y financiera para promover la actividad agrícola en el Cerrado. La base de las actividades abarcó un trípod de políticas orientadas a la investigación agrícola (cooperación científica entre japoneses y brasileños), la extensión rural (con la creación de una empresa público-privada binacional, Campo, encargada de gestionar los proyectos, con 51% de participación brasileña y 49% de participación japonesa) y regularización de tierras con asentamientos en modelos cooperativos¹⁹ y servicios esenciales ofrecidos a los agricultores.

En 1977, fue creado el Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados (Prodecir), que se dividió en tres etapas: i) un programa piloto, que se centró en algunas regiones de Minas Gerais, y se extendió de 1977 a 1985; ii) un programa más expandido, que involucró a otros estados, además de Minas Gerais, como Mato Grosso do Sul, Goiás, Mato Grosso y Bahía, de 1985 a 1992; y iii) un programa final, que incorporó las regiones de Maranhão y Tocantins, de 1995 a 2001. Estas tres etapas cubrieron todo el bioma del Cerrado, inicialmente en Minas Gerais y el Centro-Oeste y, posteriormente, en el Cerrado del Nordeste.

La segunda etapa se vio gravemente afectada por las condiciones macroeconómicas de finales de los años 1980, con períodos de alta inflación. Sin embargo, en general, las tres etapas del Prodecir fueron exitosas, ya que el cultivo clave fue la soya, un producto con gran aceptabilidad en el mercado internacional, capaz de remunerar las inversiones realizadas por los productores. Los suelos de los Cerrados eran planos y facilitaron la mecanización de los cultivos, así como diferentes iniciativas para posibilitar inversiones en riego, necesarias para el tipo de clima que enfrentaban. Al final, la asociación japonés-brasileña contribuyó en gran medida a mitigar los problemas de la agricultura tropical y también para promover la evolución institucional de la Embrapa.

19. Cotia, una cooperativa de São Paulo, fue seleccionada para ayudar en el proceso de implementación de asentamientos en Minas Gerais, en su primera fase. La mayoría de los colonos eran descendientes de japoneses de segunda generación de unos 30 años, siendo formados por familias con espíritu emprendedor.

El éxito de la colaboración japonés-brasileña no sería viable si no fuera por el espíritu emprendedor de los agricultores asentados, la organización cooperativa para posibilitar escala productiva a los pequeños productores, la tropicalización de los cultivos, la corrección de la acidez del suelo, las condiciones favorables del mercado de la soya, así como su alta demanda externa. La marcha hacia el Oeste, impulsada por la rentabilidad de los agricultores, integró al país, además de abrir el camino para inversiones en infraestructura, conectar el territorio nacional en las regiones más remotas y fomentar el desarrollo de la producción agrícola en el interior.

3.3 Legado de las políticas de irrigación

En 1985, Eliseu Alves dejó la presidencia de la Embrapa para asumir un nuevo desafío, presidir la Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf), constituida en 1974.²⁰ La política pública con la organización de proyectos de irrigación buscaba el desarrollo socioeconómico de regiones económicamente desfavorecidas. A partir de ese momento, los proyectos comenzaron a centrarse en regiones con una clara vocación agrícola, enfocándose en la construcción de la infraestructura de irrigación y su implementación por etapas. En la segunda mitad de la década de 1980, para garantizar el crecimiento productivo, sería necesario llevar a cabo otra etapa, que se daría con la autonomía de los proyectos, de modo que los agricultores pudieran buscar sus lucros económicos, independientemente de los subsidios gubernamentales.

Basándose en la experiencia acumulada de Eliseu Alves al frente de la Embrapa, la Codevasf también era una institución eficiente, competente y enfocada. Sin embargo, había cuestiones que necesitaban ser resueltas para orientar la institución hacia la modernización. A mediados de la década de 1980, se identificó que la Codevasf estaba organizada en torno a proyectos de irrigación, como los de Petrolina y Jaíba, entre otros. De 1985 a 1990, se crearon más proyectos, aunque todos con un enfoque claro. Surgió el siguiente problema: los proyectos de irrigación eran administrados por el personal de la Codevasf, lo que generaba obstáculos. En primer lugar, había restricciones presupuestarias significativas para contratar personal. En segundo lugar, cuando ocurría un accidente o una muerte dentro de un proyecto de irrigación, la responsabilidad recaía íntegramente sobre la Codevasf, lo que generaba costos adicionales.

Nuevamente, durante una visita a Estados Unidos, Eliseu Alves y su equipo, ahora de la Codevasf, analizaron el modelo estadounidense de irrigación. Se encontró

20. Creada en 1948, la *Comissão do Vale do São Francisco* (CVSF) evaluó las posibilidades económicas de la cuenca del río São Francisco. En 1967, fue sucedida por la *Superintendência do Vale do São Francisco* (Suvale), autarquía vinculada al entonces Ministerio del Interior. En 1974 se convirtió en Codevasf, con el objetivo de promover el desarrollo de la región a través de la irrigación. Su área de actuación incluía la cuenca del río Parnaíba entre Maranhão y Piauí (desde 2002), las cuencas de Itapecuru y Mearim en Maranhão (2010) y la cuenca Vaza-Barris en Bahía y Sergipe (2017).

que existía una institución muy importante llamada “distritos de irrigación”, los cuales eran responsables, en virtud de un contrato con el gobierno, de la administración del proyecto de irrigación. Este modelo fue traído para Brasil y, evidentemente, adaptado a las condiciones nacionales. Se crearon los distritos de irrigación y, desde entonces, todos los proyectos de irrigación de la Codevasf establecieron su propio distrito. Con esto, los proyectos dejaron de estar bajo la gerencia de la Codevasf y pasaron a ser gestionados por los agricultores, bajo coordinación y supervisión de la compañía, de manera efectiva.

Dentro de la Codevasf, en el marco de la construcción de una institución que ya existía en el país, se buscó una reestructuración, en el sentido de transferir toda la administración y sus costos a los responsables de los distritos de irrigación. Entretanto, ¿qué se necesitaba para esta transformación? En Brasil, si no hubiera exportación, no se avanzaría. Por lo tanto, el mercado sería abastecido, los precios caerían y algo que era rentable dejaría de serlo, debido a la caída de los precios. Existía experiencia con la exportación dentro de la Codevasf. Este caso fue analizado para identificar sus puntos positivos, y se decidió colocar todos los distritos de irrigación como grandes *hubs* exportadores. A partir de entonces, el Valle del São Francisco se convirtió en una próspera región exportadora de frutas y hortalizas.

Como resultado, con la competencia de gestión de los distritos de irrigación, fue posible fortalecer un nuevo mercado, que ya estaba establecido. La Codevasf emprendió un nuevo camino, donde la exportación se convirtió en el objetivo prioritario de la institución, además de abastecer, por supuesto, el mercado interno, que seguía siendo importante. Al éxito se sumó la creación de asociaciones de irrigantes para administrar cada proyecto, así como la organización de grupos de exportadores. La participación local era central en la dinámica del sistema.

A partir de 1990, no hubo grandes cambios dentro de la Codevasf. Desde entonces, según Ferreira y Vieira Filho (2020), había 79 proyectos públicos de irrigación, de los cuales el 90% se encontraba en la región Nordeste del país. Estos proyectos públicos representaban el 3% de la superficie total irrigada de Brasil. No obstante, algunos proyectos demostraron ser dinámicos en la generación de ingresos, empleo y diversificación productiva. La fruticultura en los polos de irrigación del Semiárido tuvo un papel destacado, con una participación significativa en la producción nacional. Al evaluar la presencia institucional de los proyectos públicos de irrigación en el valor bruto de la producción, se encontró un efecto positivo y estadísticamente significativo. El análisis costo-beneficio mostró que, por cada R\$ 1,00 invertido en la política pública de irrigación, se obtenía un retorno de aproximadamente R\$ 13,00 para el productor, lo que justificaba la inversión pública en dicha intervención.

Alves y Vieira Filho (2019) señalaron que las dificultades económicas del Semiárido nordestino requieren múltiples intervenciones del poder público en los sectores agrícola, industrial y de servicios. No obstante, se debe priorizar las inversiones que generen empleos bien remunerados tanto en el campo como en las ciudades, especialmente en las de pequeño y mediano tamaño. De acuerdo con Alves y Rocha (2010), dada la población rural del Nordeste y su creciente tendencia a la migración, los programas de irrigación se presentan como una herramienta eficaz para reducir la migración rural y mejorar la distribución de ingresos a nivel regional.

4 LA MODERNA AGRICULTURA BRASILEÑA Y SU PROFECÍA

4.1 La antigua y nueva agricultura

Eliseu Alves creció en la *Fazenda do Angola*, propiedad de sus abuelos maternos, ubicada entre los municipios de Carrancas e Itutinga, en el interior de Minas Gerais. Su infancia transcurrió en el marco del modelo agrario tradicional. El establecimiento agropecuario producía leche, pero con una productividad muy baja medida en litros por vaca. En esa época, el rendimiento diario era de aproximadamente 3 a 4 litros de leche por animal, muy por debajo de los estándares modernos de producción.

En aquel entonces, los agricultores de la región estuvieron influenciados por un danés llamado Hans Norremose Petersen (1908-2011), un experto en la producción de productos lácteos. Era hijo de agricultores y, en Dinamarca, debido a las leyes de sucesión, no heredó la finca de su padre en su país de origen. En medio de la crisis de 1929, ante la escasez de oportunidades y movido por el espíritu aventurero típico de los emprendedores, vino a Brasil en busca de oportunidades de trabajo. Se estableció en Minduri, en el estado de Minas Gerais. Al dejar Europa, en medio de una grave crisis económica, no se arrepintió y se convirtió en un experto productor de quesos.²¹ Su fábrica estaba ubicada cerca de una línea de ferrocarril, lo que facilitaba el transporte de la producción hacia la entonces capital, Río de Janeiro. La cuestión logística, con la apertura de nuevas fábricas más pequeñas, fue importante. Era necesario reunir toda la producción y enviarla a una sede central, en este caso, en Minduri, que organizaba la distribución de la producción a otras regiones de Brasil.

21. Nacido en 1908, emigró a Minas Gerais en 1929. Sentó las bases de la industria láctea en Brasil. Según la revista Globo Rural de febrero de 2010, en una entrevista *O mestre dinamarquês*, Hans Norremose dijo que “*uma vaca precisava comer algo além de brisa e capim. Se bem nutrida, poderia ordenhar mais de uma vez ao dia*”. Su mayor logro no fue producir el primer Camembert del hemisferio sur, sino enseñar a los brasileños que las vacas podían producir leche dos veces al día. Fue pionero en la elaboración de los quesos Estepe y Gouda. Innovó en la importación de maquinaria y equipos agrícolas, en la siembra mecanizada de maíz, en la fertilización de pastos (un absurdo en aquella época), en el uso de diversas gramineas para ensilaje, en el cultivo de pastos irrigados, en el uso de cercas eléctricas, así como en el mejoramiento genético.

Este danés se aventuró más allá de la excelencia en la fabricación de quesos. Adaptó y aplicó tecnologías modernas en la producción de leche. Con una pequeña propiedad y una buena gestión del conocimiento, aumentó la productividad lechera de su rebaño en la hacienda, que hoy es propiedad de su hija Dora Norremose Vieira Marques. En lugar de desarrollar toda la cadena de producción, llegó a un acuerdo con los agricultores locales para mejorar los procesos productivos. Seleccionaba fincas, aquí denominadas “núcleos”, y en colaboración con sus propietarios, construía las instalaciones necesarias y pequeñas fábricas para recibir la leche y producir el queso. La fábrica de quesos recibía la leche del propietario de la finca “núcleo”, así como de los pequeños productores de la zona circundante.

Debido a las malas condiciones de las carreteras en la región, en visitas periódicas recorría toda la zona y las respectivas fábricas en su avión, un *Piper*. Supervisaba personalmente el funcionamiento de los procesos productivos, la calidad de los quesos y contrataba a los empleados de la fábrica de quesos en cada finca “núcleo”. Mensualmente pagaba a sus empleados y a los ganaderos proveedores de leche. Cabe destacar que, en cada finca “núcleo”, el respectivo propietario conseguía reunir, diariamente, aproximadamente 4 mil litros de leche.

Este ejemplo del danés representó una transformación, que ocurrió dentro del sistema capitalista y que influyó enormemente en la mejora de la producción lechera en el sur de Minas Gerais, y luego en todo Brasil. Es importante destacar que este caso no fue una iniciativa gubernamental, sino un desarrollo natural, que surgió del sector privado, construido en la mente de Hans Norremose, con la capacidad de difundir sus conocimientos y sus innovaciones. Su modelo productivo, en el apogeo de su capacidad, contaba con 21 fábricas en Minduri y municipios vecinos, tales como Carrancas, São Vicente de Minas, Itutinga, Luminárias, Cruzília, entre otros.

El complejo productivo procesaba más de 60 mil litros de leche al día. Las fábricas se construyeron debido a las dificultades para transportar la leche a la sede central en Minduri. Dado que la leche es un producto perecedero, era necesario optimizar la logística. El camión que transportaba queso a la capital traía harina de trigo, que era vendida con descuento a los productores, lo que aumentaba la producción, y permitía realizar dos ordeñes al día. La productividad por animal alcanzó los 17 litros por día, algo impensable en esa época. Posteriormente, otros grandes emprendimientos siguieron la misma trayectoria. Como resultado, la industrialización de la leche en quesos y otros subproductos cambió por completo el rumbo y la evolución de la producción de leche en Brasil. Hans Norremose acumuló tanta riqueza que pudo recomprar la herencia de su padre.

FIGURA 10

Fábrica de Queso Dana: legado de innovación artesanal

Fuente: Colección de la familia Norremose.

Nota: Hans Norremose, en Minduri/MG, de pie en la calle, a la izquierda, frente a una de sus queserías, cuya marca era Dana (que hace referencia a Danmark).

Basada en esta experiencia ¿qué caracteriza entonces a la agricultura moderna en Brasil? En la antigua agricultura, el crecimiento de la producción se explicaba por el aumento de la superficie cultivada. Entonces, cada vez que la demanda de alimentos crecía, la oferta requería la deforestación de más bosques. En estas áreas recién abiertas se plantarían los nuevos cultivos. En pocas palabras, la agricultura tradicional no utilizaba insumos modernos. La agricultura intensiva en tecnología no exige que, para aumentar la producción, se incorporen nuevas áreas, sino que nuevos conocimientos y técnicas amplíen la productividad. El crecimiento de la productividad genera un fenómeno de antideforestación, es decir, un efecto “*poupa-floresta*” (o ahorro de bosques). Una misma hectárea de tierra puede producir mucho más con las nuevas tecnologías. Esto es lo que caracteriza a la agricultura moderna.²² En Brasil, el valor bruto de la producción agropecuaria, en términos reales, ha mostrado una tendencia al alza, en gran parte debido a los aumentos de productividad (Gasques *et al.*, 2012).

22. Para comprender la evolución del moderno sector agrícola, según Vieira Filho y Silveira (2016), se debe adoptar un enfoque más amplio, que remite a la “*Paradoja de Prebisch*”. El sector agrícola moderno es capaz de generar progreso tecnológico y valor agregado, así como promover el desarrollo de las regiones agroexportadoras.

De acuerdo con la tabla 1, se puede comprobar la importancia de la tecnología en el crecimiento de la producción. La tecnología explicó la mayor parte en el crecimiento del valor bruto de la producción, con una participación creciente a lo largo del tiempo, llegando a alrededor del 60% al final del período. Entre 1995 y 2017, se observó una disminución del 31,3% al 19,5% en la participación de la mano de obra. Esto se asocia directamente con la modernización de la agricultura, que es cada vez menos intensiva en trabajo. El factor tierra prácticamente se estabilizó torno al 20%.

TABLA 1

Participación del trabajo, la tierra y la tecnología en el crecimiento del VBP – Brasil

Factores de producción	1995-1996		2006		2017	
	Coefficientes	%	Coefficientes	%	Coefficientes	%
Trabajo	0,26	31,3	0,19	21,6	0,19	19,5
Tierra	0,15	18,1	0,19	21,6	0,19	19,8
Tecnología	0,42	50,6	0,5	56,8	0,59	60,6
Retornos a la escala	0,83	100	0,87	100	0,97	100

Fuentes: Alves *et al.* (2013) y Vieira Filho, Gasques y Ronsom (2020).

Nota: VBP – Valor Bruto de la Producción.

Desde la década de 1970, la producción de cereales y carne aumentó significativamente en Brasil. El riesgo de desabastecimiento disminuyó. Como resultado de las investigaciones, que permitieron el avance de la producción en el Cerrado, se desarrollaron técnicas como el encalado para la corrección de suelos, la tropicalización de cultivos, el control de enfermedades y plagas, la fijación biológica de nitrógeno, el cruce de pastos, la ingeniería genética en el mejoramiento de plantas y animales, la integración productiva, la biotecnología, entre otras innovaciones.

Junto con el éxito productivo, es importante destacar la preservación ambiental. Hasta 1988, las áreas de conservación y las tierras indígenas cubrían el 2,3% y el 1,9% del territorio, respectivamente. En 2018, el 10,4% eran áreas de conservación y el 13,8% tierras indígenas. El Código Forestal de 2012 reforzó la tendencia a la preservación de los recursos naturales. Desde entonces, el sector agropecuario preservó aproximadamente una cuarta parte del territorio nacional (25,6%). En general, Brasil preserva alrededor de dos tercios de su territorio (66,3%). Recientemente, la explotación agrícola ha conservado más de lo requerido en términos regionales, con un 26% en el Sur, un 29% en el Sudeste y un 49% en el Centro-Oeste (Miranda, 2018).

La Embrapa ha desempeñado un papel central en esta planificación. Para comprender la dimensión de su importancia, según el Balanço Social 2020 (Embrapa, 2020), por cada R\$ 1,00 invertido en la empresa, se generaron R\$ 17,77

en beneficio para la sociedad – una ganancia de R\$ 61,85 mil millones en la economía. Se analizaron los impactos de una muestra de 152 tecnologías y aproximadamente 220 variedades de cultivos, que representaron el 98,2% de la ganancia social demostrada. A pesar de los desafíos de la pandemia, se crearon más de 41 mil nuevos empleos en 2020. La Embrapa cuenta con alrededor de 8.108 empleados, distribuidos en todo el país, de los cuales el 25% (o una cuarta parte) son investigadores, trabajando en aproximadamente 600 laboratorios y diversos proyectos de investigación.

4.2 La profecía

Además de ser tecnológica y diversificada, la agricultura se fundamenta en “personas”. En los últimos 50 años, el sector agropecuario ha experimentado el mayor crecimiento económico, con aumentos constantes en la productividad, algo que ningún otro sector experimentó. La cosecha agrícola de 2020 representó un nuevo récord de producción de granos, con 257 millones de toneladas, producidas en una superficie de 65,9 millones de hectáreas, que representan solo el 8% del territorio nacional (Conab, 2020).

La transformación de la agricultura implicó, por un lado, beneficios sociales para la población rural y urbana y, por otro, la industrialización brasileña. La inversión en investigación agropecuaria, desde la década de 1970, buscó aumentar la productividad, mientras que las políticas de crédito y precios compensaron la persistente apreciación de la moneda, que según Alves y Pastore (1978), beneficiaba el proceso de industrialización en curso. Según Barros (2010), la modernización de la agricultura alcanzó su potencial cuando se asoció con el excedente exportado, evitando así la deterioración de los precios.

Después de 1990, como observó Barros (2018), el aumento significativo de la producción a precios decrecientes o estables sentó las bases para la agricultura moderna y representó una gran transferencia de ingresos del sector a la población, especialmente a las partes más vulnerables de la sociedad. Según Barros (2018), los programas sociales (como *Bolsa Família*) no serían tan efectivos si los ingresos transferidos se depreciaran debido al aumento del costo de vida o al aumento de los precios de los alimentos.

El aumento del excedente productivo fue capaz, a lo largo del tiempo, de reducir los precios de los alimentos, ocasionando lo que sería tal vez el *más grande programa de redistribución de ingresos* en Brasil. Alves, Souza y Brandão (2010) evaluaron una serie temporal de precios de alimentos desde 1970 hasta 2009. Dividieron el período en tres momentos: i) 1970-1978; ii) 1978-2005; y iii) 2005-2009. En los extremos, la tendencia observada fue de una moderada inflación positiva. En el período intermedio, la economía brasileña experimentó un largo

período de fuerte disminución de los precios de los alimentos, con una caída de aproximadamente el 75%. En el período completo, el precio de la canasta básica cayó casi un 23%, un resultado que benefició a todas las familias, incluso durante el período inflacionario de la década de 1980.

La expansión agropecuaria contribuyó a la interiorización y ocupación de Brasil. Durante mucho tiempo, los brasileños se referían a las tierras del “*planalto central*” como “*campos cerrados*” debido a las características inadecuadas para la agricultura. A través de la investigación, el Cerrado fue incorporado a la producción. Este bioma cubre una superficie de 204 millones de hectáreas, área superior al cinturón de maíz estadounidense, equivalente al 73% del territorio argentino o 3,7 veces la superficie de Francia.

Sin embargo, según Eliseu Alves, hay una profecía que busca prever el futuro relacionado con esta agricultura moderna. Según su punto de vista, la agricultura brasileña se basará cada vez más en un número muy pequeño de agricultores con un gran progreso tecnológico, abasteciendo con excelencia tanto el mercado interno como el internacional. No obstante, ¿quién participará en esta gran aventura de la agricultura tecnológica? Desafortunadamente, será un pequeño número de agricultores. El motivo es que la agricultura intensiva en tecnología requiere una gran cantidad de capital, recursos humanos calificados y escala de producción (para reducir los costos relativos). Por lo tanto, los pequeños agricultores, que no pueden participar en este sistema, o no pueden integrarse formalmente en cadenas de producción, quedan excluidos de la gran aventura productiva.

Las organizaciones colectivas (cooperativas y asociaciones) se presentan como instrumentos que minimizan las imperfecciones del mercado y viabilizan, a través de economías de escala, la participación en el mercado de los pequeños productores (Alves y Silva, 2013). En Brasil, según Ramos y Vieira Filho (2021), 3,9 millones de explotaciones agropecuarias se clasificaron como agricultura de menor tamaño, lo que representa el 77% del total de explotaciones. Regionalmente, los pequeños agricultores se concentran en el Nordeste (47%), y en menor medida en el Sudeste (18%), el Sur (17%), el Norte (12%) y el Centro-Oeste (6%). Del total de establecimientos cooperados, 412,3 mil eran familiares, representando el 71% de esos. Los establecimientos pertenecientes a cooperativas fueron predominantes en el Sur. En las regiones Norte y Nordeste, la participación de establecimientos cooperados fue inferior al 10%. Más del 63% del total de establecimientos asociados a las cooperativas recibieron orientación técnica, un porcentaje superior al promedio nacional del 21%. Por un lado, existe una debilidad institucional en el Nordeste. Por otro, el Sur consiguió establecer una agricultura de pequeña escala bastante competitiva.

El exitoso papel de las inversiones en ciencia y tecnología, a través de la constitución de una red de innovación estratégica,²³ que incorporó a diferentes actores, tales como instituciones de investigación nacionales y estatales, organismos de asistencia técnica, instituciones de educación superior y el sector privado, fue decisivo para la generación del enorme excedente productivo en el sector agropecuario brasileño.

Los problemas de la agricultura resultan, en el período más reciente, del aumento de la producción. Estos problemas se resumen en tres bloques principales (Alves *et al.*, 2019). El primer problema es la gran concentración productiva,²⁴ que se ha producido debido a la tecnología (tabla 2). En 2017, el 9% más rico de los establecimientos agropecuarios fue responsable del 85% del valor bruto de la producción. En contraste, el 91% de los establecimientos más pobres representó solo el 15% de la producción. Al comparar los dos últimos censos, hubo una mejora en los ingresos netos de los establecimientos, pero se mantuvo la concentración de la producción en general. En relación con la extrema pobreza, en 2017, el 69% de los establecimientos representó solo el 4% de la producción, siendo que tres cuartas partes de ellos eran productores familiares, una gran parte concentradas principalmente en el Nordeste.

TABLA 2

Estratificación del ingreso por establecimientos y VBP – Brasil (2006 y 2017)

Grupos de ingresos	Estratos de ingresos (SME) ^{1, 2}	2006				2017			
		Establecimientos		VBP		Establecimientos		VBP	
		Mil	%	R\$ mil millones	%	Mil	%	R\$ mil millones	%
Extrema pobreza	(0, 2]	3.155,40	68	10,5	3,4	3.288,00	69,1	18,9	4
Bajo ingreso	(2, 10]	991,6	21,4	31	10,1	1031,6	21,7	52,3	11
Medio ingreso	(10, 200]	464,6	10	107,8	35,2	409,1	8,6	153,7	32,2
Alto ingreso	> 200	27,2	0,6	157	51,2	27,5	0,6	252,2	52,9
Brasil	Total	4.638,90	100	306,3	100	4.756,20	100	477,2	100

Fuente: Vieira Filho y Gasques (2020).

Notas: ¹ SME (salario mínimo de equivalencia) = VBP mensual/salario mínimo mensual.

² El salario mínimo a precios nominales en 2006 era de R\$ 300, mientras que en 2017 correspondía a R\$ 937.

³ Índice de corrección por el IPCA en el período de Dic/06 a Set/17 igual a 1,867725.

23. A modo de ejemplo del concepto de red de conocimiento centrada en la firma, definido por Dantas y Bell (2009).

24. Para acceder a estudios que contribuyeron a profundizar el debate sobre el tema de la concentración productiva, consulte Alves y Rocha (2010); Alves, Souza y Rocha (2012); Vieira Filho (2013); Alves y Souza (2015); y Vieira Filho y Fornazier (2016). La constatación de que la gran producción nacional se concentraba en una pequeña porción de la población también estimuló la creación de algunos libros, como Gasques, Vieira Filho y Navarro (2010); Navarro y Campos (2013), Buainain *et al.* (2014); Vieira Filho y Gasques (2016); Vieira Filho (2019); así como Vieira Filho y Gasques (2020) y Navarro (2020), estos dos últimos concentrados en los análisis en torno al Censo Agropecuario de 2017.

Con el objetivo de ganar tiempo para el ajuste del mercado urbano de trabajo, Alves y Rocha (2010) identificaron cuatro grupos de agricultores (extrema pobreza, baja, media y alta renta). Para el grupo de extrema pobreza, las políticas asistenciales serían más apropiadas. Para los grupos de ingresos bajos y medios, sería preferible una combinación de políticas macroeconómicas y microeconómicas con el objetivo de promover la movilidad social de los productores más pobres hacia clases de ingresos más altas. Finalmente, para mantener la producción de altos ingresos, serían suficientes las políticas macroeconómicas y la no reversión de los instrumentos de naturaleza amplia (crédito, seguros e inversiones en infraestructura).

El segundo problema se relaciona con la interiorización de la producción hacia la región central de Brasil, especialmente en el Cerrado, y los desafíos de infraestructura, logística y acceso a los mercados (mapa 1). La producción debe ser transportada hacia los mercados internos e internacionales. Es urgente mejorar los modos de transporte internos y la capacidad de almacenamiento productivo, así como mantener los mercados externos existentes y consolidar otros nuevos, como las economías asiáticas. Según la tabla 3, en 2017, el 59% de la producción de soya y maíz se producía en el arco Norte, mientras que la mayoría de las exportaciones (79%) se realizaban a través de los puertos del arco Sur. Las inversiones en infraestructura de los puertos del arco Norte, de las vías navegables, así como del ferrocarril Norte-Sur y el proyecto de *Ferrogrão*, buscan facilitar el transporte de la cosecha en el Centro-Oeste, en la región de Matopiba y en la región Norte de Brasil.

MAPA 1

Expansión de la frontera agrícola en Brasil a lo largo del tiempo



Fuente: Fishlow y Vieira Filho (2020).

TABLA 3

Producción y exportación de maíz y soya en las regiones norte y sur de Brasil (1997 y 2017)
(En %)

Regiones	Producción		Exportaciones	
	1997	2017	1997	2017
Norte	38	59	0	21
Sur	62	41	100	79
Total	100	100	100	100

Fuente: García y Vieira Filho (2021).

El tercer problema se refiere a las fallas en los mercados y cómo el gobierno puede estimular a los productores para minimizar las distorsiones productivas y financieras, vendiendo a un precio del producto final más alto y comprando insumos a precios más bajos. La capacidad de negociación de los agricultores debe ser incentivada mediante políticas, aún insuficientes, que fomenten el cooperativismo y mejoren los instrumentos de asistencia técnica, involucrando a diversos actores públicos y privados, en diferentes niveles gubernamentales (Alves y Silva, 2013; Alves y Souza, 2015; Peixoto, 2020).

En cuanto a la escala de producción y las distorsiones de precios, de 2006 a 2017, la escala productiva de los emprendimientos y el contenido tecnológico aumentaron. Tractores más potentes fueron capaces de producir en áreas cada vez más grandes. Cuanto mayor es la escala de producción, mayores son los precios de venta y menores los costos de producción, lo que aumenta la rentabilidad del productor. Sin embargo, no todos los agricultores pudieron acceder a los mercados a través de la escala de producción.

De acuerdo con Vieira Filho, Gasques y Ronsom (2020), se verificó que los niveles de educación en Brasil siguen siendo muy bajos en el campo, donde el 15,3% de los dirigentes nunca frecuentaron la escuela y el 63,3% tenía una baja educación. Además, los indicadores educativos empeoran a medida que disminuye el tamaño del establecimiento. Cuando los productores eran cooperativistas, la proporción de dirigentes que nunca asistió a la escuela se redujo a 2,8%.

El desafío de la política pública aquí en Brasil es encontrar acciones e instrumentos que sean capaces de incluir a estos pequeños productores en la agricultura moderna. Este problema ha desafiado a los gobiernos, no solo en Brasil, sino en todo el mundo, de manera que, si no se resuelve, la agricultura moderna tendrá una gran concentración de producción en pocas manos (Alves y Souza, 2014). Tras casi 60 años, es interesante dejar un mensaje simple y enfocado. Queda un problema por resolver, el de cómo incluir a esta multitud de agricultores que han sido dejados de lado por la modernización de la agricultura. No es algo trivial, tanto que ningún país

en el mundo ha resuelto esta cuestión de manera muy eficaz. En resumen, las políticas que estimulan el cooperativismo y las asociaciones locales contribuyen a mejorar la dinámica productiva de los establecimientos agropecuarios. Estas políticas, combinadas con acciones para mejorar el nivel educativo de los agricultores, permiten aumentar su capacidad para absorber nuevos conocimientos y la innovación tecnológica en el proceso productivo.

5 CONSIDERACIONES FINALES

La curiosidad, el espíritu observador, el pragmatismo, la afinidad por las matemáticas y el cuestionamiento de dogmas a través de la ciencia, combinados con una profunda religiosidad, son características personales y profesionales de Eliseu Alves destacadas a lo largo del texto. En conjunto, permiten comprender cómo se desarrolló su visión sobre la agricultura moderna y por cuáles caminos él y sus compañeros de trabajo decidieron fundar la Embrapa y fortalecerla con mano de obra altamente capacitada y unidades compatibles con las vocaciones agrícolas de cada región.

En el futuro, se observa que Brasil evoluciona hacia programas de transferencia de ingresos, como el programa *Bolsa Família*, el auxilio de emergencia, el Beneficio de Prestación Continuada (BPC), entre otros, con diversos objetivos. El primer objetivo es alimentar a una vasta población, que está en situación de vulnerabilidad y que no puede utilizar la tierra para producir lo suficiente para su sustento. El segundo objetivo es proporcionar un excedente de producción exportable que ayude a algunos agricultores a obtener ingresos y, al mismo tiempo, alimentar a una gran parte de la población brasileña y mundial.

Resolver este problema será el gran desafío a enfrentar. La profecía, como se mencionó anteriormente, es que Brasil se convertirá en una agricultura poco intensiva en trabajo. Profecía es una palabra muy fuerte, pero de origen religioso. Lo que se refiere es a una predicción, o una forma de ver el futuro con una agricultura próspera que exportará mucho y alimentará muy bien a la población brasileña, pero que no generará empleo. El mensaje que se puede extraer de esta predicción es que los economistas agrícolas deben incluir en su agenda de investigación la “pobreza rural”, algo que no ha ocurrido de manera suficiente. La reducción del empleo en áreas rurales se debe a que las familias de los trabajadores rurales creen que pueden ganar más en áreas urbanas, incluyendo los salarios y los beneficios indirectos.

Al preguntarse sobre ¿cómo el Ipea podría contribuir al fomento de la agricultura moderna? Respondió que el instituto puede llevar a cabo investigaciones, organizar y discutir bases de datos, brindar asesoría técnica y sugerir la formulación o recomendación de políticas públicas. En la agenda de investigación institucional

del Ipea, sería relevante fortalecer el área de agricultura para que pueda reunir o albergar a un grupo de técnicos e investigadores con cierta estabilidad para estudiar la agricultura, un segmento importante que, en una visión más amplia, representa aproximadamente un tercio del PIB brasileño, la mitad de las exportaciones y una quinta parte del empleo nacional. Esta área de estudio de la agricultura puede tener, entre sus funciones, brindar asesoramiento y evaluación de políticas públicas, así como estudiar y hacer seguimiento a la coyuntura sectorial.

Basado en esta experiencia, no cabe duda de que el área de economía agrícola contribuirá al Ipea en el cumplimiento de su misión. La agricultura brasileña enfrenta muchos desafíos. Hay dificultades en el comercio internacional, ya que exportar el excedente es fundamental. Este punto fue creado por el propio éxito de la agricultura. El crecimiento exitoso produjo un excedente, y su exportación en un mundo altamente competitivo se ha convertido en un gran desafío para toda la sociedad, obviamente algo que el instituto debe estudiar. Debe haber una línea de investigación basada en estos temas. Nadie puede exportar sin tecnología. Son las innovaciones tecnológicas las que abren mercados, incluso brindando asistencia técnica a países pobres del África. Por lo tanto, en este nuevo arreglo institucional de investigación dentro del Ipea, se espera que los resultados de los estudios contribuyan a mejorar las políticas públicas esenciales para el desarrollo de la economía brasileña.

Además, como otra cuestión importante, sería crear una agenda de investigación que concilie el desafío de la innovación tecnológica con la calidad del medio ambiente. Este tipo de investigación está relacionado con un nuevo y complicado problema porque, en realidad, producir de manera sostenible es fundamental en la era moderna. Es necesario profundizar en la investigación que busque diagnosticar cómo maximizar la modernización de la agricultura, el progreso tecnológico, el aumento de la producción con el menor impacto ambiental posible, es decir, dirigir las estrategias productivas hacia una agricultura fundamentada en principios ecológicos sólidos.

REFERENCIAS

ACEMOGLU, D.; JOHNSON, S.; ROBINSON, J. A. **Institutions as a fundamental cause of long-run growth**. Cambridge, Estados Unidos: NBER, mayo 2004. (Working Paper, n. 10481).

ALVES, E. R. A. **An economic evaluation of the impact of an extension program, Minas Gerais, Brazil**. 1968. 137 p. Tesis (Maestría) – Purdue University, Lafayette, 1968.

ALVES, E. R. A. **An econometric study of the agricultural labor market in Brazil:** a test of subsistence and commercial family farm models. 1972. 185 p. Tesis (Doctorado) – Purdue University, Lafayette, 1972.

ALVES, E. R. A. Brazil's program for development of agricultural researchers. *In*: YEGANIAN TZ, L. **Brazilian Agriculture and Agricultural Research**. Brasília: Embrapa, 1984. p. 161-173.

ALVES, E. R. A. Prof. G. Edward Schuh, um amigo do Brasil. **Revista de Política Agrícola**, v. 16, n. 1, p. 113-114, enero-marzo 2007.

ALVES, E. R. A. Embrapa: a successful case of institutional innovation. **Revista de Política Agrícola**, n. 9, p. 64-72, jul. 2010.

ALVES, E. R. A. Embrapa: fortalecimento institucional e inovações tecnológicas necessárias para a agricultura no Cerrado. *In*: HOSONO, A.; ROCHA, C. M. C.; HONGO, Y. (Org.). **Desenvolvimento para agricultura sustentável: o Cerrado brasileiro**. Nueva York: Palgrave Macmillan, 2016. p. 151-169.

ALVES, E. R. A.; PASTORE, A. C. Import substitution and implicit taxation of agriculture in Brazil. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 60, n. 5, p. 865-871, dic. 1978.

ALVES, E. R. A.; ROCHA, D. P. Ganhar tempo é possível? *In*: GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. (Org.). **A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília: Ipea, 2010. p. 275-290.

ALVES, E. R. A.; SILVA, R. C. Qual é o problema de transferência tecnológica do Brasil e da Embrapa. *In*: ALVES, E. R. A.; SOUZA, G. S.; GOMES, E. G. (Org.). **Contribuição da Embrapa para o desenvolvimento da agricultura brasileira**. Brasília: Embrapa, 2013. p. 280-291.

ALVES, E. R. A.; SOUZA, G. da S. e. Desafios da agência de extensão rural. *In*: BUAINAIN, A. M. (Ed.). **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. Brasília: Embrapa, 2014. p. 925-941.

ALVES, E. R. A.; SOUZA, G. da S. e. Pequenos estabelecimentos também enriquecem? Pedras e tropeços. **Revista de Política Agrícola**, v. 24, n. 3, p. 7-21, jul.-sept. 2015.

ALVES, E. R. A.; SOUZA, G. da S. e.; BRANDÃO, A. S. P. Por que os preços da cesta básica caíram? **Revista de Política Agrícola**, v. 19, n. 2, p. 14-20, abr.-jun. 2010.

ALVES, E. R. A.; SOUZA, G. da S. e.; ROCHA, D. P. Lucratividade na agricultura. **Revista de Política Agrícola**, v. 21, n. 2, p. 45-63, abr.-jun. 2012.

ALVES, E. R. de A.; VIEIRA FILHO, J. E. R. O que se espera da irrigação no Nordeste? *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R. (Org.). **Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira**. Brasília: Ipea, 2019. p. 259-293.

ALVES, E. R. A. *et al.* Os três problemas da agricultura e suas soluções. **Revista de Política Agrícola**, v. 28, n. 3, p. 5-8, jul.-sept. 2019.

ARAÚJO, P. F. C. George Edeward Schuh: o professor-amigo que valorizou para sempre a agricultura brasileira. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 46, n. 3, p. 887-894, jul.-sept. 2008.

BARROS, G. S. C. **Produtividade e exportação**: as alavancas do crescimento do agronegócio brasileiro. Brasília: Embrapa, 2018. Disponível em: https://www.embrapa.br/olhares-para-2030/riscos-na-agricultura/-/asset_publisher/SNN1QE-9zUPS2/content/geraldo-barros?inheritRedirect=true.

BRAGA, M. J.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; FREITAS, C. O. de. Impactos da extensão rural na renda produtiva. *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R. (Org.). **Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira**. Brasília: Ipea, 2019. p. 137-160.

BRASIL. Lei nº 6.126, de 6 de novembro de 1974. Autoriza o Poder Executivo a instituir a Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (Embrater) e dá outras providências. **Diário Oficial**, 7 nov. 1974.

BUAINAIN, A. M. *et al.* (Ed.). **O mundo rural no Brasil do século 21**: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília: Embrapa, 2014.

CABRAL, J. I. **Sol da manhã**: memória da Embrapa. Brasília: UNESCO, 2005. 344 p.

CARDOSO, F. H.; FALETTO, E. **Dependencia y desarrollo en América Latina**: ensayo de interpretación sociológica. Lima: IEP, 1967.

COMPANHIA virtual: lançamento do livro A economia com rigor. São Paulo: Companhia das Letras, 2020. 1 vídeo (72 min). Publicado por canal Companhia das Letras. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Y298zv0gHSU>.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Série histórica das safras**. Brasília: Conab, 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>.

DANTAS, E.; BELL, M. Latecomer firms and the emergence and development of knowledge networks: the case of Petrobras in Brazil. **Research Policy**, v. 38, n. 5, p. 829-844, 2009.

DELFIN NETTO, A. **O problema do café no Brasil**. São Paulo: Editora Unesp, 2009. 288 p.

DIAS, G. L. S. Avaliação do serviço de extensão rural: considerações gerais sobre o impacto econômico da extensão rural. **Estudos Econômicos**, v. 4, n. 3, p. 7-52, 1974.

DUARTE, J. **Prosa com Eliseu**: entrevista a Jorge Duarte. Brasília: Embrapa, 2018. 155 p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sugestões para formulação de um sistema nacional de pesquisa agropecuária**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 122 p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Balanço social 2020**. Brasília: Embrapa, 2020. 88 p.

FERREIRA, Z. R.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Projetos públicos de irrigação: presença institucional, fruticultura e impactos produtivos. *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil**: cem anos de Censo Agropecuário. Brasília: Ipea, 2020. p. 229-242.

FGV – FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS. **Dicionário histórico-biográfico brasileiro pós-1930**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ed. FGV, 2001.

FISHLOW, A. Brazilian size distribution of income. **The American Economic Review**, v. 62, n. 1-2, p. 391-402, marzo 1972.

FISHLOW, A. O Grande debate da distribuição de renda: uma réplica mais completa. **Estudos Econômicos**, v. 4, n. 3, p. 155-170, 1974.

FISHLOW, A.; VIEIRA FILHO, J. E. R. (Ed.). **Agriculture and industry in Brazil**: innovation and competitiveness. Nueva York: Columbia Press, 2020. 244 p.

FRIEDMAN, M. **Capitalism and freedom**. Chicago: The University of Chicago Press, 1962. 201 p.

FURTADO, C. Características gerais da economia brasileira. **Revista Brasileira de Economia**, v. 4, n. 1, p. 7-38, 1950.

FURTADO, C. Formação de capital e desenvolvimento econômico. **Revista Brasileira de Economia**, v. 6, n. 3, p. 7-45, 1951.

FURTADO, C.; MANESCHI, A. Um modelo simulado de desenvolvimento e estagnação na América Latina. **Revista Brasileira de Economia**, v. 22, n. 2, p. 5-32, 1968.

GARCIA, J. R.; VIEIRA FILHO, J. E. R. A nova geografia da agropecuária brasileira e os desafios logísticos. **Confins**, n. 50, p. 1-14, 2021.

GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. (Org.). **A agricultura brasileira**: desempenho, desafios e perspectivas. Brasília: Ipea, 2010.

GASQUES, J. G. *et al.* Total fator productivity in Brazilian agriculture. *In*: FUGLIE, K. O.; WANG, S. L.; BALL, V. E. (Org.). **Productivity growth in agriculture: an international perspective**. Oxfordshire: CAB International, 2012. p. 145-162.

GOLDFAJN, I.; DANTAS, F. (Org.). **A economia com rigor**: homenagem a Affonso Celso Pastore. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2020. 155 p.

HAYAMI, Y.; RUTTAN, V. W. **Agricultural development**: an international perspective. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1985.

HAYEK, F. A. von. Capital and industrial fluctuations. **Econometrica**, v. 2, n. 2, p. 152-167, abr. 1934.

HAYEK, F. A. von. Investment that raises the demand for capital. **The Review of Economic Statistics**, v. 19, n. 4, p. 174-177, nov. 1937.

HAYEK, F. A. von. **Economic freedom and representative government**. London: Wincott Foundation, 1973. (Occasional Paper, n. 39).

HOSONO, A.; HONGO, Y. Inovações tecnológicas que tornaram possível a agricultura no Cerrado. *In*: HOSONO, A.; ROCHA, C. M. C.; HONGO, Y. (Org.). **Desenvolvimento para agricultura sustentável**: o Cerrado brasileiro. Nueva York: Palgrave Macmillan, 2016. p. 11-36.

LANGONI, C. G. Distribuição da renda e desenvolvimento econômico do Brasil. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 2, n. 5, p. 5-88, oct. 1972.

LEWIS, W. A. Economic development with unlimited supplies of labour. **The Manchester School**, v. 22, n. 2, p. 139-191, mayo 1954.

LISBOA, M. A estranha economia da USP, uma historiadora fora do lugar, um estatístico que admirava Marshall e Antônio Delfim Netto. *In*: GOLDFAJN, I.; DANTAS, F. **A economia com rigor**: homenagem a Affonso Celso Pastore. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2020. p. 13-24.

LUNDVALL, B. (Ed.). **National systems of innovation**: towards a theory of innovation and interactive learning. London: Pinter Publishers, 1992. 342 p.

MIRANDA, E. E. Agricultura lidera a preservação ambiental. **Plant Project**, n. 10, p. 1, p. 42-43, 2018.

NAVARRO, Z. (Org.). **A economia agropecuária do Brasil**: a grande transformação. São Paulo: Baraúna, 2020. 224 p.

NAVARRO, Z.; CAMPOS, S. K. A. (Org.). **Pequena produção rural e as tendências do desenvolvimento agrário brasileiro**: ganhar tempo é possível? Brasília: CGEE, 2013. 264 p.

NELSON, R.; WINTER, S. (Ed.). **An evolutionary theory of economic change**. Massachusetts: Harvard University Press, 1982.

NORTH, D. C. **Transaction costs, institutions, and economic performance**. San Francisco: ICS Press, 1992. (Occasional Paper, n. 30).

O PAI da moderna agricultura. Brasília: Ipea, 2021. 1 vídeo (39 min). Publicado pelo canal Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=KiAb_hM-JkI.

OLINGER, G. **Aspectos históricos da extensão rural no Brasil e em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, marzo 2020. (Epagri Documentos, 306).

PAIVA, R. M. Modernização e dualismo tecnológico na agricultura. **Pesquisa e Planejamento**, v. 1, n. 2, p. 171-234, dic. 1971.

PASTORE, A. C. A oferta de produtos agrícolas no Brasil. **Estudos Econômicos**, v. 1, n. 3, p. 35-69, 1971.

PASTORE, A. C. **A resposta da produção agrícola aos preços no Brasil**. São Paulo: [s. n.], 1973. 173 p.

PASTORE, A. C. (Org.). **Erros do passado, soluções para o futuro: a herança das políticas econômicas brasileiras do século XX**. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2021. 343 p.

PASTORE, A. C.; BARROS, J. R. M. Absorção de mão de obra e os efeitos distributivos do progresso tecnológico na agricultura. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 3, p. 263-293, jul.-sept. 1976.

PASTORE, J.; DIAS, G. L. da S.; CASTRO, M. C. de. Condicionantes da produtividade da pesquisa agrícola no Brasil. **Estudos Econômicos**, v. 6, n. 3, p. 147-182, 1976.

PEIXOTO, M. **A extensão privada e a privatização da extensão: uma análise da indústria de defensivos agrícolas**. 2009. 331 p. Tesis (Doctorado) – Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

PEIXOTO, M. Assistência técnica e extensão rural: grandes deficiências ainda persistem. In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: cem anos de Censo Agropecuário**. Brasília: Ipea, 2020. p. 323-338.

PREBISCH, R. **Theoretical and practical problems of economic growth**. Santiago, Chile: CEPAL, 1952.

RAMOS, E. B. T.; VIEIRA FILHO, J. E. R. O efeito do cooperativismo “agropecuário” e “de crédito” no desenvolvimento regional da agricultura familiar no Brasil. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, 59., 2021, Brasília. **Anales...** Brasília: Sober, 2021.

RUTTAN, V. W. (Ed.). **Technology, growth, and development: an induced innovation perspective**. Nueva York: Oxford University Press, 2001. 656 p.

SCHUH, G. E.; ALVES, E. R. A. (Ed.). **The agricultural development of Brazil**. Nueva York: Frederick A. Praeger, 1970.

SCHULTZ, T. W. **The economic organization of agriculture**. Nueva York: McGraw-Hill Book Compan, 1953. 374 p.

STIGLER, G. J. A generalization of the theory of imperfect competition. **Journal of Farm Economics**, v. 19, n. 3, p. 707-717, agosto 1937.

STIGLER, G. J. The economics of information. **Journal of Political Economy**, v. 69, n. 3, p. 213-225, jun. 1961.

STIGLER, G. J. Information in the labor market. **Journal of Political Economy**, v. 70, n. 5, p. 94-105, oct. 1962.

TAVARES, M. C. **El proceso de sustitución de importaciones como modelo de desarrollo reciente en América Latina**. Santiago, Chile: CEPAL, 1964.

UFV – UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **90 anos UFFV: uma viagem pela história da instituição**. Viçosa: UFFV, 2016. 56 p.

VIEIRA FILHO, J. E. R. Heterogeneidad estructural de la agricultura familiar en el Brasil. **Revista CEPAL**, v. 111, p. 103-121, 2013.

VIEIRA FILHO, J. E. R. (Org.). **Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira**. Brasília: Ipea, 2019. 368 p.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; FORNAZIER, A. Productividad agropecuaria: reducción de la brecha productiva entre el Brasil y los Estados Unidos de América. **Revista CEPAL**, v. 118, p. 215-233, abr. 2016.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília: Ipea, 2016. 391 p.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: cem anos de Censo Agropecuário**. Brasília: Ipea, 2020. 410 p.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G.; RONSOM, S. Inovação e expansão agropecuária brasileira. *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: cem anos de Censo Agropecuário**. Brasília: Ipea, 2020. p. 121-134.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; SILVEIRA, J. M. F. J. Competências organizacionais, trajetória tecnológica e aprendizado local na agricultura: o paradoxo de Prebisch. **Revista Economia e Sociedade**, v. 25, n. 3, p. 599-629, dic. 2016.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

ALVES, E. R. A.; SOUZA, G. S.; MARRA, R. Papel da Embrapa no desenvolvimento do agronegócio. *In*: TEIXEIRA, E. C.; PROTIL, R. M.; LIMA, A. L. R. (Org.). **A contribuição da ciência e da tecnologia para o desenvolvimento do agronegócio**. Viçosa: UFV, 2013. p. 125-171.

ALVES, E. R. de A.; YEGANIANITZ, L. Making effective use of international personnel. *In*: INCREASING THE PRODUCTIVITY AND IMPACT OF AGRICULTURAL RESEARCH, 1983, Yogyakarta. **Anales...** Yogyakarta: Gadjah Mada University, 1983.

BARROS, G. S. de C. Política agrícola no Brasil: subsídios e investimentos. *In*: GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. (Org.). **A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília: Ipea, 2010. p. 237-258.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Ipea: 40 anos apontando caminhos** – Edição especial com resenhas por áreas temáticas e cd-rom. Brasília: Ipea, 2003. (Texto para Discussão, n. 1000).

PASTORE, J. (Org.). **Agricultura e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Apec-Abcar, 1973. 250 p.

PASTORE, J. Alguns princípios para a modernização tecnológica no Brasil. **Revista de Administração de Empresas**, v. 14, n. 3, p. 67-71, 1974.

PASTORE, J. Brazilian agricultural research: export *vs* nutrition. **Food Policy**, v. 2, n. 3, p. 217-227, agosto 1977.

PASTORE, J. Agricultura de subsistência e opções tecnológicas. **Estudos Econômicos**, v. 7, n. 3, p. 9-18, 1977.

PASTORE, J.; ALVES, E. R. A. Reforming the Brazilian agricultural research system. *In*: ARNDT, T. M.; DALRYMPLE, D. G.; RUTTAN, V. W. (Ed.). **Resource allocation and productivity in national and international agricultural research**. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1977. p. 394-403.

RANIS, G. **Science, technology and development: a retrospective view**. New Haven: Yale University, oct. 1977. (Center Discussion Paper, n. 268).

SAHAL, D. (Ed.). **Patterns of technological innovation**. Nueva York: Addison-Wesley, 1981. 377 p.

SRINIVAS, S.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Farms *versus* firms in economic development**: the assumptions and consequences of learning dynamics in agriculture and manufacturing. Brasília: Ipea, oct. 2015. (Discussion Paper, n. 207).

VIEIRA FILHO, J. E. R.; CAMPOS, A. C.; FERREIRA, C. M. C. Abordagem alternativa do crescimento agrícola: um modelo de dinâmica evolucionária. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 4, n. 2, p. 425-476, jul.-dic. 2005.

CRECIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

Pedro Gabriel Eduard V. M. Meiners¹

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho²

1 INTRODUCCIÓN

El crecimiento económico puede explicarse mediante el cambio tecnológico. Los agentes productivos pueden incorporar nuevas tecnologías o conocimientos que permiten la producción de bienes a un costo más bajo utilizando dos estrategias competitivas: la innovación y la imitación. De acuerdo con Nelson y Winter (1982), Dosi (1984) y Ruttan (2001), cualquier método de competencia implica gastos en investigación y desarrollo.

Brasil se ha convertido en un ejemplo de innovación institucional inducida con la creación de un exitoso sistema nacional de investigación desarrollado por la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa, por sus siglas en portugués) desde la década de 1970 (Alves, 2010). El modelo institucional brasileño ha sido capaz de generar innovaciones y técnicas de producción aplicables al entorno tropical. La adopción tecnológica llevó al crecimiento de la productividad, que aumentó los ingresos de los productores y, al mismo tiempo, redujo los costos de producción (Vieira Filho, Campos y Ferreira, 2005; Vieira Filho y Silveira, 2016; Fishlow y Vieira Filho, 2020).

Según Alves (1984) y Pastore (2021), el aumento de la producción ha estado vinculado al desarrollo de políticas públicas que promueven la inversión del gobierno y del sector privado en ciencia y capital humano. En el caso de Brasil, la tecnología explicó la mayor parte del crecimiento del Valor Bruto de la Producción – VBP (Vieira Filho, Gasques y Ronsom, 2020). Según Gasques *et al.* (2012), el país se destacó por su potencial de crecimiento de la productividad, de modo que, a partir del año 2000, la Productividad Total de los Factores (PTF) nacional creció a una tasa anual del 3,2%, mientras que el promedio mundial se mantuvo en alrededor del 1,7%.

1. Investigador del Centro de Estudios de Economía Agrícola (ne²agro) en la Dirección de Estudios y Políticas Regionales, Urbanas y Ambientales del Instituto de Investigación Económica Aplicada (Dirur/Ipea). *E-mail:* pg.meiners@gmail.com.

2. Investigador del Ipea; profesor del Programa de Posgrado en Políticas Públicas del Ipea; y columnista de economía del canal Agromais TV. *E-mail:* jose.vieira@ipea.gov.br.

En este sentido, esta investigación analiza la trayectoria de crecimiento de la agricultura brasileña mediante el estudio de la productividad. El objetivo es comparar las ganancias en la productividad con el tamaño de las áreas de producción. Se entiende que la competencia entre los agentes ocurre tanto a través de la innovación tecnológica como del aumento de la escala de producción, por otro. De esta manera, el tamaño de la propiedad se considera una *proxy* de la escala de producción del individuo.

Se emplea el método econométrico de fronteras estocásticas para investigar el crecimiento de la PTF y evaluar la movilidad productiva según diferentes tamaños de propiedades. Con datos de los Censos Agropecuarios de 2006 y 2017, se estiman los crecimientos del Progreso Técnico (PT) y de la Eficiencia Técnica (ET). ¿Existen diferencias en los aumentos de productividad según el tamaño de la propiedad? La hipótesis plantea que los avances tecnológicos están presentes en todos los tamaños de propiedades, aunque se concentran en los productores de mayor tamaño, lo que incrementa la heterogeneidad productiva. Asimismo, el aumento en la ineficiencia indica que las fincas de menor tamaño tienen una menor capacidad para absorber la tecnología (Cohen y Levinthal, 1989).

Para lograrlo, este trabajo se estructura en cuatro secciones, además de esta breve introducción. La segunda sección expone el método de análisis. La tercera sección describe la construcción de las variables. La cuarta sección presenta el análisis descriptivo y la evaluación de los resultados. Finalmente, se presentan las observaciones finales.

2 MÉTODOS DE ANÁLISIS

El método de frontera estocástica, desarrollado por Aigner, Lovell y Schmidt (1977) y Meeusen y Broeck (1977), permite agregar a la función de producción tradicional un término que mide la ineficiencia de las empresas en relación con la máxima productividad plausible que se puede obtener dada la dotación de insumos. En otras palabras, la firma i en el período t , a partir de la función de producción, en la ecuación (1), utiliza una cesta de insumos X_{it} en una tecnología $f(\cdot)$ para obtener un producto Q_{it} . Esta tecnología puede cambiar con el tiempo t , lo que llamamos PT, y experimenta variaciones aleatorias de ε_{it} .

$$Q_{it} = f(\beta) \exp(\varepsilon_{it}) \quad (1)$$

$$\varepsilon_{it} = v_{it} - u_{it} \quad (2)$$

Específicamente, el residuo de la estimación econométrica se divide en dos partes, como se muestra en la ecuación (2). La primera de ellas, v_{it} , representa errores aleatorios que provienen de errores de medición, aproximaciones, omisiones de variables relevantes y otras variaciones resultantes de la elección de la forma

funcional. El término u_{it} es una variable aleatoria no negativa con una distribución *half-normal* que representa la distancia de las firmas con respecto a la producción eficiente, es decir, el nivel esperado de producción en función de la tecnología disponible y los insumos asignados ($E[f(\beta)\exp(v_{it})]$).

Según Coelli *et al.* (2005), la proporción entre la producción obtenida por las firmas y la producción esperada si la firma fuera completamente eficiente es la Eficiencia Técnica (ET) de la firma. En términos matemáticos:

$$ET_{it} = \frac{Q_{it}}{E[f(\beta)\exp(v_{it})]} = \frac{f(\beta)\exp(v_{it}-u_{it})}{f(\beta)\exp(v_{it})} = \exp(-u_{it}) \quad (3)$$

Con el fin de permitir que la eficiencia de las firmas varíe con el tiempo, Battese y Coelli (1992) proponen una nueva forma para el término de ineficiencia dado a continuación:

$$u_{it} = u_i \cdot e^{-\eta(t-T)} \quad (4)$$

En la ecuación (4), u_i es la ineficiencia en el período final T . A partir de las ecuaciones (3) y (4), podemos calcular el crecimiento de la eficiencia técnica (CTE) en el tiempo, esto es:

$$CET_i = -\frac{\Delta u_{it}}{\Delta t} = -(u_{i(t+\Delta t)} - u_{it}) = \ln \ln \left(\frac{\exp(-u_{i2})}{\exp(-u_{i1})} \right) = \ln \ln \left(\frac{ET_{i(t+\Delta t)}}{ET_{it}} \right) \quad (5)$$

Como ya fue explicado, la tecnología de producción $f(\cdot)$ puede variar en el tiempo, independientemente de variaciones aleatorias y cambios en la eficiencia de las firmas. Para calcular esta variación, denominada progreso técnico (PT) entre dos períodos, se utiliza la siguiente fórmula:

$$PT = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial \ln \ln f(\beta)}{\partial t} + \frac{\partial \ln \ln f(\beta)}{\partial t} \right) \quad (6)$$

El valor de PT_t indica el desplazamiento de la frontera de producción que todas las firmas pueden alcanzar, mientras que el valor de ET_{it} indica la posición de la firma i en relación con la frontera de producción en el tiempo t . Esta relación relativa a la interpretación de CET_i no es tan directa, por ejemplo, una firma que utilice la misma cesta de insumos para producir la misma cantidad de productos en dos períodos experimentará una pérdida de eficiencia en caso de que haya un PT positivo. Esto sucede porque, debido a la nueva tecnología disponible, se espera que la firma produzca más con la misma cantidad de insumos. Se puede concluir que la empresa no ha absorbido los avances tecnológicos de la frontera en este caso. Los casos posibles, asumiendo un progreso técnico positivo, son los siguientes:

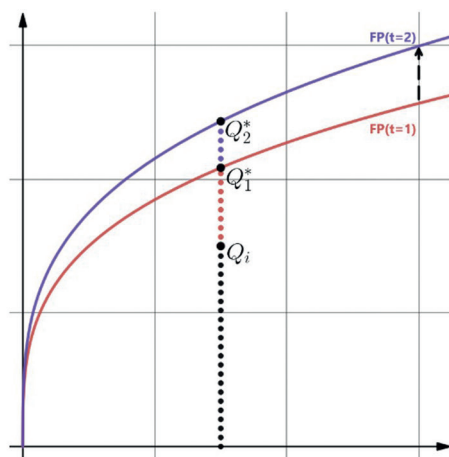
- $PT > 0$ y $CET_i = 0$ – la tecnología avanza con total absorción por parte de la firma;
- $PT > 0$ y $CET_i < 0$ – la tecnología avanza con una absorción incompleta por parte de la firma;

- $PT > 0$ y $CET_i > 0$ – la tecnología avanza con una absorción total por parte de la empresa y otras ganancias de eficiencia.

En gráfico 1 se presenta una situación en la que la curva de producción eficiente se eleva, pasando de $t = 1$ a $t = 2$, debido a un crecimiento en la frontera de producción (FP) – curva roja, $FP(t = 1)$ en dirección a la curva morada $FP(t = 2)$. Se supone que, incluso con el crecimiento de la frontera de producción, Q_i se mantenga constante en ambos períodos. Como resultado, la producción óptima Q_1^* se ha incrementado para Q_2^* . Es importante observar que cada Eficiencia Técnica (ET) se mide en función de su curva de producción. A partir de la ecuación (5), se hace evidente que existe una pérdida de eficiencia técnica por parte del productor i , ya que fue incapaz de absorber las nuevas tecnologías al punto de reposicionarse al nuevo estándar de producción.

GRÁFICO 1

Crecimiento de la PTF y pérdida de la eficiencia técnica



Elaboración de los autores.

Debido a la gran cantidad de firmas analizadas, no es práctico observar individualmente la eficiencia de cada una. Por tanto, se utiliza el promedio del crecimiento de la eficiencia técnica, $\overline{CET}_t$, para los posteriores análisis.

En esta perspectiva, es importante destacar que este nuevo índice sugiere el movimiento promedio de las firmas en respuesta a la expansión de la frontera (PT_t), que, a su vez, es llevada a cabo por las firmas más eficientes. Al sumar ambos efectos ($PT_t + \overline{CET}_t$), se obtiene el crecimiento promedio de la Productividad Total de los Factores (PTF) en el sector estudiado. La PTF se puede definir como la relación entre la producción y los insumos utilizados en el proceso productivo (Q/X).

En otras palabras, si el progreso técnico es nulo ($PT = 0$) y se mantiene constante la combinación de insumos ($\bar{X}$), todo el crecimiento de la eficiencia técnica reflejará el crecimiento de la PTF. Sin embargo, con un progreso técnico positivo, manteniendo constante la combinación de insumos, el crecimiento de la PTF se da por la combinación del crecimiento del progreso técnico y el crecimiento de la eficiencia técnica, de manera conjunta.

2.1 Forma funcional

La elección de la forma funcional $f(\beta)$ es el resultado de algunas suposiciones sobre cómo los insumos se sustituyen/complementan o cómo la tecnología afecta la productividad. En los estudios sobre la Productividad Total de los Factores (PTF) en la agricultura, es común el uso de las siguientes formas funcionales: la forma funcional logarítmica transcendente (*translog*) o la forma funcional *Cobb-Douglas*. La primera forma se considera más compleja, ya que permite estimar la elasticidad de cada factor, la elasticidad cruzada de los factores productivos y el agotamiento de cada factor en su término cuadrático.

La función *Cobb-Douglas* es un caso en el que no existen interacciones entre factores, y la tecnología es *Hicks-neutral*, afectando solo a la función como un todo. La función de producción *Cobb-Douglas* sería una aproximación de la función *translog* cuando la elasticidad de sustitución de los factores productivos tiende a una constante unitaria.

A pesar de que la forma *translog* es la más utilizada en estudios de productividad, no sería adecuada para análisis con un pequeño número de puntos en el tiempo, como lo demuestran Rada y Buccola (2012) y Lázari y Magalhães (2019). En este estudio, solo se consideran dos períodos, a saber, 2006 y 2017, por lo tanto, se eligió la forma *Cobb-Douglas*. La ecuación (7) define la forma funcional:

$$f(x_{it}, t|\beta) = A(t) \prod_k X_{kit}^{\beta_k} \quad (7)$$

$$A(t) = A_0 e^{\theta t}$$

En la ecuación (7), $A(t)$ es la tecnología Hicks-neutral en el tiempo t ; X_{kit} es la cantidad del insumo k utilizada por la firma i en el tiempo t ; β_k determina el producto marginal de x_k ; y θ determina el progreso técnico.

Sustituyendo (7) y (4) en (1), se obtiene la función de producción *Cobb-Douglas* con progreso técnico Hicks-neutral e ineficiencia técnica variable en el tiempo:

$$Q_{it} = A_0 e^{\theta t} \cdot \prod_k X_{kit}^{\beta_k} \cdot e^{v_{it} - u_i \cdot \exp(-\eta(t-T))} \quad (8)$$

Para permitir la estimación de (8) mediante regresiones lineales, se aplica una transformación logarítmica. Así, el modelo a estimar viene dado por:

$$q_{it} = \alpha + \theta t + \sum_k \beta_k x_{kit} + v_{it} - u_i e^{-\eta(t-T)} \quad (9)$$

En la ecuación (9), las variables en minúscula (q, α, x) son los logaritmos naturales de las variables en mayúscula (Q, A, X) en la ecuación (8).

3 CONSTRUCCIÓN DE LAS VARIABLES

Es importante destacar que el modelo presentado anteriormente no se estima a partir de microdatos a nivel de predios, sino mediante valores agregados por microrregiones. Esto se debe a la restricción aplicada por el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE por sus siglas en portugués) en la oferta de datos del censo agropecuario, con el fin de evitar la identificación de los propietarios agrícolas.

Las principales variables utilizadas en el modelo se obtuvieron de los Censos Agropecuarios de 2006 y 2017, considerando tres grupos de área total. Estos grupos son:

- (0,20] hectáreas: pequeños productores;
- (20,200] hectáreas: medianos productores; y
- (200,+∞) hectáreas: grandes productores.

Con fines comparativos, también se estimó el modelo agregado considerando a todos los productores. La agregación de los datos supone que la función de producción agrícola es homogénea dentro de cada grupo, una hipótesis cuestionada por Meiners y Torres (2022). Sin embargo, la heterogeneidad ya ha sido tratada como no limitante en otros estudios, como los de Helfand, Moreira y Figueiredo (2011) y Rada, Helfand y Magalhães (2018). Las variables utilizadas corresponden a las medias de cada grupo de área en cada microrregión, es decir, es el valor total de cada variable dividido por el número de productores. De este modo, se trabaja con el productor representativo de cada grupo de área en las diferentes microrregiones.

3.1 Producción

La variable dependiente de este análisis es el Valor Bruto de la Producción (VBP), expresado en miles de reales. Para deflactar los valores de 2017 a niveles de 2006, se utilizó un índice de cantidad de Tornqvist a nivel estatal, conforme lo presentado en Gasques, Vieira Filho y Navarro (2010). De este modo, se eliminan los efectos de los precios agrícolas sobre el valor total de producción, permitiendo las diferencias regionales de precios derivadas de los movimientos locales de oferta y demanda.

3.2 Tierra

Para la variable tierra, se utiliza el total de área cultivada (en hectáreas) de agricultura temporal y permanente. El área destinada a pastos se representa implícitamente por el número de animales equivalentes en bovinos, el cual forma parte de la construcción de la variable capital.

Para unificar la variable tierra en la función de producción, se necesita utilizar alguna técnica de indexación,³ ya que la simple adición de áreas implicaría la suposición de que los rendimientos serían iguales en todos los productos, es decir, que una hectárea de soya generaría la misma producción que una hectárea de *pequi* en todo Brasil.

Por lo tanto, se utiliza el método de beta-coeficientes como se demuestra en Wooldridge (2015) para generar pesos. Este método consiste en estimar una regresión de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) entre el VBP estandarizado (es decir, restado de su media y dividido por su desviación estándar) y las variables de tierra también estandarizadas.

De esta manera, $X^* = \frac{x - \bar{x}}{\sigma_x}$, entonces:

$$VBP^* = \left(\frac{\widehat{\sigma_{x1}}}{\widehat{\sigma_{vbp}}} \right) \widehat{\beta}_{x1} X_1^* + \left(\frac{\widehat{\sigma_{x2}}}{\widehat{\sigma_{vbp}}} \right) \widehat{\beta}_{x2} X_2^* + \frac{e_i}{\widehat{\sigma_{vbp}}} \quad (10)$$

Se verifica que $\tilde{\beta} = \left(\frac{\widehat{\sigma_x}}{\widehat{\sigma_{vbp}}} \right) \widehat{\beta}_x$ expresa el efecto de la variación de una desviación estándar de la variable x en términos de desviación estándar en el VBP. Después de calcular los beta-coeficientes, los valores se normalizan para representar los pesos, $w_{v1} = \frac{\widehat{\beta}_{v1}}{\widehat{\beta}_{v1} + \widehat{\beta}_v}$, de cada variable en la producción. Finalmente, se multiplican las variables por sus respectivos pesos para sumarlas y crear un índice de tierra. Este proceso se realizó por separado para cada grupo de área en cada una de las cinco macrorregiones brasileñas (*Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste y Sul*). En los casos en que algún beta-coeficiente fuera negativo, se utilizaron estimaciones para el modelo sin distinción de grupos de área.

3.3 Capital

Para componer el *stock* de capital fijo se consideraron dos tipos: el capital animal y el capital mecánico. Como señalan Hayami y Ruttan (1985), “los animales representan una forma de acumulación interna de capital”, es decir, la presencia de un animal implica la existencia de infraestructura para su mantenimiento, engorde, reproducción, sacrificio y recolección de sus derivados, como leche, huevos y

3. Para agregar las áreas según sus destinaciones finales, es común en la literatura, como se observó en Rada, Helfand y Magalhães (2019), utilizar el precio medio estatal de arrendamiento de tierras por su uso. Estos datos son proporcionados por la Fundação Getulio Vargas (FGV). No obstante, esta información no está disponible de manera abierta. Por lo tanto, se optó por construir los indexadores.

fertilizantes. Por lo tanto, se consideraron cuatro categorías de animales: bovinos, porcinos, aves de corral y caprinos. Además, para agregar las cantidades de cada especie, se utilizaron proporciones de equivalente en bovinos utilizadas fueron 1, 1/5, 1/100 y 1/10, respectivamente (Hayami y Ruttan, 1985).

En el caso del capital mecánico, siguiendo a Bragagnolo, Spolador y Barros (2021), se utiliza el número de tractores como variable *proxy*. De manera análoga al caso de la tierra, se emplean los coeficientes beta de la ecuación (10) para agregar los dos tipos de capital en un índice de capital fijo.

3.4 Trabajo y controles

Para construir la variable trabajo, se considera el total de personas ocupadas en los establecimientos. Las variables de control corresponden a factores exógenos a la decisión de optimización de las firmas, aunque influyen en el nivel de producción final. Para obtener estimaciones menos sesgadas, se trabajó con dos variables climáticas en los años de los censos: el total de precipitación en la microrregión y la temperatura media en la microrregión. Estos datos se extrajeron de Camarillo-Naranjo *et al.* (2019).

3.5 Valores faltantes y omisiones

Como política de seguridad, el IBGE omite observaciones en las que hubo menos de tres encuestados. Esta limitación ha sido informada en otros estudios de funciones de producción con datos de censos. Sin embargo, el problema se agrava debido al uso de datos desglosados en estratos de áreas. Para minimizar la cantidad de datos faltantes (*missings*), se optó por utilizar estadísticas a nivel microrregional.⁴

Para las observaciones omitidas, incluso en la agregación por microrregiones, se utilizan técnicas de imputación similares a las de Helfand, Magalhães e Rada (2015). Primero, se calcula el valor faltante de la variable en la microrregión. Luego, se asigna este valor entre las observaciones omitidas, de acuerdo con pesos proporcionales a la participación de cada grupo de área en los estados. Por ejemplo, si un municipio tiene R\$ 2.000 de producción asignados a dieciocho grupos diferentes de área total informados por los censos, pero cinco observaciones están omitidas, y la suma del resto es de R\$ 1700. Entonces, los R\$ 300 faltantes se asignan proporcionalmente a la participación de los grupos de áreas totales en el estado.

4. Adicionalmente, algunas variables más precisas para medir los insumos fueron reemplazadas por *proxies* más simples para evitar *missings*, como en el caso del capital fijo, que puede estimarse de manera más precisa según lo propuesto por Rada, Helfand y Magalhães (2019) y Meiners y Torres (2022).

4 RESULTADOS

4.1 Estadísticas descriptivas

En la tabla 1 se presentan las estadísticas descriptivas de las variables estudiadas, por año y por estratos de área. Se observa que, entre 2006 y 2017, el productor representativo brasileño incrementó su producción en 21,2 mil reales.⁵ Este aumento se debe al gran crecimiento de los mayores productores (50,3%) y, posteriormente, a los medianos, que experimentaron un aumento del 15,5% en su producción. Por otro lado, los productores de menor tamaño experimentaron una disminución del 6,1% en su producción media durante el mismo período.

TABLA 1
Estadísticas de las principales variables (2006 y 2007)

Estratos de área	Variable	2006				2017				Variación (%)
		Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	
Brasil	VBP (R\$ 1 mil)	62,9	101,5	3	934,1	84,1	144,5	0,2	1455,1	33,60
	Tierra (hectáreas)	14,4	38,9	0,5	488	18,4	48,5	0,3	583,6	27,90
	Capital	8,2	9,4	0,4	83,9	10,3	9,2	0,4	88,5	25,80
	Trabajo (personas)	4,3	1,5	2,5	19,7	3,5	1,2	2	15,8	-17,90
(0, 20] hectáreas	VBP (R\$ 1 mil)	16,4	17,8	1,8	181,5	15,3	19,3	0,1	215	-6,10
	Tierra (hectáreas)	1,1	0,8	0,1	3,9	0,9	0,6	0,1	3,4	-16,70
	Capital	2,8	4,3	0,1	44,2	5,1	5,3	0,1	44,9	82,60
	Trabajo (personas)	3,4	0,8	2	10,3	2,8	0,6	1,9	10,4	-17,80
(20, 200] hectáreas	VBP (R\$ 1 mil)	54,6	68,2	4,2	818,9	63,1	89,3	0,4	1011,5	15,60
	Tierra (hectáreas)	7,6	7,3	0,5	42,4	6,5	7,7	0,3	46,6	-13,90
	Capital	11,7	10,5	0,4	86,7	16,2	12,3	0,9	98,1	37,60
	Trabajo (personas)	4,9	2,3	2,6	23,3	3,7	1,1	2	10,4	-25,20
(200, ...) hectáreas	VBP (R\$ 1 mil)	447,6	692,5	8,8	5769	672,9	1042	1,8	10873,5	50,30
	Tierra (hectáreas)	126,7	192,4	1,9	1727,5	151,1	228,5	1,5	2025,6	19,20
	Capital	24,8	21,8	1	189	23,6	19,8	2,4	221,7	-4,60
	Trabajo (personas)	17,9	17,3	3,2	142	12,5	12,1	3	143,8	-30,00

Fuente: IBGE (2006; 2017).

Elaboración de los autores.

Nota: Las variables monetarias están en reales corrientes de 2006.

La cantidad de tierra utilizada en la agricultura aumentó, en promedio, 4 hectáreas⁶ entre los períodos. Sin embargo, este aumento se concentró en los productores de mayor tamaño, quienes experimentaron la mayor variación porcentual en el período, con un 19,2%. Los productores pequeños y medianos redujeron, en promedio, el uso de la tierra en un 17% y 14%, respectivamente. El aumento promedio en la producción, a pesar de la reducción en el uso de tierra, revela que estos productores se volvieron más eficientes en el uso de este insumo en el período analizado.

5. En reales (R\$) corrientes de 2006 mediante el proceso de deflación descrito en la subsección 3.1.

6. Hectáreas aquí se refiere al índice de tierra productiva descrito en la subsección 3.2.

El empleo de capital por productor en Brasil aumentó, en promedio, un 25% entre ambos censos. La acumulación de capital fue más intensa entre los productores de menor y mediano tamaño, quienes incrementaron su capital en un 82% y 37,5%, respectivamente. Los productores más grandes experimentaron una disminución, en promedio, del 4,6% en el empleo de capital.

Finalmente, la fuerza laboral disminuyó en todos los grupos de área, con una reducción de 0,6, 1,2 y 5,4 trabajadores para los productores pequeños, medianos y grandes, respectivamente. Esto refleja la mayor modernización de la agricultura brasileña, evidenciada por el incremento en el uso del insumo capital.

4.2 Análisis econométrico

Se estimaron cuatro modelos: uno para Brasil y otro para cada grupo de área. La tabla 2 presenta el crecimiento de la PTF de cada modelo, desglosado en progreso técnico (PT) y crecimiento de la eficiencia técnica (CET). También se presentan las elasticidades de producción de cada insumo.

Se observa un crecimiento promedio anual del 2,2% en la agricultura brasileña durante el período analizado. Este crecimiento se explica en gran parte por el avance tecnológico en forma de progreso técnico (PT), alcanzando 5,3%. No obstante, se evidencia una pérdida de eficiencia técnica del 3,1% a nivel nacional, lo que indica dificultades en la absorción de tecnologías y nuevos conocimientos por parte de los productores.

TABLA 2

Elasticidades de producción y crecimiento promedio anual de la PTF, PT y CET

Estratos de área	PTF (%)	CET (%)	PT (%)	eTierra	eTrabajo	eCapital
Brasil	2,2	-3,1	5,3	0,503	0,81	0,3
				-0,02	-0,084	-0,023
(0, 20] Hectáreas	-1,7	-4,3	2,7	0,475	0,648	0,249
				-0,037	-0,119	-0,022
(20, 200] Hectáreas	3,5	-2,3	5,8	0,525	0,638	0,191
				-0,029	-0,073	-0,027
(200, ...) Hectáreas	5,1	-2,3	7,4	0,46	0,549	0,588
				-0,02	-0,038	-0,036

Elaboración de los autores.

Nota: Los crecimientos de la PTF, TEC y PT se obtienen de forma acumulada de 2006 a 2017 y luego se transforman en promedios anuales.

Respecto a la diferenciación por tamaño de la propiedad en términos de área, los productores de menor tamaño presentan un desempeño negativo, con

una disminución promedio anual del 1,7% en la productividad total de los factores. Esta disminución se explica por un menor progreso técnico y a una mayor caída en la eficiencia en comparación con los otros dos estratos de tamaño. En otras palabras, los pequeños productores innovaron poco durante los 11 años analizados. Además de la baja adopción de innovaciones, mostraron un deterioro en la eficiencia, lo cual podría señalar dificultades en la extensión agrícola y en la capacidad de absorción tecnológica entre 2006 y 2017.

Esto difiere de lo observado por Rada, Helfand y Magalhães (2019) en el período de 1985 a 2006, donde los pequeños productores experimentaron avances significativos en la PTF en comparación con los productores de tamaño mediano. Por tanto, el efecto de *catching-up* reportado en períodos anteriores ya no se mantiene, dificultando la movilidad productiva.

Los productores medianos crecieron un 3,5% anual en productividad, superior al promedio nacional, con mejor adopción tecnológica y menor pérdida de eficiencia técnica (-2,3% anual).

Los grandes productores tuvieron el mayor crecimiento de PTF, con un 5,1% anual en promedio. Este crecimiento se debió al mayor progreso técnico (7,4% anual), mientras que la pérdida de eficiencia técnica fue similar a la de los medianos.

Queda pendiente investigar en futuros cómo se comporta el crecimiento de la PTF en diferentes grupos de áreas a nivel estatal o regional, como lo hicieron Lázari y Magalhães (2019) para la región Sudeste en el período de 1985 a 2006. Esto permitirá evaluar de manera más efectiva la movilidad productiva, la cual presenta concentración geográfica en el país.

A partir de las elasticidades de los factores individuales, se encuentran relaciones que concuerdan con lo esperado en la teoría. Primero, la productividad del factor trabajo es mayor cuanto menor es la propiedad. Segundo, este patrón se invierte para el factor capital. Finalmente, las elasticidades del factor tierra son similares, aunque las propiedades medianas muestran un mayor beneficio marginal.

5 COMENTARIOS FINALES

El estudio presentado aquí se propuso analizar tres variables: el progreso técnico, la eficiencia técnica y la productividad. También se buscó evaluar en qué medida el tamaño de la propiedad, en términos de área, influiría en la dinámica de crecimiento de estas variables. Los resultados indican que el tamaño de la propiedad influye positivamente en la dinámica de crecimiento, favoreciendo a productores con mayor escala productiva.

Se observa que los productores de mayor tamaño han logrado desarrollar negocios más rentables y han absorbido tecnologías y conocimientos innovadores

con mayor eficacia. Por otro lado, los productores de menor tamaño, que dependen más de programas de asistencia y de instituciones estatales para su desarrollo, no han tenido tanto éxito.

Con el fin de profundizar en los análisis, es importante estudiar el comportamiento de la PTF en diferentes grupos de áreas a nivel regional, ya sea por estado o por macrorregiones. Desde la década de 2000, Brasil ha promovido una fuerte interiorización de la producción, con énfasis en el aumento de granos y ganadería en el Centro-Oeste y en la región denominada Matopiba, conformada por territorios de Maranhão, Tocantins, Piauí y Bahía.

Este capítulo, debido a las restricciones de datos, se centró en evaluar al productor representativo. Sin embargo, el acceso a microdatos del IBGE podría minimizar el problema de los recortes metodológicos, así como la pérdida de información relevante. La desagregación, en vez de basarse únicamente en el tamaño de la propiedad, podría realizarse en términos económicos, proporcionando indicadores más precisos sobre la evolución productiva. Para futuros estudios, con información individualizada, será posible estudiar de manera más efectiva la movilidad productiva entre los agentes, especialmente en lo que respecta a los estratos de ingresos.

REFERENCIAS

- AIGNER, D.; LOVELL, C. K.; SCHMIDT, P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. **Journal of Econometrics**, v. 6, n. 1, p. 21-37, 1977.
- ALVES, E. R. A. Brazil's program for development of agricultural researchers. **Brazilian Agriculture and Agricultural Research**, v. 9, n. 7, p. 161-173, 1984.
- ALVES, E. Embrapa: a successful case of institutional innovation. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 19, p. 65-73, jul. 2010.
- BATTESE, G. E.; COELLI, T. J. Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India. **Journal of Productivity Analysis**, v. 3, p. 153-169, 1992.
- BRAGAGNOLO, C.; SPOLADOR, H. F. S.; BARROS, G. S. de C. PTF agrícola: atualização segundo o censo de 2017. **Revista de Política Agrícola**, v. 30, n. 3, p. 107-122, 2021.
- CAMARILLO-NARANJO, J. M. *et al.* The global climate monitor system: from climate data-handling to knowledge dissemination. **International Journal of Digital Earth**, v. 12, n. 4, p. 394-414, 2019.

COELLI, T. J. *et al.* **An introduction to efficiency and productivity analysis**. 2. ed. Nueva York: Springer, 2005.

COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Innovation and learning: the two faces of R&D. **The Economic Journal**, v. 99, n. 397, p. 569-596, sept. 1989.

DOSI, G. **Technical change and industrial transformation**. Nueva York: St. Martin's Press, 1984. 338 p.

FISHLOW, A.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Agriculture and industry in Brazil**: innovation and competitiveness. Nueva York: Columbia University Press, 2020. 244 p.

GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. (Org.). **A agricultura brasileira**: desempenho, desafios e perspectivas. Brasília: Ipea, 2010.

GASQUES, J. G. *et al.* Total factor productivity in brazilian agriculture. *In*: FUGLIE, K. O.; WANG, S. L.; BALL, V. E. (Ed.). **Productivity growth in agriculture**: an international perspective. Oxfordshire: CAB International, 2012. p. 145-162.

HAYAMI, Y.; RUTTAN, V. W. (Org.). **Agricultural development**: an international perspective. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1985.

HELFAND, S. M.; MAGALHÃES, M. M.; RADA, N. E. **Brazil's agricultural total factor productivity growth by farm size**. Washington: IDB, sept. 2015. (Working Paper Series, n. 609).

HELFAND, S. M.; MOREIRA, A. R. B.; FIGUEIREDO, A. M. R. Explicando as diferenças de pobreza entre produtores agrícolas no Brasil: simulações contrafactuais com o censo agropecuário 1995-96. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 49, n. 2, p. 391-418, abr.-jun. 2011.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**. Río de Janeiro: IBGE, 2006.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**. Río de Janeiro: IBGE, 2017.

LÁZARI, N. C. de; MAGALHÃES, M. M. de. Crescimento da PTF segundo tamanho de estabelecimentos rurais na região Sudeste, de 1985 a 2006. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, n. 2, p. 198-214, 2019.

MEEUSEN, W.; BROECK, J. van den. Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. **International Economic Review**, v. 18, n. 2, p. 435-444, jun. 1977.

MEINERS, P. G.; TORRES, M. de O. Heterogeneity in agricultural factor productivity across and within farm size groups in Brazil. **Revista Brasileira de Economia**, v. 76, n. 1, p. 72-91, enero-marzo 2022.

NELSON, R.; WINTER, S. G. **An evolutionary theory of economic change**. Massachusetts: Harvard University Press, 1982.

PASTORE, A. C. **Erros do passado, soluções para o futuro**: a herança das políticas econômicas brasileiras do século XX. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2021. 343 p.

RADA, N.; BUCCOLA, S. T. Agricultural policy and productivity: evidence from brazilian censuses. **Agricultural Economics**, v. 43, n. 4, p. 355-367, 2012.

RADA, N.; HELFAND, S.; MAGALHÃES, M. Agricultural productivity growth in Brazil: large and small farms excel. **Food Policy**, v. 84, p. 176-185, 2019.

RUTTAN, V. W. (Org.). **Technology, growth, and development**: an induced innovation perspective. Nueva York: Oxford University Press, 2001. 656 p.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; CAMPOS, A. C.; FERREIRA, C. M. de C. Abordagem alternativa do crescimento agrícola: um modelo de dinâmica evolucionária. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 4, n. 2, p. 425-476, jul.-dic. 2005.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G.; RONSOM, S. Inovação e expansão agropecuária brasileira. In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil**: cem anos de Censo Agropecuário. Brasília: Ipea, 2020. p. 121-134.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; SILVEIRA, J. M. F. J. da. Competências organizacionais, trajetória tecnológica e aprendizado local na agricultura: o paradoxo de Prebisch. **Revista Economia e Sociedade**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 599-629, dic. 2016.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introductory econometrics**: a modern approach. Ohio: Cengage Learning, 2015.

CADENA PRODUCTIVA DE LA SOYA

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho¹

1 INTRODUCCIÓN

La producción de soya desempeña un papel fundamental en el desarrollo económico de Brasil. El cultivo de este grano ha posibilitado la consolidación de una compleja cadena productiva que abarca la producción primaria, la transformación industrial y la producción de proteínas animales. En todos los eslabones de la cadena, el país exporta considerablemente, pero también absorbe una gran parte para el consumo interno.

La ocupación del Cerrado, un bioma que abarca un área de 204 millones de hectáreas, casi el 24% del territorio nacional, se basó en la ciencia y la tecnología. Según Fishlow y Vieira Filho (2020), las investigaciones llevadas a cabo por la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa), en su Centro de Investigación Agrícola del Cerrado (CPAC), desempeñaron un papel decisivo en el desarrollo de nuevas tecnologías desde la década de 1970.

Para el desarrollo de la agricultura tropical, la cooperación internacional de la Embrapa fue clave en este proceso. Diversos organismos internacionales facilitaron una fuerte transferencia de conocimientos y tecnología. Contrario a la percepción común, el crecimiento del agronegocio brasileño se sustentó en la generación y adaptación de nuevos conocimientos aplicados a problemas locales, dependiendo en escasa medida de la revolución verde, que representó la intensificación de los insumos modernos en el mundo.

Entre las instituciones extranjeras que colaboraron en esta dinámica de cooperación técnico-científica destacan el apoyo estadounidense a través de su Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), los diversos acuerdos firmados con los franceses, como el Instituto Nacional de Investigación Agronómica (Inra), el Centro Internacional de Investigación Agronómica para el Desarrollo (Cirad) y el Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD), así como una estratégica asociación con los japoneses, a través de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (Jica).

1. Investigador del Instituto de Investigación Económica Aplicada (Ipea); profesor del Programa de Posgrado en Políticas Públicas del Ipea; y columnista de economía del canal Agromais TV. E-mail: jose.vieira@ipea.gov.br.

Según Hosono y Hongo (2016), la asociación nipo-brasileña consistió en crear programas de cooperación técnica y financiera para promover la actividad agrícola en el Cerrado. A diferencia de otras asociaciones, la cooperación internacional con Japón fue conjunta, involucrando la transferencia de recursos financieros, la movilidad de agentes de investigación en ambos países, así como la construcción de infraestructura de investigación y la definición de objetivos comunes.

En ese momento, Japón enfrentaba restricciones económicas para la importación de soya estadounidense y necesitaba crear alternativas para su adquisición. Brasil se mostró como un aliado estratégico. En 1977, se creó el Programa de Cooperación Nipo-Brasileña para el Desarrollo del Cerrado (Prodecerr), que se dividió en tres etapas: un programa piloto en Minas Gerais, que duró hasta 1985; un programa más amplio, que involucró a otros estados además de Minas Gerais, tales como Mato Grosso del Sur, Mato Grosso y Bahía, hasta 1992; y finalmente, un programa que incorporó regiones de Maranhão y Tocantins hasta el año 2001.

Si bien al inicio existían numerosas dudas sobre la viabilidad productiva en el Cerrado, finalmente se demostró que la producción era factible. La tropicalización de los cultivos y la corrección de la acidez del suelo fueron esenciales para el aumento productivo en este bioma. En 1970, la producción de soya era de apenas 1,9 millones de toneladas. En 1990, ya era diez veces mayor. En 2022, la cosecha de soya representó 154 millones de toneladas.

Como señalan Graziano, Gazzoni y Pedroso (2021), existen muchos mitos en relación con esta actividad productiva. Este texto busca detallar la importancia de la producción de soya en Brasil y la construcción de una compleja cadena de producción que genera mucha riqueza, empleo y desarrollo económico. En este estudio se presentan evidencias y datos sobre la realidad económica de esta cadena productiva. Para ello, el estudio se divide en cuatro secciones, incluida esta breve introducción. La segunda sección expone la metodología. La tercera detalla, a través de una amplia observación de datos, la cadena de producción de la soya en Brasil. Por último, se presentan las principales consideraciones y análisis.

2 METODOLOGÍA

Este trabajo se basa en una amplia recopilación de datos secundarios de diferentes bases estadísticas socioeconómicas. Se trata de un estudio exploratorio de información que muestra la importancia de la cadena de producción de la soya en la producción nacional. Se estudian tres bloques de datos: i) la cadena de producción de la soya y el valor agregado; ii) los indicadores regionales de producción y desarrollo humano; y iii) el comercio internacional del agronegocio brasileño y la seguridad alimentaria.

Se consultaron diversas instituciones que proporcionan información, como el USDA, el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE), la Compañía Nacional de Abastecimiento (Conab), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y las Naciones Unidas (ONU).

Para delimitar el estudio, se buscó evaluar el período que va desde la década de 1990 hasta el año 2022, ya que este período, según Fishlow y Vieira Filho (2020), abarcaría una segunda ola de crecimiento de la producción agropecuaria en Brasil. Es importante tener en cuenta que, durante este período, Brasil experimentó varias transformaciones.

El paso de la década de 1980 a la de 1990 representó una reorganización del Estado en la economía brasileña. A principios de los años 90, el país experimentaba un período de fuerte inflación. Para abordar este problema, en 1994 se implementó un plan de estabilización económica que priorizaba la liberalización económica y financiera, además de establecer un anclaje monetario y cambiario basado en una alta tasa de interés.

Posteriormente, el mundo enfrentó diversas crisis financieras, como la mexicana, la rusa y la asiática. En 2001, Estados Unidos fue atacado por primera vez en su territorio en los atentados del 11 de septiembre. Luego, China ingresó a la Organización Mundial del Comercio (OMC). El crecimiento de las economías emergentes aumentó el consumo de alimentos y presionó los precios de las materias primas. En 2008, se produjo la crisis financiera estadounidense. Finalmente, en la última década, Brasil experimentó una amplia crisis económica y política. En 2020, el mundo sufrió la pandemia y, en 2022, estalló la guerra entre Rusia y Ucrania, un conflicto que afectó al mercado global de producción de granos.

En resumen, para evaluar un período prolongado, es necesario considerar todas las transformaciones que han ocurrido. Los cambios institucionales ocurridos en las últimas tres décadas en Brasil fueron significativos. Es un hecho que el agronegocio brasileño ha experimentado una transformación significativa en este período. Brasil pasó a tener una economía con precios estabilizados, hubo una mejora en las políticas públicas de apoyo al sector agropecuario, así como una diversificación de la economía.

Según el Ipea (2018), en un informe que buscaba enumerar los desafíos de la nación, el diagnóstico más amplio del agronegocio mostraba que (figura 1) las inversiones en ciencia y tecnología generaron un enorme excedente productivo, que se destinaría tanto al mercado interno como al externo. Los desafíos estructurales, económicos y sociales para garantizar la sostenibilidad productiva estarían asociados con varios temas.

FIGURA 1

Diagnóstico de la producción agropecuaria en Brasil



Elaboración propia.

En el ámbito económico, se identifican la reestructuración del sistema nacional de innovación, la resolución de problemas de infraestructura logística (transporte, almacenamiento y distribución), la consolidación y el acceso a los mercados internacionales, así como el aumento de la eficiencia de las políticas agrícolas (crédito, seguro y extensión rural) y de las políticas de seguridad y estabilidad jurídica. En el ámbito social, es necesario combatir la pobreza rural y promover la diversificación de la riqueza. El análisis de los datos indica que estos desafíos tienden a minimizarse con el avance de la producción en la cadena de la soya en Brasil.

3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

3.1 Cadena productiva de la soya y su capacidad para generar alto valor agregado en la economía

Para diagnosticar la producción de la soya y su cadena, es necesario iniciar con el análisis del volumen producido en el país, como se observa en la tabla 1. En 1991, la producción de soya fue de 19,4 millones de toneladas, mientras que en 2022, la cosecha del grano alcanzó alrededor de 154,6 millones de toneladas. En el mismo período, de 1991 a 2022, la producción de granos en Brasil aumentó de 68,4 millones de toneladas a aproximadamente 319,8 millones de toneladas. La producción de soya se multiplicó aproximadamente por ocho en este período, mientras que la producción de granos creció alrededor de 4,7 veces. Por lo tanto, es evidente que el producto de la soya tiene características que lo destacan dentro de la producción nacional de granos.

TABLA 1
Indicadores relacionados con la producción de granos, soya y población en Brasil

Variables	1991	2000	2010	2022	Δ%
Soya (millones de toneladas)	19,4	38,4	75,3	154,6	696,9
Granos (millones de toneladas)	68,4	100,3	162,8	319,8	367,5
Soya/granos (%)	28,4	38,3	46,3	48,3	70,1
Rendimiento de soya (kilogramos por hectárea)	2.027	2.751	3.115	3.507	73
Área soya (millones de hectáreas)	9,6	14	24,2	44,1	359,4

Fuentes: Conab (2024) y IBGE (2022c).

Entre 1991 y 2022, la participación de la soya en la producción de granos aumentó del 28,4% a aproximadamente el 50% al final del período. En cuanto al rendimiento del cultivo de soya, expresado en peso por unidad de área, la productividad pasó de 2.027 kilogramos a 3.507 kilogramos por hectárea, una variación porcentual del 70,1%. La producción de soya también creció de manera más rápida que la expansión del área cultivada, que en 1991 era de 9,6 millones de hectáreas plantadas y llegó a 44,1 millones de hectáreas en 2022.

La tabla 2 presenta informaciones sobre la producción de la cadena productiva de la soya, incluyendo una parte significativa de esta, que implica la producción primaria, la transformación de la soya en harina y aceite vegetal (sin tener en cuenta la producción de harinas, lecitina y biocombustibles), así como la producción de carne bovina, porcina y de pollo (sin incluir, por ejemplo, carne de pescado u otros animales). Se entiende que la contabilidad de estos productos ya representa una gran parte del valor agregado en la cadena productiva.

Se observa un creciente excedente productivo, destinado tanto a exportaciones como al consumo interno. En el primer eslabón, la soya se presenta como la principal proteína vegetal producida en Brasil y en el mundo. El excedente no consumido internamente se destina a la exportación. Así, en 1991, del total de 19,4 millones de toneladas producidas, el 18,9% fueron exportadas, mientras que el 71,5% fueron granos procesados en la economía doméstica, lo que se convirtió en alimentos para animales, aceites vegetales y una variedad de otros productos. Una pequeña parte de la producción de soya, alrededor del 9,6%, se destinó a inventarios y semillas. En 2022, la producción de soya alcanzó su valor máximo, de 154 millones de toneladas. Las exportaciones representaron el 63,0% y el procesamiento del grano prácticamente el 33,2%, siendo el 3,9% correspondiente a inventarios y semillas.

La soya procesada se transforma en afrecho, alimentos para animales, harina, aceite, biodiesel, plásticos y otros derivados. Se buscó evaluar la producción de afrecho y aceite de soya únicamente. En 1991, una gran parte de la soya se

procesaba internamente y una pequeña parte se exportaba. Las exportaciones aumentaron tanto en valores absolutos como relativos. Sin embargo, esto no redujo el consumo absoluto de los productos en el mercado interno. De 1991 a 2022, la producción de afrecho aumentó de 11,3 millones a 43,3 millones de toneladas. En 1991, las exportaciones de harina representaron el 68,1%; sin embargo, en 2022, esta participación cayó al 48,0%. Se observa un aumento, tanto absoluto como relativo, del consumo interno de afrecho de soya, materia prima esencial para la producción de alimentos balanceados para animales, insumo estratégico en la cadena cárnica. El consumo interno de afrecho de soya, en el período, aumentó de 3,6 millones a 22,5 millones de toneladas. La producción de aceite casi se triplicó en el mismo período.

En relación a la producción de carne, que depende del consumo de alimentos para animales a base de afrecho de soya, hay un aumento en la producción, las exportaciones y el consumo interno. Con el aumento del excedente productivo, las exportaciones han aumentado su participación en términos porcentuales a lo largo del tiempo. La producción de carne bovina y aviar se multiplicó varias veces entre 1991 y 2022. La exportación de carne de cerdo aumentó significativamente en el tiempo. Aunque el país ha incrementado sus exportaciones, también se observa un crecimiento absoluto del consumo interno. En cuanto a las carnes, el porcentaje de la producción destinado al consumo interno sigue siendo bastante alto, siendo el 72,2% de la carne bovina, el 69,7% de la carne de cerdo y el 69,3% de la carne de pollo.

TABLA 2
Cadena de producción de la soya, productos derivados y carnes, exportaciones y consumo interno en Brasil

Indicador	Clasificación	Producto	Destino	Años			
				1991	2000	2010	2022
Cantidad (millones de toneladas)	Granos	Soya	Exportaciones	3,7	14,4	30,6	97,4
			Consumo interno	Procesado	13,9	21,2	33,8
				Existencias	1,9	2,9	10,9
			Total	19,4	38,4	75,3	154,6
			Exportaciones	7,7	10,3	13,1	20,8
	Derivados	Afrecho	Consumo interno	3,6	6,9	14,5	22,5
			Total	11,3	17,3	27,6	43,3
			Exportaciones	0,6	1,3	1,4	2,0
		Aceite	Consumo interno	2	2,6	4,8	6,0
			Total	2,6	3,9	6,2	7,9
	Carnes	Bovina	Exportaciones	0,3	0,5	1,5	2,9
			Consumo interno	5,2	6	7,8	7,5
			Total	5,5	6,5	9,4	10,4
		Cerdo	Exportaciones	0,02	0,2	0,6	1,3
			Consumo interno	1,1	1,8	2,6	3,0
			Total	1,2	2	3,2	4,4
		Pollo	Exportaciones	-	0,9	3,5	4,4
			Consumo interno	-	5,1	8,8	10,0
			Total	-	6	12,2	14,5
			Exportaciones	18,9	37,5	40,7	63,0
Participación (%)	Granos	Soya	Consumo interno	Procesado	71,5	55	44,9
				Existencias	9,6	7,4	14,5
			Total	100	100	100	100,0
			Exportaciones	68,1	59,8	47,4	48,0
			Consumo interno	31,9	40,2	52,6	52,0
	Derivados	Afrecho	Total	100	100	100	100,0
			Exportaciones	23,7	34,1	23	24,7
			Consumo interno	76,3	65,9	77	75,3
		Aceite	Total	100	100	100	100,0
			Exportaciones	6	7,4	16,2	27,8
	Carnes	Bovina	Consumo interno	94	92,6	83,8	72,2
			Total	100	100	100	100,0
			Exportaciones	1,5	8	18,7	30,3
		Cerdo	Consumo interno	98,5	92	81,3	69,7
			Total	100	100	100	100,0
			Exportaciones	-	14,6	28,3	30,7
		Pollo	Consumo interno	-	85,4	71,7	69,3
			Total	-	100	100	100,0
			Exportaciones	-	100	100	100,0

Fuentes: Conab (2024) y USDA (2023).

El agronegocio busca exportar su excedente productivo y resulta infundado afirmar que las exportaciones comprometen la seguridad alimentaria. La tabla 3 muestra las estadísticas de consumo per cápita para los productos de la cadena productiva de la soya en Brasil, en los años seleccionados. Entre 1991 y 2022, la población brasileña aumentó de 146,8 millones a 203,1 millones de habitantes. El consumo per cápita de carne bovina creció modestamente, pasando de aproximadamente 35,1 a 36,8 kilogramos por persona. Entretanto, en relación con el consumo de soya, de afrecho, de aceite y de carne porcina y aviar, el consumo per cápita ha aumentado considerablemente. En cuanto a la carne porcina, el consumo per cápita, que era de solo 7,7 kilogramos por habitante, pasó a casi 15 kilogramos por individuo. En resumen, la cuestión de la seguridad alimentaria no se vio amenazada, incluso con el fuerte crecimiento de las exportaciones en el período analizado.

TABLA 3
Consumo per cápita de productos de la cadena de soya en Brasil

Productos (kilogramos)		1991	2000	2010	2022	Δ%
Granos	Soya	94,6	124,6	177,1	252,4	166,8
	Afrecho	24,5	40,9	76,1	111	353,1
	Aceite	13,6	15,1	24,9	29,3	115,4
Derivados	Bovina	35,1	35,6	41,1	36,8	4,8
	Cerdo	7,7	10,9	13,6	14,9	93,5
	Pollo	-	30,1	46	49,3	63,8
Carnes						
Población (millones)		146,8	169,8	190,8	203,1	38,4

Fuentes: Conab (2024) y USDA (2023).

Según Luz (2014), el argumento de que la agricultura produce artículos de bajo valor agregado no se corresponde con la realidad. De hecho, la alta tecnología contenida en un grano o corte de carne, resultado de años de desarrollo genético e investigación, sin mencionar la complejidad de las cadenas productivas involucradas, es capaz de generar un alto valor agregado en los productos, así como promover ingresos y empleo, temas que se discutirán a continuación.

3.2 Indicadores regionales de la producción de soya y su contribución al desarrollo económico

Además del impacto productivo, es interesante evaluar la dinámica regional de la producción. En este sentido, la tabla 4 muestra la producción de soya distribuida por regiones de planificación, por los cinco principales estados productores y por los cinco principales municipios productores de soya, recordando que el impacto de la producción del grano tiene una fuerte influencia en productos dentro de la cadena productiva. En términos regionales, en 2022, el Centro-Oeste fue la principal región productora de soya, con una participación superior al 50% y un incremento de

magnitud decuplicada en el período analizado. La región Sur del país fue responsable de aproximadamente el 21% de la producción en 2022. El principal estado productor fue Mato Grosso, con el 31,5% de la producción de soya en Brasil, seguido de Goiás (12,6%) y Paraná (11,4%). En cuanto a los principales municipios productores, se destacaron Sorriso-MT (1,8% de la producción nacional), Rio Verde-GO (1,4% de la producción nacional), así como Formosa do Rio Preto-BA (1,3%), Campo Novo do Parecis-MT (1,2%) y São Desidério-BA (1,2%). En lo referente al rendimiento, Rio Grande do Sul presentó la mayor variación porcentual positiva, de 1991 a 2022, mientras que a nivel municipal, Rio Verde-GO se destacó.

TABLA 4
Producción y rendimiento de soya por diferentes secciones regionales

Unidad territorial		Soya (millones de toneladas)				Participación en 2022 (%)	Rendimiento (toneladas por hectáreas)				Δ%
		1991	2000	2010	2022		1991	2000	2010	2022	
Regiones	N	0,01	0,18	1,63	8,51	7,1	2,0	2,6	2,9	3,3	60,2
	NE	0,45	2,06	5,31	12,71	10,5	2,1	2,4	2,9	3,5	68,4
	SE	1,96	2,63	4,32	12,12	10,0	2,0	2,3	2,8	3,7	84,4
	S	6,00	12,50	25,95	25,28	20,9	1,1	2,1	2,9	2,0	78,9
	CO	6,52	15,45	31,56	62,08	51,4	2,1	2,8	3,0	3,3	55,7
Top 5 estados	PR	3,53	7,19	14,09	13,75	11,4	1,8	2,5	3,1	2,4	36,4
	RS	2,22	4,78	10,48	9,37	7,8	0,7	1,6	2,6	1,5	111,8
	MS	2,02	2,49	5,34	8,54	7,1	1,9	2,3	3,1	2,3	23,3
	MT	2,74	8,77	18,79	38,03	31,5	2,4	3,0	3,0	3,5	48,1
	GO	1,66	4,09	7,25	15,22	12,6	2,1	2,7	3,0	3,7	77,3
Top 5 municipios	Formosa do Rio Preto-BA	0,05	0,18	0,89	1,58	1,3	2,1	2,5	3,1	3,7	75,6
	São Desidério-BA	0,14	0,43	0,74	1,43	1,2	2,1	2,4	3,1	3,7	77,8
	Campo Novo do Parecis-MT	0,32	0,82	1,01	1,40	1,2	2,4	2,8	3,1	3,6	47,6
	Sorriso-MT	0,22	1,19	1,81	2,12	1,8	2,3	3,3	3,0	3,5	50,8
	Rio Verde-GO	0,22	0,51	0,77	1,64	1,4	2,0	2,9	2,9	3,9	95,1
Brasil	IBGE	14,94	32,82	68,76	120,70	100,0	1,6	2,4	2,9	3,0	90,0
	Conab	19,40	38,40	75,30	154,60	128,1	2,0	2,8	3,1	3,5	73,0

Fuentes: IBGE (2022c) y Conab (2024).
Nota: N – Norte; NE – Nordeste; SE – Suroeste; S – Sur; y CO – Centro-Oeste.

En un intento por mostrar el desarrollo humano en las regiones productoras de soya en el país, en la tabla 5 se buscó realizar una comparación entre el índice de desarrollo humano (IDH) – una medida que aborda tres aspectos del desarrollo: ingresos, educación y salud – y el aumento de la población. Se observó que la mayoría de las regiones estaban por encima del promedio nacional, siendo inferiores únicamente el Norte, el Nordeste, Formosa do Rio Preto-BA y São Desidério-BA. Los municipios líderes de los polos agrícolas del Centro-Oeste, en general, tuvieron un IDH por encima del promedio de los estados en los que se encuentran. Por ejemplo, el municipio de

Rio Verde tuvo un IDH de 0,754, mientras que el estado de Goiás obtuvo un IDH de 0,735. Los municipios de Sorriso y Campo Novo do Parecis tuvieron un IDH de 0,744 y 0,734, respectivamente, indicadores por encima del estado de Mato Grosso, que alcanzó un IDH de 0,725. En cuanto al contexto demográfico, se observa que las principales regiones productoras de soja son capaces de obtener indicadores de desarrollo humano más altos, así como de atraer más población al entorno local. Las poblaciones de Sorriso y Campo Novo do Parecis, en Mato Grosso, se multiplicaron por cuatro en el período estudiado. En general, en las regiones productoras, las tasas de crecimiento poblacional son superiores a las observadas en el promedio nacional, lo que contrasta con el patrón de desaceleración demográfica del país.

TABLA 5
IDH y población por diferentes unidades territoriales en Brasil

Unidad territorial (ordenado por IDH de 2010)	IDH				Población (mil)					Tasa de crecimiento demográfico en el período (%)			
	1991	2000	2010	Δ% (2010-1991)	1991	2000	2010	2022	Δ% (2010-1991)	1991-2000	2000-2010	2010-2022	1991-2022
S	0,531	0,663	0,756	42,5	22.129	25.108	27.387	29.938	23,8	1,4	0,9	0,7	1,0
Rio Verde-GO	0,488	0,633	0,754	54,5	96	117	176	226	83,2	2,1	4,2	2,1	2,8
SE	0,534	0,658	0,754	41,3	62.740	72.412	80.364	84.840	28,1	1,6	1,0	0,5	1,0
CO	0,51	0,639	0,753	47,7	9.428	11.637	14.058	16.290	49,1	2,4	1,9	1,2	1,8
PR	0,507	0,65	0,749	47,7	8.449	9.563	10.445	11.444	23,6	1,4	0,9	0,8	1,0
RS	0,542	0,664	0,746	37,6	9.139	10.188	10.694	10.883	17	1,2	0,5	0,1	0,6
Sorriso-MT	0,517	0,664	0,744	43,9	16	36	67	111	313	9,2	6,4	4,3	6,4
GO	0,487	0,615	0,735	50,9	4.019	5.003	6.004	7.056	49,4	2,5	1,8	1,4	1,8
Campo Novo do Parecis-MT	0,495	0,595	0,734	48,3	6	18	28	46	337	12,1	4,6	4,3	6,6
MS	0,488	0,613	0,729	49,4	1.780	2.078	2.449	2.757	37,6	1,7	1,7	1,0	1,4
MT	0,449	0,601	0,725	61,5	2.027	2.504	3.035	3.659	49,7	2,4	1,9	1,6	1,9
Brasil	0,454	0,576	0,705	55,2	146.825	169.799	190.756	203.081	29,9	1,6	1,2	0,5	1,1
N	0,422	0,541	0,684	62,2	10.031	12.901	15.864	17.356	58,2	2,8	2,1	0,8	1,8
NE	0,393	0,512	0,66	67,8	42.498	47.742	53.082	54.658	24,9	1,3	1,1	0,2	0,8
Formosa do Rio Preto-BA	0,376	0,449	0,618	64,4	15	18	23	26	46,1	1,9	2,1	1,2	1,7
São Desidério-BA	0,272	0,398	0,579	112,9	19	19	28	33	45,8	0,0	3,8	1,4	1,8

Fuentes: IBGE (2022a) y PNUD (2010).

En la tabla 6 se presenta el producto interno bruto (PIB) per cápita, organizado por tamaño en el año 2020 y por tasas de crecimiento correspondientes a las tres últimas décadas. Por debajo del promedio nacional, se encuentran únicamente el estado de Goiás y las regiones Norte y Nordeste. Entretanto, los 5 principales municipios productores de soja fueron los que obtuvieron los mayores PIB per cápita y las tasas de crecimiento fueron particularmente elevadas en São Desidério y Formosa do Rio Preto, en el estado de Bahía.

TABLA 6
PIB per cápita por diferentes unidades territoriales en Brasil entre los años 2000, 2010 y 2020

Unidad territorial (ordenado por PIB per cápita de 2020)	PIB per cápita 2000 (R\$ 1 mil)			Tasa de crecimiento demográfico en el período (%)		
	2000	2010	2020	2000-2010	2010-2020	2000-2020
São Desidério-BA	53,1	58,7	147,2	1,0	9,6	10,7
Formosa do Rio Preto-BA	20,3	43,1	146,9	7,8	13,0	21,9
Campo Novo do Parecís-MT	87,8	78,5	100,4	-1,1	2,5	1,4
Sorriso-MT	64,1	58,7	82,4	-0,9	3,4	2,5
Rio Verde-GO	36,3	44,6	52,6	2,1	1,7	3,8
MT	25,4	37,1	48,8	3,9	2,8	6,7
CO	36,4	47,1	48,6	2,6	0,3	2,9
SE	40,7	49,1	46,6	1,9	-0,5	1,4
MS	23,3	33,6	44,5	3,7	2,9	6,7
S	33,1	42,9	43,7	2,6	0,2	2,8
RS	34,4	44,6	43,3	2,6	-0,3	2,3
PR	30,9	39,3	42,6	2,4	0,8	3,3
Brasil	29,7	37,4	37,5	2,3	0,0	2,3
GO	22,5	30,7	31,8	3,2	0,3	3,5
N	17,2	24	27,6	3,4	1,4	4,9
NE	13,2	18,1	19,7	3,2	0,9	4,1

Fuente: IBGE (2022b).

Finalmente, la tabla 7 presenta indicadores socioeconómicos para las mismas regiones y municipios seleccionados. En relación con la esperanza de vida,² excepto São Desidério y las regiones Norte y Nordeste, todas las demás regiones tuvieron indicadores superiores al promedio nacional. En términos de mortalidad infantil,³ solo Rio Verde y Sorriso tuvieron indicadores inferiores al promedio nacional, al igual que los estados de Rio Grande do Sul, Paraná y Goiás, aunque este indicador se redujo notablemente en todo el país, de 1991 a 2010. En cuanto a la tasa de analfabetismo,⁴ este indicador ha mejorado con el tiempo en todos los recortes regionales, siendo el Norte y el Nordeste aún regiones críticas en términos educativos, lo que también se refleja en los indicadores de los municipios de Bahía. La

2. Número promedio de años que se espera que vivan las personas desde su nacimiento, si permanecieran constantes a lo largo de la vida el nivel y patrón de mortalidad por edad prevaleciente en el año del Censo.

3. Número de niños que no se espera que sobrevivan el primer año de vida por cada 1.000 niños nacidos vivos.

4. Tasa de analfabetismo de la población de 25 años de edad o más.

desigualdad de ingresos, medida por el índice de Gini,⁵ disminuyó en el período evaluado, principalmente en los estados y municipios. La pobreza sigue siendo bastante alta en las regiones Norte y Nordeste, resultado ya observado por Fishlow y Vieira Filho (2020), así como por Ramos y Vieira Filho (2023). En cuanto al porcentaje de hogares con agua corriente,⁶ este indicador ha mejorado en todo el país, pero significativamente en las regiones productoras de soja. Por último, las regiones con mayores tasas de desocupación⁷ fueron el Norte, el Nordeste y Formosa do Rio Preto, en la Bahía. En síntesis, se observa una mejora en los indicadores socioeconómicos en las regiones productoras de soja, lo que lleva a entender que hay un beneficio indirecto para la población local. Los desafíos aún se centran en regiones tradicionales como el Norte y el Nordeste. Sin embargo, con el crecimiento de la región de Matopiba (Maranhão, Tocantins, Piauí y Bahía), así como de los polos de fruticultura irrigada en São Francisco y las regiones ganaderas de Pará, hay una tendencia hacia la reversión de deficiencias en estas regiones productoras, aunque estos efectos serán perceptibles en el futuro.

TABLA 7
Indicadores socioeconómicos por diferentes unidades territoriales – Brasil (1991 y 2010)

Unidad territorial		Expectativa de vida		Mortalidad infantil		Tasa de analfabetismo (%) (25+ edad)		Índice de Gini		Pobreza (%)		Porcentaje de hogares con agua corriente (%)		Tasa de desocupación (18+ edad)
		1991	2010	1991	2010	1991	2010	1991	2010	1991	2010	1991	2010	2010
Regiones	N	63,1	72,9	49,1	18,4	30,5	14,5	0,619	0,613	47,4	25,7	41,9	89	8,2
	NE	60	71,7	69,5	22,7	44,8	25,3	0,639	0,616	65,4	30,5	44,7	84,1	9,4
	SE	66,9	75,3	31,9	14,3	17,3	7,7	0,593	0,568	28,6	8,1	86,1	96,3	7,1
	S	68,2	75,6	28,7	12,3	14,6	6,1	0,58	0,52	28,2	5,5	86,7	95,7	4,2
	CO	66,3	75,3	31,3	15,7	20,3	8,7	0,603	0,573	29	8,2	72,6	96,6	6,2
Top 5 estados	PR	65,7	74,8	38,7	13,1	19,2	7,9	0,6	0,53	32,6	6,5	82,9	96,7	4,5
	RS	68,8	75,4	22,5	12,4	12,3	5,4	0,59	0,54	26,8	6,4	86,7	96,2	4,6
	MS	66,9	75	34,7	18,1	21	9,7	0,6	0,56	33,4	9,9	75,3	96,2	5,7
	MT	64,2	74,3	33,6	16,8	24,9	10,8	0,6	0,55	35,5	10,5	58	95,2	5,8
	GO	65,1	74,6	29,5	14	23,6	10,1	0,59	0,55	32,3	7,6	70,8	96,8	5,8

(Continúa)

5. Mide el grado de desigualdad existente en la distribución de los individuos según el ingreso per cápita del hogar. Su valor varía de 0, cuando no hay desigualdad (el ingreso per cápita del hogar de todos los individuos tiene el mismo valor), hasta 1, cuando la desigualdad es máxima (solo un individuo tiene todos los ingresos). El universo de individuos se limita a quienes viven en viviendas particulares permanentes.

6. Relación entre la población que vive en viviendas particulares permanentes con agua corriente a una o más habitaciones y la población total que vive en viviendas particulares permanentes multiplicada por 100. El agua puede provenir de una red general, un pozo, un manantial o un embalse abastecido con agua de lluvia o a través de un carro transportador.

7. Porcentaje de la población económicamente activa (PEA) de este grupo de edad que se encontraba desempleada, es decir, que no estaba ocupada en la semana anterior a la fecha del Censo pero había buscado trabajo durante todo el mes anterior a la fecha de esta encuesta.

(Continuación)

Unidad territorial		Expectativa de vida		Mortalidad infantil		Tasa de analfabetismo (%) (25+ edad)		Índice de Gini		Pobreza (%)		Porcentaje de hogares con agua corriente (%)		Tasa de desocupación (18+ edad)
		1991	2010	1991	2010	1991	2010	1991	2010	1991	2010	1991	2010	2010
Top 5 municipios	Formosa do Rio Preto-BA	60,6	70,8	65,8	25	57	30,1	0,74	0,6	77,9	43	24,7	73,6	12,7
	São Desidério-BA	60,6	69,5	65,8	28,9	64,8	34,4	0,59	0,57	76	40,1	28,2	63,9	5,3
	Campo Novo do Parecis-MT	67,5	74,2	26,5	16,7	14,5	7,3	0,56	0,45	22,1	2,2	90,3	97,6	5,5
	Sorriso-MT	67,8	75,3	23	14,9	9,9	6,4	0,55	0,54	18,7	5,9	88,2	99,1	4,6
	Rio Verde-GO	66,2	76,2	25,5	11,7	24	8,4	0,56	0,54	27,6	4,4	84,2	99,3	5,2
Brasil		64,7	73,9	44,7	16,7	23,5	11,8	0,63	0,6	38,2	15,2	71,3	92,7	7,3

Fuente: PNUD (2010).

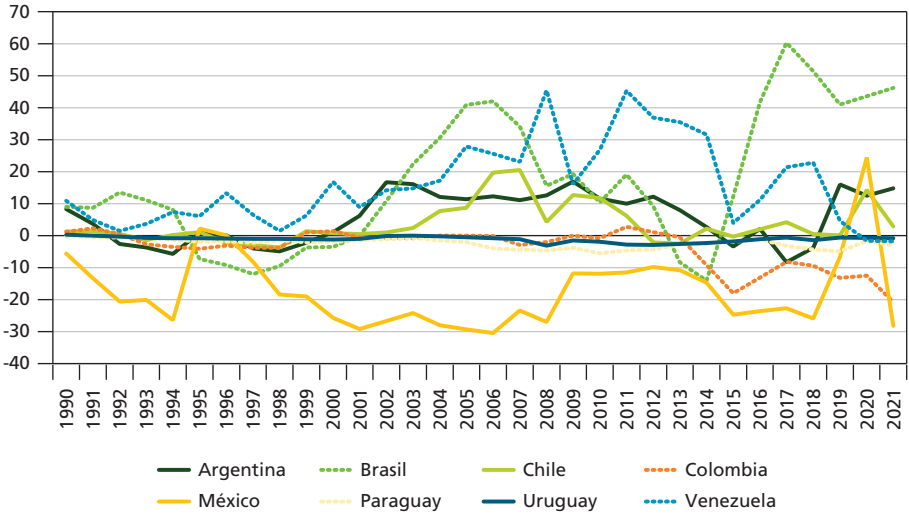
3.3 El comercio internacional de la cadena productiva de la soya y el fomento de la seguridad alimentaria

La inserción y expansión internacional de productos del sector agropecuario exigen cada vez más mejoras en la competitividad de los países exportadores. Según Ferreira y Vieira Filho (2023), Brasil ha presentado un saldo comercial favorable y una significativa ventaja comparativa revelada en el sector. El país ha mejorado su desempeño exportador en el mercado de carnes, oleaginosas y algodón.⁸ Estos productos, que tenían poca importancia en el pasado, se han convertido estratégicos en la inserción internacional. La producción de café, azúcar y aceites vegetales se ha mantenido sólida. Por último, estos autores identificaron los sectores de cereales y lácteos como débiles, presentando varios desafíos para obtener una mayor competitividad internacional.

En el gráfico 1 se presenta el saldo de la balanza comercial de toda la economía brasileña. Se observa un rápido avance de Brasil frente a los países latinoamericanos, como Argentina, Chile, Colombia, México, Paraguay, Uruguay y Venezuela. Desde 2014, se nota un comportamiento muy favorable en términos comerciales para Brasil, que se distingue del conjunto de países estudiados. No hay dudas, como señalaron Ferreira y Vieira Filho (2023), de que el sector agropecuario ha contribuido favorablemente a esta performance. Además, es importante comprender que los principales productos exportados por Brasil, en el año 2022, fueron aquellos del complejo de la soya (con el 38% del total de productos exportados por el país), carnes (con el 16% de la proporción exportada) y productos forestales (10%). El destino principal fue China, que importó el 31,9%, seguido por la Unión Europea, con el 16,1%, y Estados Unidos, con el 6,6%.

8. Para evaluar el caso emblemático de la producción de algodón en Brasil, especialmente las transformaciones ocurridas en las últimas dos décadas, ver Alcantara, Vedana y Vieira Filho (2023).

GRÁFICO 1
Balanza comercial de toda la economía de países seleccionados – América Latina (1990-2021)
(En US\$ 1 billón)



Fuente: FAO (2023).

Los datos relativos a la balanza comercial del agronegocio por diferentes países seleccionados en el año 2021 son presentados en la tabla 8. Además, el orden de los países está definido según su posición en el mercado internacional de exportaciones netas, es decir, mediante el saldo comercial de las exportaciones menos las importaciones del agronegocio de cada país. Brasil fue el país con el mayor saldo comercial del sector, seguido por Países Bajos, el tercer mayor exportador neto, y por Argentina, el cuarto mayor exportador neto. En 2021, Brasil fue el tercer mayor exportador mundial y el trigésimo séptimo importador.

TABLA 8
Balanza comercial de agronegocio por países seleccionados – América Latina (2021)

Países	Exportaciones (US\$ 1 billón)	Ranking	Importaciones (US\$ 1 billón)	Ranking	Balanza comercial (US\$ 1 billón)	Ranking
Brasil	101,6	3	12,4	37	89,2	1
Países Bajos	114	2	78,6	5	35,4	3
Argentina	37,8	19	4,7	64	33	4
España	63,5	7	39,5	12	24	7
Canadá	59	10	40,1	11	18,9	10
Francia	76,5	5	63,5	6	13	12
Italia	59,4	9	49,1	9	10,3	14

(Continúa)

(Continuación)

Países	Exportaciones (US\$ 1 billón)	Ranking	Importaciones (US\$ 1 billón)	Ranking	Balanza comercial (US\$ 1 billón)	Ranking
México	39,3	17	30,5	17	8,8	16
Bélgica	50,9	12	44,2	10	6,7	18
Paraguay	7,4	44	1,1	119	6,3	19
Uruguay	6,4	50	1,5	108	4,9	22
Perú	10	37	6,3	55	3,7	24
Ecuador	6,8	48	3,1	81	3,7	25
Costa Rica	5,3	55	2,4	90	2,9	28
Guatemala	6,5	49	4,1	71	2,4	29
China	74,5	6	244,6	1	2,4	30
Bolivia	2,1	77	0,7	142	1,4	36
Estados Unidos	173,7	1	172,4	3	1,3	38
Colombia	9,2	39	8,1	49	1,2	39
Honduras	2,5	74	2,3	95	0,2	50
Haití	0	163	1,4	109	-1,4	143
República Dominicana	2,7	71	4,1	70	-1,4	145
El Salvador	1,2	93	2,7	85	-1,5	150
Cuba	0,4	120	2,2	98	-1,7	154
Panamá	0,4	122	2,3	91	-1,9	155
Venezuela	0,2	136	3,3	77	-3,1	165
Alemania	87,1	4	104,9	4	-17,8	190
Chile	12,6	31	10,3	45	-170,1	196

Fuente: FAO (2023).

La tabla 9 muestra la posición de Brasil en las exportaciones mundiales, por producto y cuota de mercado (*market-share*). En 1995, Brasil era el mayor exportador de productos como naranja, café y azúcar. En 2022, Brasil prácticamente se convirtió en el principal exportador mundial de siete productos, como naranja, café, azúcar, soya, carne de pollo, etanol y carne bovina. Se observa que la cadena productiva de la soya impulsó una amplia diversificación productiva del agronegocio brasileño a lo largo del tiempo. Cuando se evalúa la participación de mercado de los productos brasileños, con el paso del tiempo, el país ha ido ganando una mayor parte del mercado en todos los productos mencionados. Naranja, café, azúcar y soya participaron con más del 50% del mercado mundial de exportaciones. Brasil era el segundo mayor exportador de soya en 1995, convirtiéndose en el primero en 2022. La producción de carne de cerdo brasileña pasó del 14º al 3º lugar entre 1995 y 2022, alcanzando un *market-share* del 17% al final del período. En cuanto a la exportación de carne bovina, Brasil ocupaba el puesto 16 en 1995, y en 2022 figuraba en el primer lugar.

En cuanto a la carne de pollo, el país ocupaba el 4º lugar en 1995, alcanzando también el 1º lugar en 2022. Se observa una clara correlación entre la producción de soya y los productos derivados de este cultivo en el país.

TABLA 9
Ranking de las exportaciones brasileñas por productos en el mercado internacional y el market-share de las exportaciones del país en el total mundial (1995 y 2022)

Productos	Ranking de exportación		Participación mundial (%)	
	1995	2022	1995	2022
Jugo de naranja	1ª	1ª	43	70
Café en granos	1ª	1ª	19	66
Azúcar en bruto	1ª	1ª	18	51
Soya	2ª	1ª	10	51
Carne de pollo	4ª	1ª	8	47
Etanol	3ª	1ª	12	36
Maíz	29ª	2ª	0	23
Carne bovina	16ª	1ª	1	23
Algodón	12ª	2ª	1	19
Carne de cerdo	14ª	3ª	1	17
Celulosa	10ª	5ª	1	9
Arroz	28ª	5ª	0,1	4
Trigo	54ª	8ª	0	2
Leche de vaca	61ª	12ª	0	1
Queso	41ª	23ª	0	0,3

Fuente: UN Comtrade Database. Disponible en: <https://comtrade.un.org/>. Consulta en: nov. 2022.

Por lo tanto, no hay duda de que la producción de soya es muy importante para el desarrollo económico de Brasil. Las exportaciones, además de aumentar los ingresos de los productores, contribuyen a generar divisas, pagar las deudas de la economía y aumentar las reservas internacionales, lo que, en última instancia, contribuye a evitar presiones sobre el tipo de cambio y la inflación en el mercado brasileño. Las exportaciones también generan empleo y impulsan los efectos expansivos del desarrollo económico.

4 CONSIDERACIONES FINALES

Este trabajo buscó presentar varios indicadores que muestran la importancia de la producción de soya en el desarrollo económico de Brasil. En resumen, se pueden identificar tres grandes patrones, que en muchos casos se presentan como mitos en el contexto productivo del agronegocio brasileño.

El primer mito es creer que la producción de soya genera *bajo valor agregado*. Esto no corresponde con la realidad, ya que la soya es un insumo estratégico en diversas cadenas productivas, como la fabricación de afrecho, harinas, aceites vegetales, lecitina y biodiesel. La lecitina, por ejemplo, se utiliza ampliamente en la industria alimentaria como emulsionante, aportando textura en la producción de panes, galletas y chocolates, entre otros productos alimenticios. Además, parte del consumo interno se procesa y se convierte en ración para animales, convirtiéndose en un insumo estratégico en la producción de carnes en general. Por lo tanto, la soya es fundamental en la dinámica productiva de diversos otros productos. La producción de insumos estratégicos a bajo costo refuerza la competitividad de la economía nacional en estos sectores.

El segundo mito es que *el crecimiento de la producción de soya irradia poco para el desarrollo local*. La dinámica productiva de la soya atrae cada vez más a la población a las áreas productivas. La marcha hacia el oeste brasileño se llevó a cabo mediante la cooperación internacional y la adopción de ciencia y tecnología. No habría sido posible expandir la producción sin la tropicalización de los cultivos, la corrección de la acidez de los suelos típicos del Cerrado, así como la mejora en la ingeniería genética. Los suelos incorporados en la frontera agrícola de Brasil eran regiones pobres, con indicadores agronómicos y sociales muy bajos. El uso continuo de tecnología en la producción agropecuaria transformó el bioma y, en muchos casos, generó desarrollo económico, mejorando los índices de sostenibilidad ambiental. La siembra directa, utilizada en la producción de soya, contribuyó a evitar la erosión, mejorar la calidad y la fertilidad del suelo, así como a preservar los recursos hídricos. El aumento de la productividad pecuaria también demuestra que es posible producir más por una misma unidad de emisión de CO₂ equivalente. Por lo tanto, es una actividad que también contribuye a mitigar el carbono en la atmósfera.

El tercer mito es *que el aumento de las exportaciones perjudica la seguridad alimentaria del país*. Esto no se verifica empíricamente, ya que con el paso del tiempo, el consumo per cápita de varios productos derivados de la soya ha aumentado, incluso con el crecimiento de las exportaciones en el mercado internacional. Brasil es el mayor exportador neto del mundo, contribuyendo a reducir el hambre no solo en el territorio nacional, sino también en las regiones importadoras de alimentos. La comparación muestra una mejora creciente de los indicadores de producción y exportación.

REFERÊNCIAS

- ALCANTARA, I. R.; VEDANA, R.; VIEIRA FILHO, J. E. R. O caso emblemático da produção de algodão no Brasil de 1974 a 2019. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 54, n. 2, p. 139-155, 2023.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Safra de grãos**. Brasília: Conab, 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Faostat**. Roma: FAO, 2023. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/>.
- FERREIRA, Z. R.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Competitividade internacional do agronegócio. In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. **Agropecuária brasileira: evolução, resiliência e oportunidades**. Brasília: Ipea, 2023. p. 67-93.
- FISHLOW, A.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Agriculture and industry in Brazil: innovation and competitiveness**. Nueva York: Columbia Press, 2020. 244 p.
- GRAZIANO, X.; GAZZONI, D. L.; PEDROSO, M. T. **Agricultura fatos e mitos: fundamentos para um debate racional sobre o agro brasileiro**. São Paulo: Braúna, 2021. 317 p.
- HOSONO, A.; HONGO, Y. Inovações tecnológicas que tornaram possível a agricultura no Cerrado. In: HOSONO, A.; ROCHA, C. M. C.; HONGO, Y. (Org.). **Desenvolvimento para agricultura sustentável: o Cerrado brasileiro**. Nueva York: Palgrave Macmillan, 2016. p. 11-36.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022a. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2022/universo-caracteristicas-dos-domicilios>.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contas Nacionais**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pib-munic/tabelas>.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022c. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>.
- IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Desafios da nação: sustentabilidade produtiva do agronegócio brasileiro**. Brasília: Ipea, 2018. v. 2, p. 179-194.
- LUZ, A. O mito da produção agrícola de baixo valor agregado. **Revista de Política Agrícola**, v. 23, n. 2, p. 20-39, 2014.

PNUD – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. Brasília: Ipea; FJP, 2010.

RAMOS, E. B. T.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Desenvolvimento regional da agricultura familiar: cooperativismo e associativismo. **Revista Brasileira de Economia**, v. 77, n. 1, p. 1-23, 2023.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Production, Supply and Distribution (PS&D)**. Washington: USDA, 2023. Disponible en: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads>.

PROPUESTAS PARA LA INFRAESTRUCTURA LOGÍSTICA

Valquíria Cardoso Caldeira¹

Elisangela Pereira Lopes²

José Garcia Gasques³

1 INTRODUCCIÓN

Brasil es uno de los principales países productores y exportadores de productos agrícolas, especialmente en el mercado de granos. Durante la cosecha 2021-2022, el país generó 271,6 millones de toneladas de granos, de acuerdo con los datos históricos proporcionados por la Compañía Nacional de Abastecimiento (Conab, por sus siglas en portugués),⁴ con el 48,3% de esta producción destinada al mercado internacional. Esto posiciona a Brasil como el segundo mayor exportador agrícola del mundo (CNA, 2023).

La soya y el maíz son los cultivos de mayor representatividad en la producción nacional de granos. La cantidad producida de soya y maíz, que en la cosecha 1991-1992 sumaban 50,2 millones de toneladas, aumentó a 238,4 millones de toneladas en la cosecha de 2021-2022. El crecimiento de la producción de estos granos se debió no sólo al aumento del área cultivada, de 23,6 millones a 63,1 millones de hectáreas en el período en cuestión, sino también al significativo incremento de la productividad. La productividad del maíz en la cosecha 1991-1992 era de 2,2 t/ha, mientras que la de la soya era de 2,0 t/ha. En la cosecha 2021-2022, estos valores aumentaron a 5,2 t/ha y 3,0 t/ha, respectivamente, según lo registrado por la Conab. Es importante destacar que el aumento de la productividad reduce la presión sobre el consumo de recursos naturales (Vieira Filho, 2016); cuando una hectárea de tierra es capaz de producir más, se observa el fenómeno denominado “*efecto poupa-floresta*” (Vieira Filho, 2022).

1. Investigadora del Subprograma de Investigación para el Desarrollo Nacional (PNPD) del Centro de Estudios de Investigación Economía Agrícola (ne²agro) de la Dirección de Estudios y Políticas Regionales, Urbanas y Ambientales del Instituto de Investigación Económica Aplicada (Dirur/Ipea). E-mail: caldeira.c.valquiria@gmail.com.

2. Asesora técnica de la Comisión Nacional de Infraestructura y Logística de la Confederación Agropecuaria del Brasil (CNA). E-mail: elilopesdf@gmail.com.

3. Investigador del Ipea; y coordinador general de políticas públicas en la Secretaría de Política Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería (SPA/Mapa). E-mail: jose.gasques@agro.gov.br.

4. Disponible en: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras#grãos-2>.

El uso intensivo del conocimiento, combinado con la tecnología, constituye un elemento impulsor de la expansión de la producción de granos y de la ganadería. Sin embargo, el escenario cambia cuando se observan las nuevas fronteras agrícolas. La expansión agropecuaria en el Centro-Oeste, Norte y Matopiba,⁵ objeto de esta investigación, se enfrenta a problemas para su desarrollo y óptimo aprovechamiento. La distante localización de los centros de suministro ha generado obstáculos para la competitividad de los productos. Aquí es donde entra en juego uno de los mayores desafíos: la deficiencia en la infraestructura de servicios y logística.

Según la Confederação Nacional do Transporte (CNT, por sus siglas en portugués), los problemas logísticos en Brasil para el transporte de la producción de granos están relacionados con la falta y la mala calidad de la infraestructura, la distribución inadecuada de los modos de transporte, la falta de incentivo a la intermodalidad o multimodalidad y la concentración geográfica de las estructuras disponibles, lo que conduce a la saturación de la capacidad de transporte en ciertas regiones (CNT, 2015). Como resultado, las ventajas observadas en los aspectos productivos son neutralizadas por los costos derivados de la ineficiencia logística del país. Esta situación, agravada por la crisis económica que enfrenta Brasil, motiva esta investigación, cuyo objetivo es realizar un diagnóstico de la infraestructura de acceso al sistema portuario del Arco Norte, que atiende a las regiones de las nuevas fronteras agrícolas. Todo ello con el propósito de identificar los obstáculos que limitan su participación en el volumen total de granos transportados e indicar acciones de logística e infraestructura que contribuyan a revertir este escenario.

El trabajo se divide en cinco secciones, incluyendo esta breve introducción. La segunda sección describe las nuevas fronteras agrícolas y la importancia del sistema portuario del Arco Norte para la región. La tercera sección presenta la infraestructura de acceso a los puertos del Arco Norte. La cuarta sección aborda las acciones prioritarias en logística e infraestructura para el transporte de productos agropecuarios desde las nuevas fronteras agrícolas hasta el sistema portuario del Arco Norte. Finalmente, la quinta sección presenta las consideraciones finales.

2 NUEVAS FRONTERAS AGRÍCOLAS Y LA IMPORTANCIA DEL SISTEMA PORTUARIO DEL ARCO NORTE

El proceso de transformación de la agricultura y de la ganadería, en el período entre 1960 y 1980, impulsado por estrategias de modernización agrícola, resultó en un crecimiento significativo del sector. Este crecimiento fue el resultado de un proceso de innovación institucional inducida, en el cual entidades públicas, como

5. El Matopiba es la región que comprende los estados de Maranhão, Tocantins, Piauí y Bahía, representando la última frontera agrícola en expansión en Brasil. En total, esta región contiene 337 municipios y un área de 73 millones de hectáreas, de las cuales el 38% pertenecen a Tocantins.

la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa, por sus siglas en portugués), institutos estatales de investigación y universidades, así como agentes privados, tuvieron una participación preponderante (Vieira Filho y Fishlow, 2017). El desarrollo de la ciencia y la tecnología propició el avance de la agricultura y la ganadería en regiones anteriormente consideradas inadecuadas para tales actividades. Se considera, además, como un importante impulsor de este desempeño, la disponibilidad de programas de crédito rural subsidiados, unida al incremento de los gastos en extensión rural e investigación, a una mayor apertura al comercio internacional y a la priorización del sector de insumos modernos.

Desde entonces, el sector agropecuario brasileño ha alcanzado cifras récord, especialmente en las nuevas fronteras agrícolas. El énfasis está en la región Centro-Norte – aquí entendida como la unión de las macrorregiones Norte y Centro-Oeste –, la mayor productora de granos, y en el Matopiba. Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento – Mapa (Brasil, 2018a), estas áreas son planas y extensas, con suelos potencialmente productivos, y con disponibilidad de agua y un clima adecuado, lo que las hace propicias para la agricultura moderna.

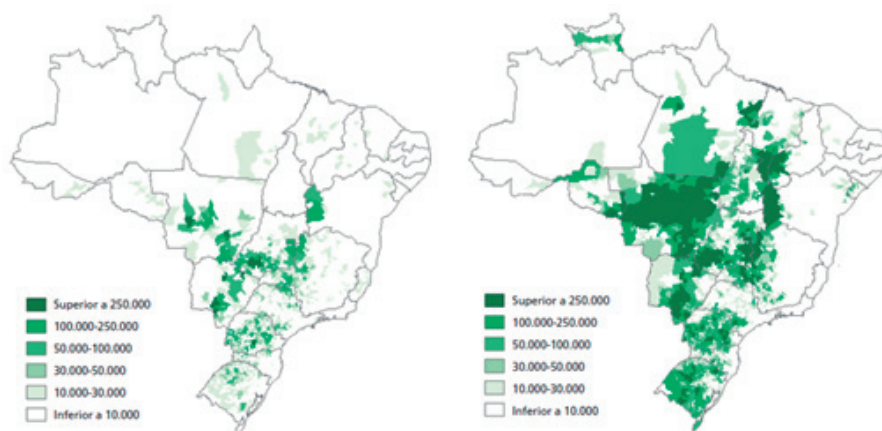
La figura 1 muestra la expansión de la superficie cultivada con soya y maíz desde 1991 hasta 2021.

FIGURA 1

Avance de la frontera agrícola de soya y maíz: áreas con una producción superior a 10 mil toneladas – Brasil (1991 y 2021)

1A – 1991

1B – 2021



Fuente: IBGE (2021).

En la cosecha 1991-1992, el Centro-Oeste produjo 11,9 millones de toneladas de soja y maíz (23,7% del total nacional), mientras que el Matopiba solo produjo 1,4 millones (2,9%). En la cosecha 2021-2022, el Centro-Oeste aumentó su producción a 132,0 millones de toneladas (55,4%) y el Matopiba a 28,6 millones de toneladas (12,0%). Como se puede observar en la tabla 1, el estado de Mato Grosso se destaca con una producción de 83,1 millones de toneladas en la cosecha 2021-2022, lo que representa el 35,0% del total de la producción nacional. También merece destacarse el estado de Rondônia, que pasó de una producción de 264,3 mil toneladas a 2,9 millones de toneladas entre las cosechas 1991-1992 y 2021-2022, respectivamente. De manera similar, el estado de Pará pasó de 212,4 mil toneladas a 3,6 millones de toneladas entre las mismas cosechas (tabla 1).

TABLA 1

Producción de soja y maíz, por Grandes Regiones y Unidades de la Federación – Brasil
(En miles de toneladas)

Grande Região/UF	Cosecha			
	1991-1992	2001-2002	2011-2012	2021-2022
Norte	661,3	1.224,10	3.824,60	13.035,60
Roraima	5	42,6	23,4	375
Rondônia	264,3	267,6	915,9	2.993,70
Acre	61,3	51,2	100,3	178,6
Amazonas	6,8	16,3	36	37,3
Amapá	0	1,5	2,1	18,4
Pará	212,4	458,3	916,4	3.675,80
Tocantins	111,5	386,6	1.830,50	5.756,80
Nordeste	1.739,00	4.150,50	10.460,30	24.595,10
Maranhão	262,5	865,4	2.382,20	6.480,00
Piauí	77,3	174,8	2.050,30	5.764,00
Ceará	183,2	622,6	73,9	521
Rio Grande do Norte	35,1	69,6	2,6	25,4
Paraíba	54	74,4	4,2	74,4
Pernambuco	33,7	78,7	24,1	131,3
Alagoas	44	37,8	22,4	59,3
Sergipe	31,8	48,2	543,7	883,1
Bahia	1.017,40	2.179,00	5.356,90	10.656,60
Centro-Oeste	11.901,20	27.484,00	66.021,10	132.057,30
Mato Grosso	4.290,60	13.836,50	37.459,40	83.110,30
Mato Grosso do Sul	2.798,70	4.624,20	11.204,70	21.114,20
Goiás	4.631,90	8.773,80	16.827,40	27.134,50
Distrito Federal	180	249,5	529,6	698,3

(Continúa)

(Continuación)

Grande Região/UF	Cosecha			
	1991-1992	2001-2002	2011-2012	2021-2022
Sudeste	10.227,80	12.346,80	17.456,30	23.826,30
Minas Gerais	4.905,80	6.714,60	10.866,10	15.273,10
Espírito Santo	282	138,1	76,5	39,6
Rio de Janeiro	57,7	26,9	14,9	7,2
São Paulo	4.982,30	5.467,20	6.498,80	8.506,40
Sul	25.660,50	31.978,30	41.600,20	44.867,90
Paraná	10.757,80	18.841,20	27.699,00	28.671,90
Santa Catarina	3.744,50	3.652,40	4.031,90	4.184,20
Rio Grande do Sul	11.158,20	9.484,70	9.869,30	12.011,80
Brasil	50.189,80	77.183,70	139.362,50	238.382,20

Fuente: Conab. Disponible en: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras#grãos-2>.

Nota: UF – Unidade de la Federación.

Las regiones de nuevas fronteras agrícolas son aún más impactadas por las deficiencias logísticas, debido a que la producción debe recorrer grandes distancias desde las fincas hasta el mercado consumidor, predominantemente a través del transporte terrestre. Esto aumenta sustancialmente los costos promedios de transporte, dado que el principal factor que influye en el costo del transporte es la distancia recorrida desde el origen, sea la propiedad rural o el almacén, hasta el destino, el terminal portuario (CNT, 2015). Para los *commodities* agrícolas, los modos de transporte fluvial y ferroviario son los más apropiados, dado que permiten mover grandes volúmenes con bajo consumo de combustible, reduciendo el impacto ambiental (Brasil, 2017).

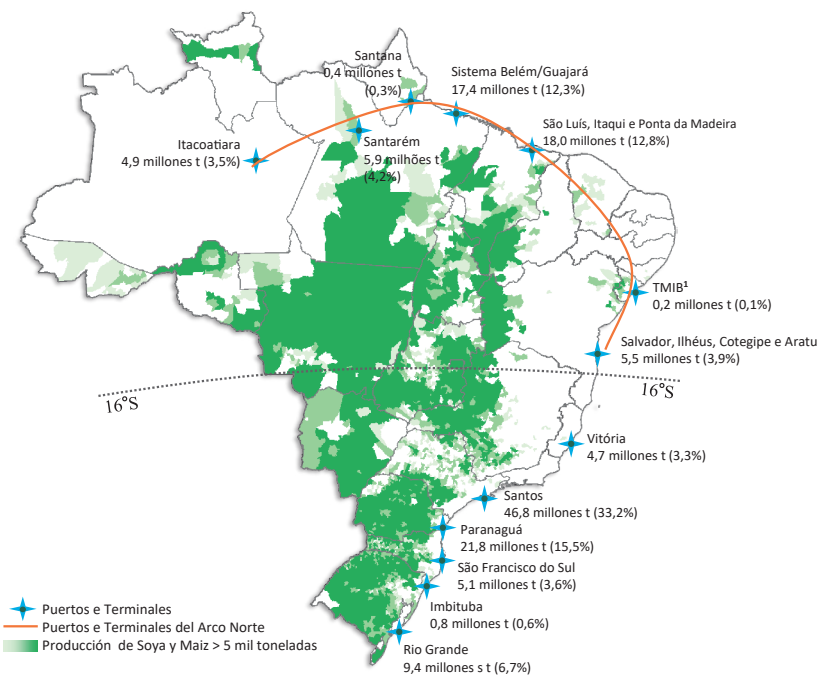
Los puertos brasileños pueden clasificarse como pertenecientes al Arco Sur si están situados en las regiones Sur y Sudeste del país, y al Arco Norte si se localizan en las regiones Norte y Noreste. Según Lopes (2021), el término Arco Norte “no es más que el resultado de la unión de los puntos de localización de los puertos o terminales portuarios de cargas, especialmente de granos, instalados en los estados de Rondônia, Amazonas, Amapá, Pará, Maranhão y Bahía”.

El Arco Norte atiende a la región productiva situada en la línea imaginaria que atraviesa el territorio brasileño y divide el mapa de Brasil en dos partes, es decir, en el paralelo 16° Sur, pasando cerca de las ciudades de Ilhéus (Bahía), Brasília (Distrito Federal) y Cuiabá (Mato Grosso). El paralelo 16° Sur, según estudios realizados por la CNA, corresponde al punto de inflexión donde la producción en esa zona podría elegir exportar sus productos a través de los puertos del Norte, Noreste, Sudeste y Sur, a costos prácticamente similares (Lopes, 2021). Este método se emplea para determinar el mejor destino portuario (Arco Norte o Arco Sur) para productos agropecuarios, considerando la distancia de los municipios y la infraestructura de transportes disponible en corredores de comercio y de exportación.

Lopes (2021) afirma que, por encima de la línea del paralelo 16° Sur, la preferencia para la exportación debe darse a los terminales instalados en el Arco Norte, resultando en la reducción del tiempo de tránsito (*transit time*) y, consecuentemente, en menores costos de transporte. La figura 2 ilustra el concepto de Arco Norte y presenta la división de las regiones productoras según el paralelo 16° Sur, y presenta los datos de exportación del complejo de soja y maíz, en 2022.

FIGURA 2

Soya y maíz: área de producción y volumen de exportación por puerto o terminal – Brasil (2022)



Fuente: CNA (2023).

Elaboración de los autores.

Nota: PDM – Ponto da Madeira; y TMIB – Terminal Marítimo Inácio Barbosa, también conocido como Porto de Barra dos Coqueiros o Porto de Sergipe.

TABLA 2
Producción y exportación de soja y maíz, por sistema portuario – Brasil
(En millones de toneladas)

Cosecha	Producción			Exportación		
	Brasil	Localización		Brasil	Sistema portuario	
		Por encima del paralelo 16° Sur	Por debajo del paralelo 16° Sur		Arco Norte	Arco Sur
2008-2009 (A)	108,0	56	52	43,4	7,2	36,2
2021-2022 (B)	238,6	169,9	68,7	140,9	52,3	88,6
Variación (B - A)	130,6	113,9	16,7	97,5	45,1	52,4

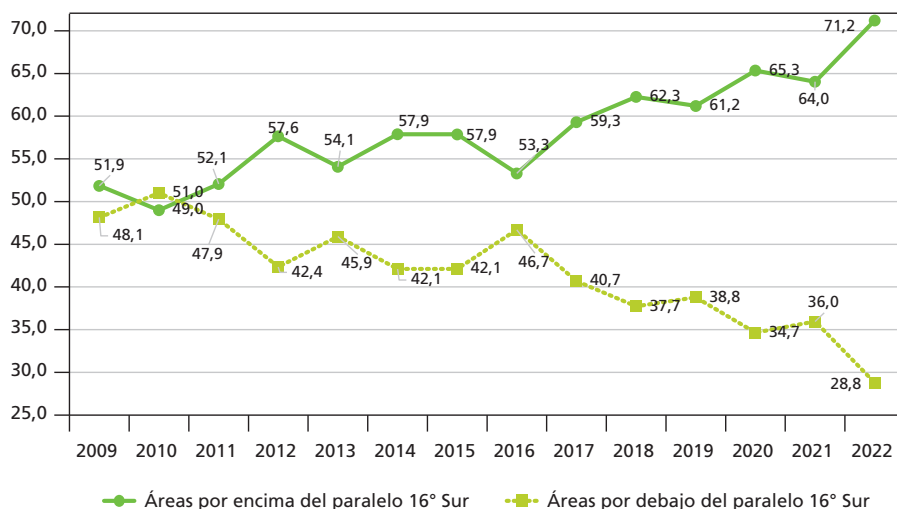
Fuente: CNA (2023).
Elaboración de los autores.

En términos de producción total de granos de soja y maíz, se observa que, entre 2008-2009 y 2021-2022, la cosecha se ha más que duplicado, pasando de 108,0 millones de toneladas a 238,6 millones de toneladas (tabla 2). En la cosecha de 2008-2009, la producción de soja y maíz resultante de las áreas situadas por debajo y por encima del paralelo 16° Sur era bastante cercana: 56 millones de toneladas en las áreas por encima del paralelo 16° Sur y 52 millones de toneladas en las áreas por debajo del mismo. En la cosecha de soja y maíz de 2021-2022, se confirma el protagonismo de las regiones de nuevas fronteras agrícolas, ya que estas produjeron 169,9 millones de toneladas, equivalentes al 71,2% del total nacional. El crecimiento de la producción por encima del paralelo 16° Sur fue del 8,9% anual, superando la tasa registrada en Brasil (6,3% anual). Por su parte, las regiones situadas por debajo de la línea del paralelo 16° Sur contribuyeron con una producción de 68,7 millones de toneladas, o el 28,8% del total nacional.

Mientras que en la cosecha de 2021-2022 la producción por encima del paralelo 16° Sur se triplicó en relación con 2008-2009, alcanzando 169,9 millones de toneladas. Por debajo del paralelo 16° Sur hubo un incremento de solo 16,7 millones de toneladas (tabla 2). El gráfico 1 permite visualizar el histórico de la producción, evidenciando la distancia cada vez mayor entre las cosechas de las áreas por encima y por debajo del paralelo 16° Sur.

GRÁFICO 1

Evolución de la producción de soja y maíz, por área – Brasil (2009-2022)
(En % del total nacional)



Fuente: CNA (2023).
Elaboración de los autores.

El año 2011 marca el período en el que la producción en las nuevas fronteras, situadas por encima del paralelo 16° Sur, inicia la tendencia de crecimiento, distanciándose de las unidades productoras ubicadas por debajo del paralelo 16° Sur. Esto es una evidencia de la necesidad de invertir en infraestructura – portuaria, carretera, ferroviaria e hidroviaria – para atender a la creciente demanda de transporte.

Es importante destacar que casi la mitad de la producción de soja y maíz de Brasil (47,7%) está destinada al mercado externo, y tiene como principales destinos los mercados asiáticos.⁶ La cantidad exportada de soja y maíz por Brasil pasó de 43,4 millones de toneladas en 2009 a 140,9 millones en 2022 (CNA, 2023). Este aumento de la exportación requiere capacidad logística para transportar los productos desde la finca hasta el puerto.

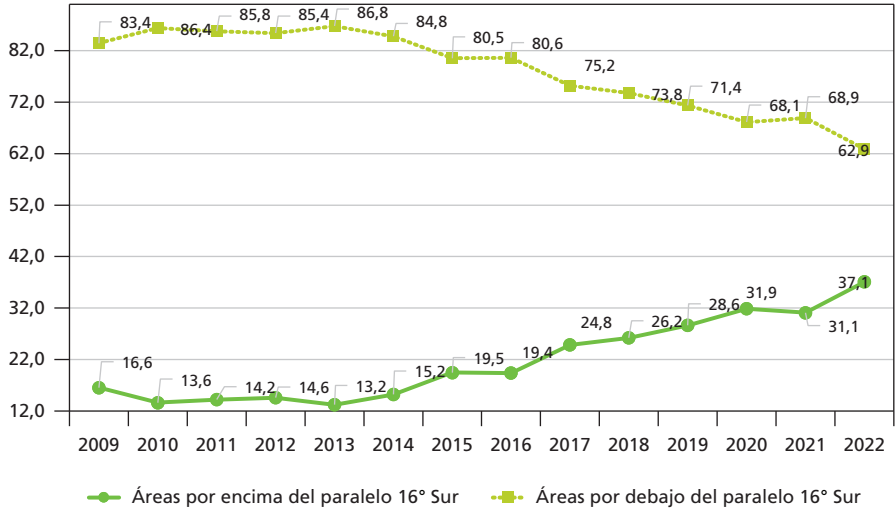
En lo que se refiere a exportación, gran parte todavía se transporta predominantemente por el Arco Sur (88,6 millones de toneladas, o 62,9%). Al analizar los datos a lo largo del tiempo, se observa que las operaciones en los puertos de las regiones Sur y Sudeste están en declive. En estos puertos, entre 2009 y 2022 hubo un incremento en la exportación del complejo de soja y maíz (52,4 millones

6. Disponible en: <https://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>.

de toneladas más). No obstante, en términos porcentuales, la participación en las exportaciones brasileñas se redujo de 83,4% a 62,9%.

Por otro lado, en el Arco Norte, el total movilizado del complejo de soya y maíz en 2022 fue de 52,3 millones de toneladas (37,1% del total nacional). En 2009, tal exportación era de solo 7,2 millones de toneladas. La comparación entre 2009 y 2022 muestra un crecimiento del 628,4%. En el gráfico 2, es posible visualizar la transferencia de parte del total de las exportaciones del complejo de soya y maíz de los puertos del Arco Sur a los puertos del Arco Norte. Con una tasa de crecimiento del 16,5% anual (2009-2022), se espera que los puertos del Arco Norte alcancen, en los próximos diez años, una movilización muy cercana a la de los puertos del Arco Sur (7,1% de crecimiento promedio anual).

GRÁFICO 2
Evolución de las exportaciones de soya y maíz, por área – Brasil (2009-2022)
(En % del total nacional)



Fuente: CNA (2023).
Elaboración de los autores.

El gráfico 2 deja claro que cada año los terminales que atienden a las nuevas fronteras agrícolas representan una mayor porción del mercado. Sin embargo, la capacidad disponible en el Arco Norte sigue sin ser suficiente para satisfacer la demanda de la región, razón por la cual los puertos del Arco Sur siguen atendiendo la mayor parte de los granos destinados al mercado internacional. En los gráficos 3 y 4, se verifica el desempeño de los sistemas portuarios, del Arco Norte y del Arco Sur, por separado.

No obstante, es importante hacer consideraciones para comprender mejor el comportamiento de los datos presentados, incluido el aumento significativo de la capacidad de exportación de granos por los puertos del Arco Norte. Tanto en el gráfico 3 como en el gráfico 4, se observa un estancamiento en las exportaciones del complejo de soya y maíz desde 2009. Sin embargo, a partir de 2014, algunos factores contribuyeron a impulsar las movilizaciones portuarias. Entre los principales, destaca la promulgación de la Ley nº 12.815, del 5 de junio de 2013, también conocida como Ley de Puertos o Ley de Modernización Portuaria.

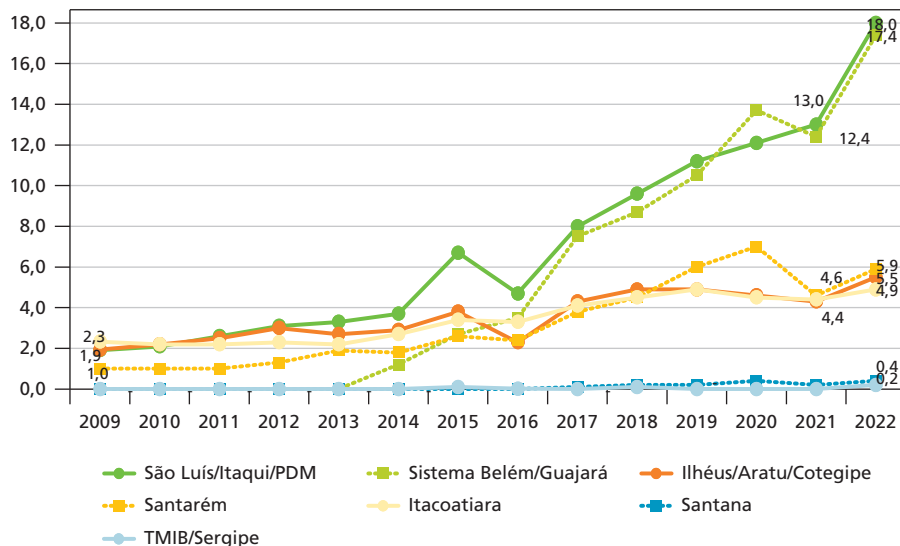
Dicha normativa regula la explotación directa e indirecta por parte de la *União de portos e instalações portuárias*. Como innovación, permitió que la iniciativa privada instalara, por su propia cuenta y riesgo, los llamados terminales de uso privado (TUPs) y también las estaciones de transbordo de cargas (ETCs), con el fin de mover cargas propias y prestar servicios de almacenamiento. La participación de la iniciativa privada en el sector portuario adquirió un nuevo enfoque económico, proporcionando incentivos y buscando cada vez más la productividad y la participación de los empresarios. Esta afirmación se confirma con la información divulgada por la Agência Nacional de Transportes Aquaviários (Antaq, por sus siglas en portugués), según la cual, después de la promulgación de la Ley de Puertos, se autorizaron 92 instalaciones portuarias, entre TUPs, ETCs e instalaciones portuarias públicas de pequeño porte (IP4) en las regiones atendidas por el complejo portuario del Arco Norte (Lopes, 2021).

A partir de los datos del gráfico 3, se movilizaron 41,3 millones de toneladas del complejo de soya y maíz en los terminales de Santarém, Pará. Esto incluye 5,9 millones de toneladas del sistema Belém-Guajará (también en Pará) y 18,0 millones de toneladas del sistema São Luís, Itaqui y Ponta do Madeira, en Maranhão. En conjunto, estas cifras representan el 79% de las exportaciones realizadas por el Arco Norte. Además, debemos considerar el sistema portuario de Ilhéus, Aratu y Cotegipe, en Bahía, que atiende la producción del oeste del estado, especialmente los municipios de Barreiras y Luís Eduardo Magalhães. A través de estas terminales, se transportaron 5,5 millones de toneladas en 2022, lo que equivale al 10,5% del total del Arco Norte. Este volumen representa más del doble de lo movilizado en 2009, es decir, 1,9 millones de toneladas de soya y maíz.

GRÁFICO 3

Evolución de las exportaciones de soja y maíz a través de los puertos del Arco Norte (2009-2022)

(En 1 millón de toneladas)



Fuente: CNA (2023).

Elaboración de los autores.

Un ejemplo de las contribuciones de la Ley de Puertos fue el inicio de las operaciones en el complejo portuario de Belém. En 2014, se registró la exportación de 1,2 millones de toneladas de soja y maíz, mientras que en 2022 se movilizaron 17,4 millones de toneladas de granos. Otro desempeño digno de mención es el del sistema portuario maranhense de São Luís, Itaqui y Ponta do Madeira, que exportó 18,0 millones de toneladas en 2022. Destacan dos terminales responsables de la movilización de granos en el puerto de Itaqui: Terminal Portuario de São Luís (TPSL) y Terminal de Granos de Maranhão (Tegram), que juntos sumaron 16,2 millones de toneladas, equivalentes al 90 % del total de granos transportados en ese puerto.

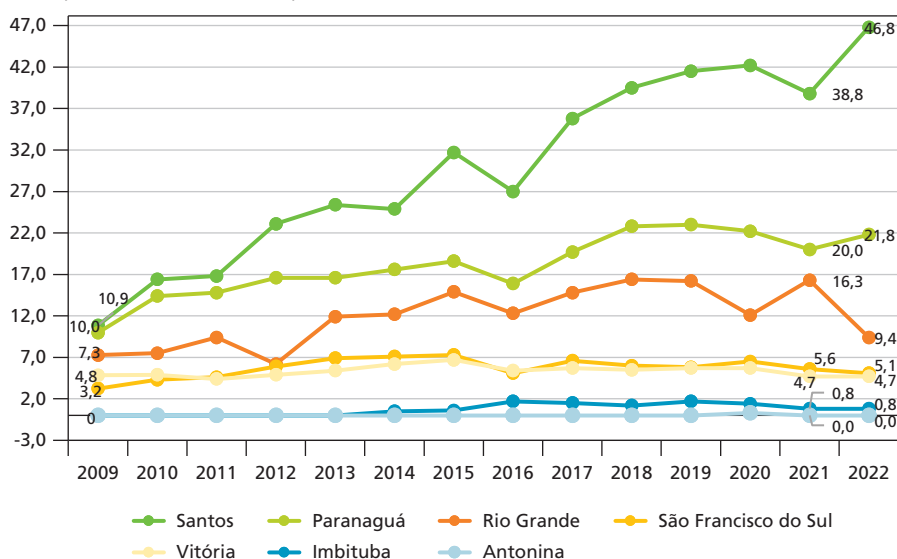
En el gráfico 4 se observa la evolución de las movilizaciones en el puerto de Santos, que se cuadruplicaron entre 2009 y 2022. En 2014, en ese puerto se adoptó el sistema de agendamiento de camiones, que permitió evitar filas y congestiones en las áreas portuarias, optimizando el tiempo de atención en los terminales. Además, otras medidas fueron implementadas por las autoridades portuarias de las regiones Sur y Sudeste, lo que contribuyó a mejorar la eficiencia operativa. Entre esas medidas se destacan: la ampliación de los terminales; la reorganización espacial por tipo de carga; la adopción de nuevas tecnologías y equipos (balanzas, *scanners*);

la mejora de los accesos marítimos, mediante dragados, y de los accesos terrestres, mediante la construcción o el mantenimiento de autopistas y líneas ferroviarias; además de la adhesión a medidas de desburocratización, como el sistema *Portos Sem Papel* del gobierno federal.

GRÁFICO 4

Evolución de las exportaciones de soja y maíz a través de los puertos del Arco Sur (2009-2022)

(En 1 millón de toneladas)



Fuente: CNA (2023).

Elaboración de los autores.

Los puertos con mayor volumen de operaciones fueron los de Santos, en São Paulo, con 46,8 millones de toneladas, lo que equivale al 33,2% del total del Arco Sur; Paranaguá, en Paraná, con 21,8 millones de toneladas (15,5%); y Rio Grande, en Rio Grande do Sul, con 9,4 millones de toneladas (6,7%). Este resultado se puede explicar por la existencia de una deficiencia en la infraestructura de transporte entre las zonas de producción y los puertos del Arco Norte, lo que induce a que una parte importante de la producción de las nuevas fronteras deba ser destinada a los puertos del Arco Sur. Otro factor importante es la casi inexistencia de carga de retorno en el Arco Norte. Los puertos del Sur y del Sudeste reciben aproximadamente el 80% de las importaciones de fertilizantes.⁷ Esta ausencia de carga de retorno aumenta los costos logísticos, ya que los transportadores cobran por el servicio el equivalente al costo total del viaje de ida y vuelta.

7. Disponible en: <https://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>.

El cambio en la logística de granos es urgente, ya que la producción y la exportación deben continuar creciendo en los próximos años. Las proyecciones para la cosecha 2031-2032 son de una producción de 329,2 millones de toneladas de soya y maíz, lo que representa un aumento del 37,8% sobre la cosecha de 2021-2022. A su vez, las exportaciones deben presentar un aumento del 41,4% en el mismo período (Brasil, 2022). Es fundamental invertir en la expansión de la oferta de sistemas portuarios y mejorar los accesos al Arco Norte para evitar que productos, como las materias primas, recorran miles de kilómetros desde las unidades de producción hasta los puertos. La siguiente sección presenta la caracterización de los principales corredores de comercio y exportación de las regiones de nuevas fronteras agrícolas, así como sugerencias de intervenciones para satisfacer la demanda de transporte proyectada para las próximas décadas.

3 INFRAESTRUCTURA DE ACCESO AL ARCO NORTE PARA EL TRANSPORTE DE GRANOS

La zona en cuestión comprende los ejes de movimiento de soya y maíz definidos de acuerdo con el estudio de los corredores logísticos estratégicos del complejo del Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil (MTPA, por sus siglas en portugués), que son: i) eje Madeira; ii) eje Tapajós; iii) eje Tocantins; iv) eje São Luís; y v) eje Salvador (Brasil, 2017). La figura 3 ilustra la infraestructura del movimiento de granos.

FIGURA 3
Infraestructura logística de granos (2022)



Elaboración de los autores.

La infraestructura disponible en el Arco Norte se centra en carreteras. El modo ferroviario está compuesto por el tramo norte del Ferrocarril Norte-Sur (FNS) y la vía férrea de la Estrada de Ferro Carajás (EFC). El sistema fluvial está formado por los ríos Madeira, Amazonas y Tapajós. Los principales complejos portuarios del Arco Norte son: Itacoatiara (Amazonas), Santana (Amapá), Santarém, Belém-Guajará, São Luís y Salvador.

3.1 Eje Madeira

El eje Madeira se centra en atender a la producción de la región oeste de Mato Grosso y del estado de Rondônia. Este corredor logístico está formado por el río Madeira y el río Amazonas, que se conectan a los puertos de Porto Velho (Rondônia), Itacoatiara, Santarém, Belém y Santana. El acceso a Porto Velho se realiza principalmente por vía terrestre, utilizando las carreteras BR-364, BR-174

y BR-070. El corredor fluvial Madeira-Amazonas es navegable durante todo el año, teniendo restricciones a la navegación solo durante la época de sequía. Aun así, existe la necesidad de intervenciones, con obras de dragado, despeje de rocas, balizamiento y señalización.

3.2 Eje Tapajós

El eje Tapajós comprende la carretera BR-163 y las vías fluviales de los ríos Tapajós y Amazonas. La BR-163 conecta la región productora del Centro-Oeste con los puertos de Santarém, Belém y Santana. El puerto de Santarém es accesible por carretera o mediante una combinación de carretera y vías fluviales, pasando por la estación de transbordo de Miritituba (Pará) y siguiendo por el río Tapajós. La estación de transbordo de Miritituba también conecta la BR-163 con los puertos de Belém y Santana a través de los ríos Tapajós y Amazonas.

El proyecto ferroviario Ferrogrão tiene como objetivo mejorar el transporte de la producción agrícola del Centro-Oeste, conectando la ciudad de Lucas do Rio Verde, en Mato Grosso, con Miritituba.

El río Tapajós también necesita mejoras en señalización y balizamiento, así como obras de dragado y despeje de rocas.

3.3 Eje Tocantins

El eje Tocantins está compuesto por el tramo norte de la Ferrovia Norte-Sul (FNS), que conecta Porto Nacional, en Tocantins, con Açailândia, en Maranhão. Como este ferrocarril no tiene salida a puertos, el acceso al puerto de São Luís se realiza por la interconexión de la FNS con la EFC. El eje Tocantins también comprende dos corredores terrestres que dan acceso al puerto de Belém. El primero está formado por la BR-158, BR-155 y PA-150, y el segundo, por la BR-153 y BR-010.

Un gran obstáculo de este corredor logístico es la conexión de las áreas productivas del Centro-Oeste con la FNS, la cual se solucionará con la construcción del Ferrocarril de Integración Centro-Oeste (Fico). El corredor fluvial del río Tocantins, que nace en el estado de Goiás y se desarrolla hasta el estado de Pará, tiene alto potencial de navegación, pero enfrenta dificultades naturales, especialmente con el Pedral de Lourenço, formación rocosa de una extensión de 43 km. Las intervenciones en este corredor permitirán el transporte en un tramo de aproximadamente 500 km, desde Marabá, en Pará, hasta la desembocadura del río.

3.4 Eje São Luís

Este eje conecta las regiones productoras de Maranhão, Piauí y Tocantins con el puerto de São Luís. El acceso al puerto se realiza mediante las carreteras BR-230 y BR-135.

3.5 Eje Salvador

El eje Salvador atiende principalmente a la producción de Bahía y comprende el acceso al puerto de Salvador por la BR-242. Una obra importante para fortalecer la cadena logística de granos del Arco Norte es el Ferrocarril de Integración Oeste-Este (Fiol). Una vez concluida, la Fiol conectará el puerto de Ilhéus con la región productora de granos de Barreiras (Bahía) y tendrá conexión con la FNS en Figueirópolis (Tocantins).

Como se observa, la mayoría de los ejes utiliza el modo terrestre como principal medio de acceso a los puertos del Arco Norte. A excepción del FNS y de la EFC, las demás líneas ferroviarias se encuentran en fase de implantación (Fiol y Fico) o planificación (Ferrogrão). Se navega con restricciones en los ríos Madeira, Tapajós y Tocantins. Sobre las carreteras, la clasificación en cada eje utilizó la información de la encuesta CNT de carreteras (CNT, 2022). El cuadro 1 presenta la situación de los tramos considerados, a partir de la evaluación del estado general, pavimento, señalización y geometría de la vía.

CUADRO 1
Clasificación de las carreteras utilizadas en el acceso a los puertos del Arco Norte (2022)

Autopista	UFs	Estado general	Pavimento	Señalización	Geometría de la vía
BR-010	Pará y Tocantins	Regular	Regular	Regular	Regular
BR-070	Mato Grosso	Regular	Regular	Regular	Regular
BR-135	Bahía, Maranhão y Piauí	Malo o regular	Malo o regular	Malo o regular	Regular
BR-153	Tocantins	Bien	Bien	Regular	Bien
BR-155	Pará	Malo	Pésimo	Pésimo o malo	Pésimo o malo
BR-158	Mato Grosso y Pará	Regular o malo	Regular o malo	Regular o malo	Regular o malo
BR-163	Mato Grosso y Pará	Regular o malo	Regular o malo	Regular o malo	Regular
BR-174	Mato Grosso y Rondônia	Regular	Bien o regular	Regular	Regular
BR-230	Maranhão, Piauí y Tocantins	Regular	Regular	Regular	Regular
BR-242	Bahía, Mato Grosso y Tocantins	Regular	Bien	Regular	Regular
BR-364	Mato Grosso y Rondônia	Regular	Regular	Regular	Regular
PA-150	Pará	No evaluada			

Fuente: CNT (2022).
Elaboración de los autores.

Es notorio que la mayoría de las carreteras federales que sirven a la región de nueva frontera agrícola necesitan de inversiones para la mejora del escenario presentado por la CNT (2022). Se sabe que problemas en el pavimento impactan directamente en los costos variables del transporte terrestre de cargas, ya que disminuyen la eficiencia del vehículo, haciendo los viajes más demorados, así como aumentan el gasto de combustible por kilómetro. Considerando la extensión total

de las carreteras federales evaluadas (67.382 km), el 7,1% tuvo su estado general clasificado como óptimo; el 31,7%, como bueno; el 41,9%, como regular; el 15,2%, como malo; y el 4,1%, como pésimo.

La investigación de la CNT también identificó la existencia de pavimentos más degradados en la región Norte (77,6%), seguida del Centro-Oeste (72,1%), Nordeste (71,2%), Sur (69,2%) y Sudeste (65,3%). De esta forma, se estima que, en la región Norte, el transporte terrestre de cargas gasta un 43,6% más en términos de costos operativos de lo que debería si las carreteras estuvieran en estado óptimo. En el Centro-Oeste, el aumento de costos es del 30,4%; en el Nordeste, del 33,8%; en el Sur, del 31,7%; y en el Sudeste, del 30,0%.

En cuanto a la gestión de las vías, concedidas o públicas, el 48,1% de aquellas en operación privada presentan algún tipo de irregularidad en el pavimento, lo que implica un incremento en los costos operativos del 17,8%. En relación con las carreteras bajo gestión pública, el porcentaje de vías con algún tipo de problema en el pavimento fue del 76,1%, resultando en un incremento del 37,1% en los costos operativos. Esta variación entre los incrementos en los costos de operación indica que las vías concedidas han tenido más éxito en mantener un nivel de servicio más elevado. Además, el 78,5% de la red de carreteras nacional no está pavimentada. Así, el incremento total de gastos relacionado con deficiencias en la infraestructura nacional podría ser aún mayor.

Los resultados de la investigación de la CNT (2022) enfatizan la necesidad de mejoras en los sistemas de transportes. Ante la degradación y la insuficiencia de la red de carreteras, las mejoras logísticas pueden, en muchos casos, generar beneficios superiores a las de la adopción de nuevas tecnologías agrícolas (Castro *et al.*, 2017). La sección siguiente enumera las acciones prioritarias en logística e infraestructura para la mejora del acceso a los puertos del Arco Norte.

4 INVERSIONES NECESARIAS PARA EL ACCESO A LOS PUERTOS DEL ARCO NORTE

A partir del análisis de la infraestructura existente en el Arco Norte, se verificó la necesidad de ofrecer vías de acceso desde las unidades productoras a los centros de distribución (mercado interno) y a los puertos (mercado externo). Tras verificar el estado de las carreteras, ríos y líneas férreas disponibles, se identificaron intervenciones que incluyen la adecuación, el mantenimiento y la pavimentación de carreteras, la construcción de terceros carriles y la implantación de líneas férreas para conectar las demás redes. Para los ríos, se indica la realización de obras de dragado, despeje de rocas, señalización y balizamiento, así como la actualización de las cartas náuticas y la implantación de dispositivos de transposición de desniveles.

Las intervenciones en logística e infraestructura necesarias para garantizar el escurrimiento de los productos agropecuarios, de las regiones de nuevas fronteras agrícolas a los centros de distribución o terminales portuarios, se detallan en el cuadro 2.

CUADRO 2

Intervenciones necesarias para garantizar el acceso de los productos agropecuarios al sistema portuario brasileño

Modalidad de transporte	Intervenciones necesarias	Justificación
Autopista	BR-020: preparación del Estudio de Factibilidad Técnica, Económico y Ambiental (Evea), pavimentación y adecuación del tramo Santa Rita de Cássia, en Bahía, para Campo Alegre de Lourdes, en Piauí, un total de 310 km.	1,5 a 3 millones de toneladas por año de productos agropecuarios. Abastecimiento a la región Nordeste con maíz para la avicultura en la franja costera.
Autopista	BR-020: pavimentación y adecuación del tramo de 741 km entre Barreiras, en Bahía, y Picos, en Piauí, en el cruce con la BR-230.	4 a 7 millones de toneladas por año de productos agrícolas. Abastecer a la región Nordeste de maíz para la avicultura en la franja costera.
Autopista	BR-080: pavimentación del tramo de 201 km desde Ribeirão Cascalheira (Mato Grosso) hasta Luiz Alves, en São Miguel do Araguaia (Goiás).	3 a 5 millones de toneladas por año de productos agrícolas. Conexión de centros de producción al FNS y a los puertos de Arco Norte.
Autopista	BR-155: adecuación de la capacidad de la carretera, con 350 km de longitud, en el tramo de Redenção a Marabá, ambas ciudades de Pará.	7 a 15 millones de toneladas por año de productos agrícolas. Conexión de los centros de producción a otros modos de transporte (FNS e Hidrovía del río Tocantins) y a los puertos de Arco Norte (Itaqui y Barcarena). Cabe señalar que la plena navegación de la hidrovía de Tocantins depende de la finalización de las obras de demolición del Pedral do Lourenço (Pará).
Autopista	BR-158: ejecución y pavimentación del contorno del territorio indígena Marãiwatsédé, en Mato Grosso, con 195 km, y adecuación de la capacidad de la carretera en el tramo que va desde la frontera entre Mato Grosso y Pará hasta la ciudad de Redenção, con la construcción de puentes.	
Autopista	BR-163: finalización de la pavimentación del tramo de Mirirituba a Santarém, y construcción de puentes, totalizando 33 km.	1 a 5 millones de toneladas anuales de granos. Conexión de los centros de producción a otros modos de transporte y a los puertos de Arco Norte, con la ayuda de la implementación de Ferrogrão (EF-170).
Autopista	BR 174: pavimentación del tramo de 233 km desde Juína, en Mato Grosso, hasta Vilhena, en Rondônia.	3 a 5 millones de toneladas anuales de cereales para el corredor logístico BR 364 y la vía fluvial del río Madeira.
Autopista	BR-230, BR-412 y BR-232: adecuación de la capacidad viaria, en el tramo Pernambuco de la ruta de Picos a João Pessoa, por la BR-232, para un total de 852 km.	2 a 4 millones de toneladas por año de granos. Suministro de granos para fincas costeras, frutas, fertilizantes, combustible y alimentos.
Autopista	BR 235: ejecución y pavimentación del tramo de Monte Alegre do Piauí a Santa Filomena (Piauí), y de Santa Filomena a Pedro Afonso, en Tocantins.	3 millones de toneladas al año de granos. Flujo de producción agrícola desde Piauí, Maranhão y Tocantins hacia el FNS, hacia Puerto de Itaqui.
Autopista	BR-242: pavimentación del tramo de 288 km desde Santiago do Norte hasta Querência, en Mato Grosso.	5 millones de toneladas al año de granos. Conexión de áreas de producción a la BR-158 y BR-163.
Autopista	BR-242: adecuación, mantenimiento, ampliación de pavimento e instalación de terceros carriles en el tramo Luís Eduardo Magalhães a Aratu-Cotegipe.	5 a 10 millones de toneladas por año de granos. Flujo de granos para exportación a través del puerto de Cotegipe, y flete de regreso de fertilizantes, para atender las demandas internas de Bahía.

(Continúa)

(Continuación)

Modalidad de transporte	Intervenciones necesarias	Justificación
Autopista	BR-324: ejecución y pavimentación del tramo Ribeiro Gonçalves, en Piauí, hasta Balsas, en Maranhão.	2 a 3 millones de toneladas por año de granos. Flujo de producción agrícola desde Piauí y Maranhão hacia el puerto de Itaqui.
Autopista	BR-330: adecuación de capacidad del tramo Tasso Fragoso-Balsas, en Maranhão.	3 millones de toneladas al año de granos. Flujo de producción agrícola desde Piauí y Maranhão hacia el puerto de Itaqui.
Ferroviario	Ferrogrão: licitación del tramo desde Sinop, en Mato Grosso, hasta Miritituba, en Pará.	30 a 50 millones de toneladas por año de granos. Conexión desde el norte de Mato Grosso hasta el puerto de Miritituba-Itaituba, en Pará.
Ferroviario	Fico: continuar con las obras de construcción de la vía férrea de Mara Rosa (Goiás) a Água Boa (Mato Grosso).	De 10 a 15 millones de toneladas de cereales al año. Conexión con FNS.
Ferroviario	Fiol: licitación del tramo desde Caetité, en Bahía, hasta Figueirópolis, en Tocantins.	15 millones de toneladas de cereales al año. Conexión con FNS y el puerto de Ilhéus.
Ferroviario	Ferrocarril Centro-Atlántica (FCA): renovación anticipada de la FCA, con adecuación de capacidad del tramo de Brumado al puerto de Cotegipe, en Bahía.	5 a 10 millones de toneladas por año de granos. Habilitar alternativas para el transporte de la producción de granos desde el oeste de Bahía a través de los puertos de Ilhéus y Cotegipe (Complejo Aratu).
Fluvial	Vía fluvial del río Madeira: dragado y señalización.	20 millones de toneladas al año de granos. Obras de señalización, demolición, balizamiento y dragado (tráfico permanente).
Fluvial	Río Tapajós: dragado, señalización y balizamiento del tramo de Miritituba a Santarém.	De 20 a 50 millones de toneladas de cereales al año. Garantía del movimiento de carga agrícola por ríos.
Fluvial	Río Tocantins: hundimiento del Pedral do Lourenço, en Tocantins.	20 a 50 millones de toneladas por año de grano, fertilizantes y minerales. Cargo hasta 2025.

Elaboración de los autores.

Nota: Los valores presentados en la columna de justificación se refieren al potencial de producción de la región después de las intervenciones.

Las sugerencias presentadas para adecuar la infraestructura a la demanda generada por la producción del sector agropecuario requieren considerables recursos para su realización. Es importante recordar que la inversión en logística se traduce en la reducción del “*custo Brasil*” y genera efectos multiplicadores positivos, como la integración entre las regiones de Brasil y el aumento de la productividad y la competitividad. Estos efectos crean condiciones propicias para el crecimiento y el desarrollo económico, en la medida en que generan empleo e ingresos. Además de los recursos que deben destinarse a obras de infraestructura, esta investigación propone algunas medidas para la formulación de planes de gobierno, incluida la atracción de inversiones privadas:

- desarrollo de planes sectoriales consistentes que consideren objetivos, directrices, principios e instrumentos que garanticen los resultados propuestos;
- oferta de proyectos financieramente atractivos, de manera que motiven aportes de capital por parte de la iniciativa privada;

- formulación de reglas claras y de largo plazo, que proporcionen seguridad jurídica, estabilidad y transparencia, y que no interfieran con los riesgos de las inversiones;
- actuación equilibrada y conjunta del sector público y del sector privado en la construcción de marcos regulatorios sectoriales adecuados;
- gestión de lo público basada en la calidad, la innovación y el uso equilibrado del poder regulatorio;
- incentivos a las asociaciones que faciliten inversiones en infraestructura y fomenten un ambiente de competencia, estimulen la iniciativa privada y garanticen una mínima intervención estatal en negocios privados;
- integración de los modos de transporte (terrestre, ferroviario y acuático) a los centros de distribución y a los sistemas portuarios públicos y privados (intermodalidad y multimodalidad);
- movilización de personas y cargas, satisfaciendo las condiciones de regularidad, continuidad, eficiencia, seguridad, actualidad, generalidad, cortesía en la prestación del servicio de transporte y moderación tarifaria; y
- conexión del campo con la ciudad, abasteciendo los mercados interno y externo, y ofreciendo a las haciendas insumos y condiciones necesarias para la producción.

La asignación de recursos a los corredores y terminales del Arco Norte contribuiría a equilibrar las tendencias de crecimiento en la producción de varias cadenas productivas nacionales y, consecuentemente, en la ampliación de la demanda por transportes de esas cadenas (Brasil, 2016). Debido a la crisis política, económica y fiscal que golpeó la economía en 2014, las inversiones en infraestructura de transporte registraron una marcada caída. En el período de 2004 a 2021, la inversión pública federal seguía siendo la principal fuente de recursos para la realización de las obras y de las acciones necesarias para el mantenimiento y la expansión de la infraestructura de transporte. El valor total invertido por el poder público en la infraestructura de transporte, en el período de 2004 a 2012, fue de R\$ 168,98 mil millones, mientras que la iniciativa privada desembolsó R\$ 133,23 mil millones. En el período de 2013 a 2021, las inversiones públicas federales sumaron R\$ 145,44 mil millones, mientras que las privadas fueron de R\$ 246,28 mil millones (CNT, 2022).

Sin embargo, aunque la participación privada sea de suma importancia para el avance necesario en el sector de transportes, esto no exime al poder público de responsabilidad en este proceso. El Estado representa al propietario legal y mantenedor de la infraestructura de transporte en el país. Es necesario comprender que, dada la dimensión territorial brasileña y la complejidad de la estructura de transporte,

no todos los proyectos presentarán viabilidad financiera, en términos de costos y beneficios, para atraer la participación del sector privado (CNT, 2022).

A pesar de que los problemas relacionados con la infraestructura brasileña requieren la implementación de un conjunto de acciones estructuradas y amplias para su solución, las iniciativas ya en ejecución indican que el gobierno brasileño está consciente de los cuellos de botella existentes y ha buscado adoptar medidas para atenuar estos problemas, como el Programa de Asociaciones de Inversión – PPI y el Plan Nacional de Logística – PNL (Brasil, 2018b).

Creado por la Ley nº 13.334/2016, el PPI tiene el propósito de ampliar y fortalecer la interacción entre el Estado y la iniciativa privada mediante la celebración de contratos de asociación y otras medidas de desestatización. Uno de los principales ejes de actuación del PPI es la calificación de proyectos de infraestructura prioritarios para asociaciones con el sector privado.

A su vez, el PNL es uno de los principales instrumentos que el poder público tiene para planificar, a largo plazo, la infraestructura de transportes brasileña. El PNL identifica y propone, con base en el diagnóstico actual, soluciones que contribuyen al desarrollo brasileño. El objetivo es señalar emprendimientos que permitan reducir los costos, mejorar el nivel de servicio para los usuarios, buscar el equilibrio de la matriz de transportes, aumentar la eficiencia de los modos utilizados para el movimiento de cargas y disminuir la emisión de contaminantes (EPL, 2023).

5 CONSIDERACIONES FINALES

El potencial competitivo de la agricultura brasileña ha permitido, en pocas décadas, que el país se destaque en el escenario mundial como un gran exportador de *commodities*, especialmente de soya y maíz. Tal logro se alcanzó gracias a los esfuerzos emprendidos por el gobierno, las instituciones de ciencia, tecnología e innovación y los agentes públicos y privados del sector, lo que ha permitido obtener crecientes ganancias de productividad, así como la utilización de áreas hasta entonces consideradas no aptas para la agricultura, lo que ha propiciado la expansión de las fronteras agrícolas.

A pesar de este nuevo contexto, el sistema de infraestructura logística brasileño sigue presentando serias deficiencias, lo que evidencia una brecha entre la capacidad de producción de granos y su escurrimiento por las vías brasileñas, principalmente hacia los puertos del Arco Norte. Las regiones de nuevas fronteras agrícolas – Centro-Norte y Matopiba – responden por más del 70,0% de la producción de soya y maíz. Sin embargo, la participación de los puertos del Arco Norte en el total exportado es de solo el 37,1%.

Es necesario dotar a las regiones de nuevas fronteras agrícolas de infraestructura para aprovechar las ventajas competitivas que los puertos del Arco Norte pueden ofrecer, principalmente en la reducción del tiempo de viaje y de los costos. Además, el desarrollo de los puertos del Norte puede crear una estructura para la recepción y procesamiento de materias primas para insumos que podría viabilizar los fletes de retorno de manera más eficiente. La utilización de los puertos del Arco Norte también se justifica por la minimización de los impactos ambientales, con la integración de los modos de transporte fluvial y ferroviario.

Ante esta constatación, el presente estudio realizó un diagnóstico de la infraestructura de acceso al sistema portuario del Arco Norte e identificó acciones prioritarias en logística e infraestructura para aumentar la participación de estos puertos en el total movilizado de granos, como la conclusión del proyecto Ferrogrão y la mejora de las condiciones de navegabilidad de las vías fluviales de los ríos Tocantins, Madeira y Tapajós. Debido a la escasez de recursos públicos, se ha señalado la búsqueda de asociaciones con el sector privado como una vía para viabilizar las inversiones en transporte. Sin embargo, dichas inversiones dependen de la estabilidad regulatoria y de la superación del desafío del financiamiento.

Aunque las inversiones públicas en infraestructura han disminuido mucho en los últimos años, el gobierno brasileño es consciente de los cuellos de botella en el sector y ha buscado adoptar medidas para atenuar los problemas, como el PPI y el PNL.

REFERENCIAS

BRASIL. Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil. **Corredores logísticos estratégicos: complexo de soya e milho**. Brasília: MTPA, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do agronegócio: Brasil 2017-2018 a 2027-2028 – projeções de longo prazo**. Brasília: Mapa, 2018a.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. **Investimentos privados no setor de infraestrutura do Brasil: oportunidades no âmbito de acordos internacionais**. Brasília: Seain, 2018b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do agronegócio: Brasil 2021-2022 a 2031-2032 – projeções de longo prazo**. Brasília: Mapa; SPA, 2022.

CASTRO, G. S. A. *et al.* **Macrologística da agropecuária brasileira: estudo de caso exportações de soya e milho**. Campinas: Embrapa, 2017.

CNA – CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Dados macroeconômicos do setor agropecuário brasileiro**. Brasília: CNA, 2023.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Entraves logísticos ao escoamento de soya e milho**. Brasília: CNT, 2015.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa CNT de rodovias 2022**. Brasília: CNT; Sest Senat, 2022.

EPL – EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA. **Plano Nacional de Logística**. Brasília: EPL, 2023. Disponible en: <https://portal.epl.gov.br/plano-nacional-de-logistica-pnl>. Consulta en: jan. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Agrícola Municipal 2021**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponible en: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Consulta en: nov. 2022.

LOPES, E. P. Arco Norte: promissora saída para o mundo. **A Granja**, Porto Alegre, n. 871, jul. 2021.

VIEIRA FILHO, J. E. R. A fronteira agropecuária brasileira: redistribuição produtiva, efeito poupa-terra e desafios estruturais logísticos. *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília: Ipea, 2016. p. 89-107.

VIEIRA FILHO, J. E. R. **O desenvolvimento da agricultura do Brasil e o papel da Embrapa**. Rio de Janeiro: Ipea, 2022. (Texto para Discussão, n. 2748).

VIEIRA FILHO, J. E. R.; FISHLOW, A. **Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividades**. Brasília: Ipea, 2017.

PARTE II

PRECIOS Y COMERCIO INTERNACIONAL

DIMENSIONES
DEL AGRONEGOCIO
BRASILEÑO



PRECIOS INTERNACIONALES Y ALIMENTOS EN BRASIL¹

Leonardo Chaves Borges Cardoso²

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho³

1 INTRODUCCIÓN

Los altos precios de los alimentos se han asociado con una serie de impactos, que van desde el aumento de las huelgas (Bellemare, 2015) y la inestabilidad política (Arezki y Bruckner, 2011) hasta un incremento de la prevalencia de obesidad entre mujeres en países en desarrollo (Conklin *et al.*, 2019). Sin embargo, la literatura ha puesto mayor énfasis en los efectos de estos precios elevados sobre la expansión de la pobreza y la inseguridad alimentaria (Headey, 2018; Ivanic y Martin, 2008). Por ello, *la inflación de alimentos* continúa siendo un tema relevante en los debates públicos, la formulación de políticas y la literatura económica. Los artículos que abordan este tema a menudo siguen un patrón familiar en sus primeros párrafos, mencionando un episodio de aumento repentino en los precios, seguido de la referencia a un foro internacional en el que se discuten los desafíos derivados de dichos aumentos. Este trabajo no es una excepción y comienza informando que, entre enero de 2020 y enero de 2023, los precios de los alimentos aumentaron un 29% a nivel mundial (FAO, 2023) y un 38% en el mercado brasileño.⁴ Estos precios elevados generan preocupaciones respecto al cumplimiento de gran parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, especialmente los dos primeros: erradicación de la pobreza y hambre cero.

Además de presentar el panorama de la inflación de alimentos en Brasil, este trabajo avanza al investigar los determinantes de la inflación de alimentos en el país, con énfasis en el papel de los precios internacionales. Utilizando varios modelos estructurales de vectores autorregresivos (SVAR), se observó cómo responden los precios internos de los alimentos a los choques internacionales. Los precios internacionales seleccionados fueron: i) el petróleo, debido a que es un

1. Los códigos y rutinas utilizados en este trabajo están disponibles en: <http://www.leonardocbcardoso.com/precoalimentos>.

2. Profesor adjunto en el Departamento de Economía Rural del Programa de Posgrado en Economía Aplicada y investigador en el Instituto de Políticas Públicas y Desarrollo Sostenible (IPADS), ambos de la Universidade Federal de Viçosa (UFV); y consultor de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). E-mail: leonardocardoso@ufv.br.

3. Investigador del Instituto de Investigación Económica Aplicada (Ipea); profesor del Programa de Posgrado en Políticas Públicas del Ipea; y columnista de economía del canal Agromais TV. E-mail: jose.vieira@ipea.gov.br.

4. Disponible en: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/snipc>. Consulta en: 15 dic. 2024.

importante referente de los costos de producción de alimentos – fertilizantes son intensivos en petróleo (Baumeister y Kilian, 2014; Alexander *et al.*, 2022); ii) el precio internacional de los alimentos, ya que parte de la cadena de suministro y de los mercados es común a los alimentos a nivel global (Peersman, 2022; Gregorio, 2012); iii) la tasa de cambio, ya que es un canal importante a través del cual los choques internacionales afectan al mercado interno (Davidson *et al.*, 2016).

En relación a los precios internos de los alimentos, la base del *Índice de Preços ao Consumidor Amplo* del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IPCA/IBGE) es bastante rica, conteniendo promedios mensuales de precios de alimentos para Brasil y para nueve regiones metropolitanas, además de precios promedio aún más desglosados por producto, tanto para Brasil como para las regiones metropolitanas observadas. Esto brinda la oportunidad de observar diversas heterogeneidades en la respuesta a los choques internacionales. Por ejemplo, es posible responder si los choques internacionales se transmiten de manera similar en todas las regiones metropolitanas y cómo es la reacción individual de cada alimento a los precios del mercado internacional.

Una transmisión significativa de los choques globales en los precios de los alimentos puede amenazar la seguridad alimentaria de los consumidores de bajos ingresos, especialmente en situaciones de marcado aumento de los precios mundiales. La explicación tradicional de las variaciones en la transmisión de precios de los alimentos se basa en las diferencias en el grado de integración de los mercados. Este grado de integración está influenciado por el tamaño de los costos comerciales y otras heterogeneidades específicas de cada alimento (Wodon y Zaman, 2010).

En el contexto brasileño, la mayoría de los trabajos realiza análisis producto por producto; es decir, analizan cómo los precios internacionales de un producto específico se transmiten al mercado interno. Adami y Miranda (2011) para los precios internacionales y domésticos del arroz, Palazzi, Meira y Klotzle (2022) para el precio internacional del azúcar y el precio doméstico del combustible y Margarido, Turolla y Bueno (2007) para los precios internacionales y domésticos de la soya, son ejemplos de este tipo de análisis. También hay trabajos relevantes que examinan cómo la inflación de alimentos doméstica afecta a otras variables de interés. Ferreira *et al.* (2013), por ejemplo, muestran cómo el aumento de los precios de los alimentos en Brasil durante la crisis alimentaria de 2007-2008 tuvo impactos significativos en las familias, con un aumento de la pobreza a nivel nacional, pero con alguna mejora para las familias residentes en áreas rurales. Otro ejemplo es Pimentel y Modenesi (2023), quienes utilizaron modelos SVAR para verificar cómo la dinámica inflacionaria impacta en diferentes grupos de productos del IPCA: alimentos y bebidas, industrializados, servicios y precios regulados.

A diferencia de lo anterior, en este trabajo se utiliza un modelo SVAR para cada subítem del grupo de alimentos del IPCA. Cada subítem (n) forma parte

del SVAR(n) con el precio del subítem (n) y las otras cuatro variables: precio del petróleo, dólar, precio internacional de alimentos y producto interno bruto (PIB). Aunque el número de rezagos se elige de forma individual, todos los SVAR(n) tienen las mismas restricciones, lo que facilita la comparabilidad entre los modelos, mostrando un panorama general con respecto a qué mercados están más expuestos a las variaciones en los precios internacionales.

El primer análisis utiliza los precios de los alimentos en Brasil de manera agregada. Los resultados indican que, después de doce meses del choque inicial de un aumento del diez por ciento en los precios internacionales de alimentos, se observa un incremento en los precios internos de alimentos de casi tres por ciento. La respuesta a un aumento equivalente en la tasa de cambio, también del diez por ciento, aumenta los precios internos de alimentos en poco más de dos por ciento al final de doce meses. Sin embargo, después de doce meses, los efectos netos de los choques del petróleo y del PIB son nulos.

Estos resultados son robustos al análisis por región metropolitana. Dado que se dispone de medias de precios de alimentos también para las regiones metropolitanas de Belém-PA, Fortaleza-CE, Recife-PE, Salvador-BA, Belo Horizonte-MG, Río de Janeiro-RJ, São Paulo-SP, Curitiba-PR y Porto Alegre-RS, se estimaron modelos SVAR para cada una de las regiones metropolitanas. Las variables a utilizar en este segundo análisis son exactamente las mismas que las del modelo para los precios promedio de alimentos en Brasil (precios del petróleo, tasa de cambio, precios internacionales de alimentos y PIB). Hay algunas diferencias en la magnitud de los efectos. Sin embargo, la historia contada es esencialmente la misma que en el primer análisis: los precios internos de alimentos aumentan después de choques positivos en los precios internacionales de alimentos y en la tasa de cambio y tienen respuestas nulas o muy modestas al precio internacional del petróleo y al PIB.

El análisis final implica realizar un modelo SVAR individual para cada subítem dentro del grupo de alimentos del IPCA, totalizando 120 series examinadas. En síntesis, los resultados revelan que las respuestas a los precios internacionales varían entre los diferentes ítems, sin embargo, algunos patrones distintos emergen. Ninguna serie mostró una respuesta negativa y estadísticamente significativa en relación con las variaciones en la tasa de cambio y el índice de la FAO, lo que permite afirmar que estos dos determinantes o bien no tienen relación, o bien tienen una relación positiva con los precios internos de alimentos. En lo que respecta a los precios del petróleo, los resultados son diversos: en el 83% de las series, las variaciones no demuestran significancia estadística, en el 8% de las series hay un impacto positivo y en el 9% de ellas se presenta un impacto negativo.

Además de esta introducción, este artículo tiene otras cuatro secciones. La segunda sección ofrece contexto al tema de investigación, indicando cómo el término *precio*

de alimentos gana y pierde espacio en la literatura económica, cita algunos hallazgos importantes de la literatura y resume las variaciones más recientes en la inflación de alimentos. La tercera sección explica la metodología del SVAR y expone las fuentes y el tratamiento aplicado a los datos de este trabajo. La cuarta sección trata sobre los resultados y la quinta muestra las conclusiones y recomendaciones de políticas públicas.

2 CONTEXTO: PRECIOS DE LOS ALIMENTOS EN LA LITERATURA ECONÓMICA Y SUS VARIACIONES RECIENTES

Las *commodities* agrícolas tienen un precio final derivado del equilibrio entre la oferta y la demanda (Killian y Zhou, 2018). Desde el lado de la demanda, considerando que las personas ya están alimentadas, las variaciones en la demanda de *commodities* agrícolas ocurrirían principalmente debido a cambios en el número de personas o en sus dietas. Tanto el número de personas como sus dietas no varían de manera abrupta; estos cambios son graduales. Esto hace que la demanda de *commodities* agrícolas sea relativamente estable, fácil de prever y responde solo marginalmente a variaciones en los precios y los ingresos. Por lo tanto, la demanda de alimentos se conoce por ser inelástica a los precios: las variaciones en los precios están relacionadas con respuestas menos proporcionales en la cantidad demandada.

En relación con la inflación de alimentos, Bigman y Reutilinger (1979) advertían sobre los problemas potenciales derivados de precios excesivamente altos de alimentos, tales como el consumo per cápita en niveles insuficientes, presiones para aumentos salariales y desequilibrios en las cuentas externas de países que son grandes importadores netos de alimentos. Por otro lado, precios demasiado bajos podrían resultar en la reducción de los ingresos de los productores y desinversión en el sector agrícola, señalando una posible disminución en la producción en el futuro. Este último problema, una reducción en la producción futura a través de la desinversión en el sector agrícola, también puede originarse por una alta volatilidad de los precios agrícolas. Precios muy volátiles implican ingresos futuros aún más difíciles de prever y, en consecuencia, un aumento del riesgo involucrado en la producción. Dawe (2012), por ejemplo, indica que la alta volatilidad en los precios agrícolas está relacionada con un empeoramiento de la seguridad alimentaria, un bajo crecimiento económico y un aumento de la pobreza.

Junto con el interés de las políticas públicas, los altos precios de los alimentos también despiertan el interés de la literatura económica. A través de un análisis bibliométrico rápido, se puede afirmar que los picos de precios en productos clave generan un aumento del interés académico años después. Después de la Crisis de Alimentos de 2007-2008, los trabajos que contenían el término *precio de los alimentos* (*food prices*) pasaron del diez por ciento de las publicaciones en la literatura económica a valores superiores al catorce por ciento (gráfico 1).

GRÁFICO 1

Porcentaje de artículos publicados en la literatura económica, en lengua inglesa, que contienen el término "food prices"



Fuente: Digital Science – Dimensions. Disponible en: <https://app.dimensions.ai>. Consulta en: enero 2023.

Elaboración de los autores.

Nota: El porcentaje se refiere a los trabajos que citan, en cualquier parte del texto, el término "food prices".

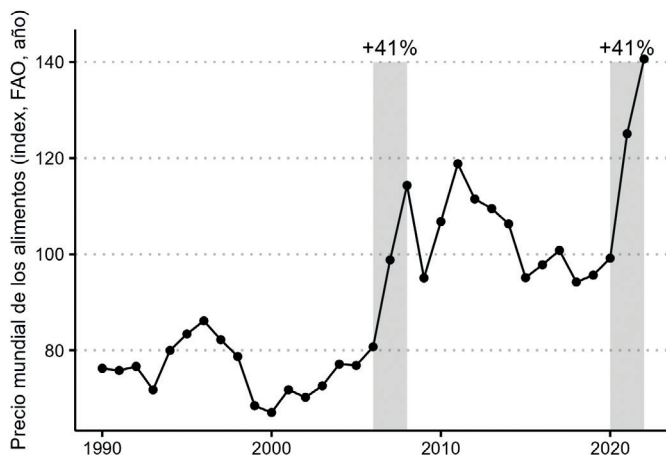
La amplia presencia de los precios de los alimentos en la literatura económica durante la década de 2010 está plenamente justificada. A nivel mundial, estos precios aumentaron aproximadamente un 41% entre 2006 y 2008, y no volvieron a niveles observados antes de 2006. En los años más recientes, es posible observar un movimiento muy similar al de la crisis de alimentos de 2007-2008. Los precios mundiales de los alimentos, medidos por el índice de la FAO, también aumentaron un 41%, en un período de solo tres años, entre 2020 y 2022 (gráfico 2). Este aumento posterior a 2019 es aún preocupante, ya que los precios de ese año no eran considerados bajos: estaban un 18% por encima de los observados en 2006.⁵ Además, el alza de precios coincidió con la crisis sanitaria desencadenada por la covid-19.⁶

5. Todas las comparaciones de precios realizadas en este párrafo utilizan los datos de las Naciones Unidas (FAO) sobre los precios mundiales de alimentos medidos en términos reales. Los datos se pueden encontrar aquí.

6. Véase Laborde, Martin y Vos (2021) y Picchioni, Goulao y Roberfroid (2022) para más detalles.

GRÁFICO 2

Precios de alimentos en el mundo



Fuente: Datos de las Naciones Unidas (FAO).

Elaboración de los autores.

Nota: El índice es un promedio ponderado de los índices de cereales, lácteos, carne, grasas y azúcar. Los valores están ajustados por el índice del Banco Mundial (MUV, 2014-2016 = 100). La primera área sombreada corresponde al período entre 2006 y 2008, la segunda área corresponde al período entre 2020 y 2022.

Observando los períodos más recientes y el mercado interno de alimentos, entre enero de 2020 y enero de 2023, los precios de los alimentos aumentaron un 38% en Brasil, según el grupo de alimentos del IPCA/IBGE.⁷ Este aumento supera tanto la inflación promedio brasileña para el mismo período, que fue del 22% (IPCA/IBGE), como el incremento de los precios de los alimentos en el mercado internacional, que fue del 29% (FAO, 2022; gráfico 3).

En el período posterior al *Plano Real*, entre 1995 y 2023, los precios de los alimentos aumentaron menos que el promedio general de los precios de la economía.⁸ Entre enero de 1995 y enero de 2007, los precios de los alimentos aumentaron un 91%, mientras que el promedio de los precios brasileños medidos por el IPCA subió un 151%.⁹ Sin embargo, después de la crisis alimentaria, los precios de los alimentos se convirtieron en uno de los impulsores de la inflación. Entre enero de 2007 y enero de 2023, los precios de los alimentos aumentaron un 250%, mientras que el IPCA (general) subió un 157%.

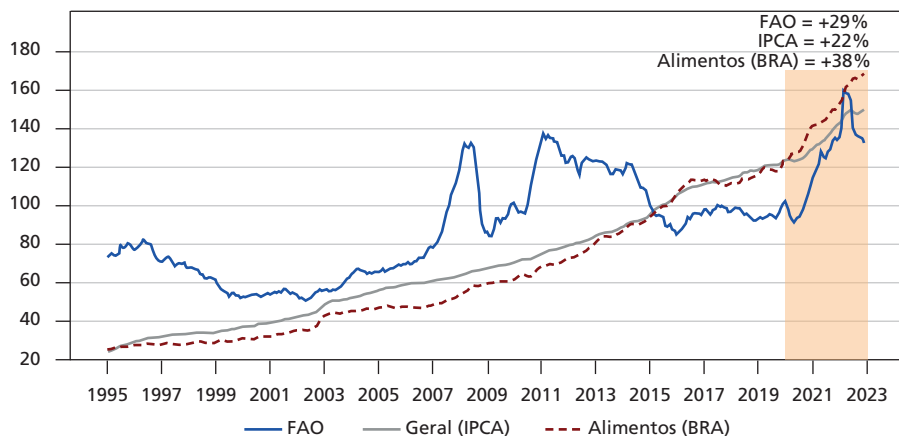
7. Comparación realizada con IPCA-IBGE. Se accedió a los datos mediante *SidraR: an interface to IBGE's Sidra API*. Ver SidraR.

8. El índice utilizado cuando se habla de "promedio de los precios de la economía brasileña" es el IPCA-IBGE. Existen varios otros índices de precios brasileños, pero el más utilizado, difundido y reportado es el IPCA. Este índice es el que orienta las metas de inflación del Banco Central de Brasil.

9. El IPCA tiene nueve grupos, siendo el grupo de alimentos el que tiene mayor peso en el promedio ponderado, representando aproximadamente el 20% del índice.

GRÁFICO 3

Precios de alimentos e inflación



Fuentes: Datos de las Naciones Unidas (FAO) y del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE).

Elaboración de los autores.

Nota: El índice de la FAO es un promedio ponderado de los índices de cereales, lácteos, carne, grasas y azúcar. El índice general es el IPCA ('General' en el gráfico). El índice de alimentos corresponde al grupo "alimentos y bebidas" del IPCA ('Alimentos' en el gráfico). Todos los índices están en la misma base (100 = 2014-2016). El área sombreada corresponde al período entre Ene-2020 y Ene-2023. El gráfico se realizó con los índices en bases mensuales. Los valores por encima del área sombreada muestran la apreciación de cada índice en el período destacado.

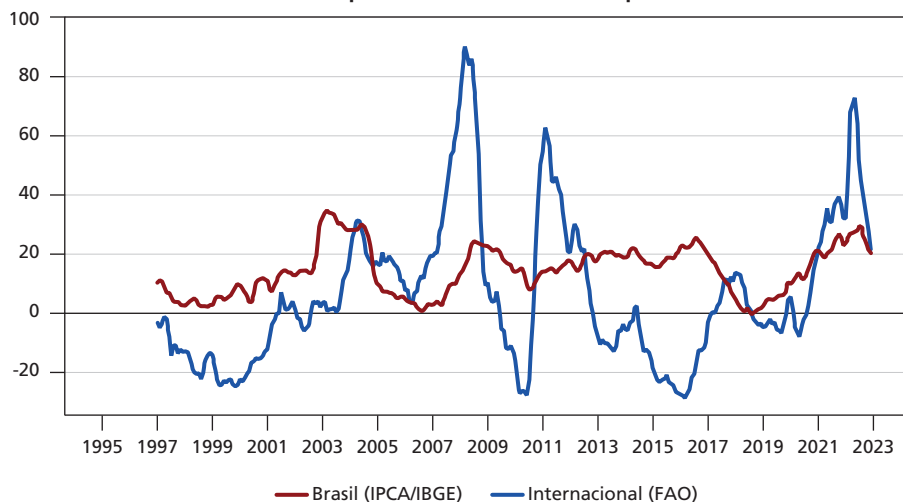
La inflación acumulada en 24 meses en los precios de los alimentos superó el 60% en el mercado internacional y el 20% en el mercado doméstico durante la crisis alimentaria entre 2007 y 2008 así como en el período más reciente, entre 2021 y 2023 (gráfico 4). El gráfico 4 también presenta otras dos informaciones relevantes. La primera es la posibilidad de que los precios internacionales se transmitan a los domésticos con cierto retraso temporal. La inflación acumulada en los precios internacionales alcanzó su punto máximo en el primer trimestre de 2008, mientras que en los precios domésticos este se produjo recién a mediados de 2009. La segunda es el hecho de que los precios internacionales son más volátiles que los precios domésticos, lo que plantea la posibilidad de que los precios domésticos se estén suavizando por algún mecanismo natural del mercado o por políticas públicas.

El IPCA/IBGE está compuesto por nueve grupos de productos: alimentación y bebidas, vivienda, artículos para el hogar, vestuario, transporte, salud y cuidado personal, gastos personales, educación y comunicación. Entre enero de 2020 y febrero de 2023, el grupo de alimentos fue el que más aumentó de precio. El grupo de alimentación y bebidas tuvo un aumento superior al 30% entre enero de 2020 y febrero de 2023.¹⁰ Considerando todos los subítems del IPCA, los 30 que experimentaron el mayor aumento de precios entre enero de 2020 y febrero de 2023 pertenecen al grupo de alimentos.

10. Ver gráfico A.1, en el anexo A, para la inflación acumulada en los nueve grupos.

GRÁFICO 4

Variación acumulada en los precios de alimentos en un período de 24 meses



Fuentes: Datos de la FAO y del IPCA/IBGE.
Elaboración de los autores.

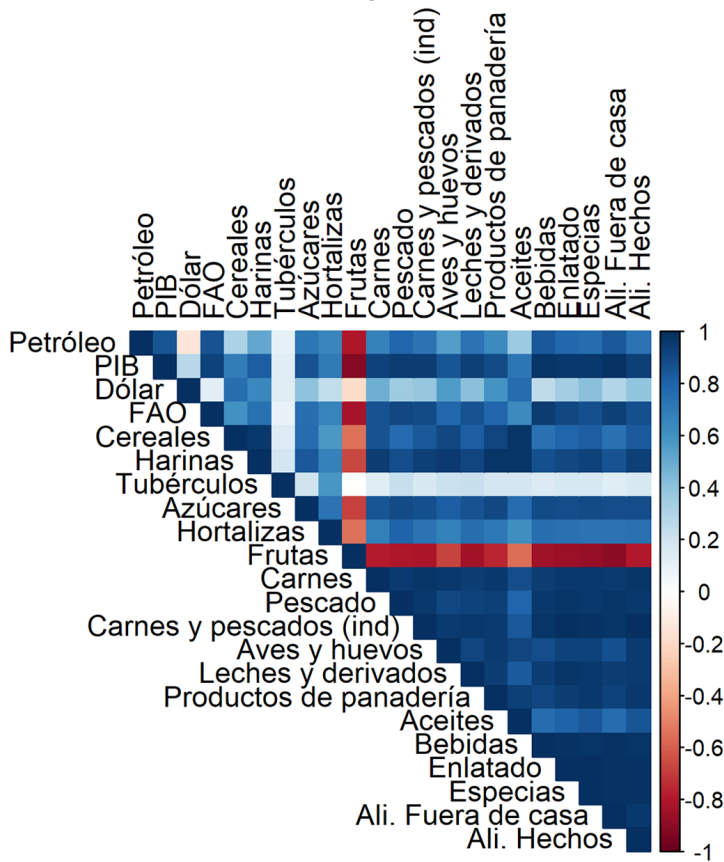
Nota: El índice de alimentos corresponde al grupo "alimentos y bebidas" del IPCA. La variación acumulada trazada (y_t) se calcula en base a la serie original (x_t), utilizando la siguiente fórmula: $y_t = \frac{(x_t - x_{t-n})}{x_{t-24}}$, donde 'n' es el número de períodos acumulados (24).

La transmisión de los precios internacionales a los precios domésticos puede explicarse por varios factores. Fricciones de diversos tipos pueden dar lugar a diferentes formas de transmisión entre los mercados. Las políticas destinadas a estabilizar los precios en momentos de crisis, como restricciones a la exportación y aumento de la oferta en inventarios públicos, pueden atenuar la variación internacional, evitando que los precios internacionales se trasladen completamente y reduciendo la volatilidad de los precios en el mercado doméstico (Dawe, 2012). El grado de transmisión también depende de la perecibilidad de los productos. Es natural suponer que las *commodities* como trigo, maíz, arroz y azúcar estén más conectadas a los mercados internacionales que las hortalizas y la leche cruda, por ejemplo. El primer grupo está vinculado al mercado internacional tanto por el lado de los insumos como por el lado de la demanda, mientras que las hortalizas y la leche cruda tienen mayor dificultad para conectarse directamente al mercado internacional a través de la demanda (Kang *et al.*, 2019).

Una primera intuición de este comportamiento de las series se puede ver en el simple mapa de correlación entre los subgrupos del IPCA/IBGE (gráfico 5). Precisamente, los productos más perecederos y con producción orientada principalmente al mercado interno son los que presentan menores correlaciones con los precios internacionales, por ejemplo, tubérculos y frutas (gráfico 5).

GRÁFICO 5

Matriz de correlaciones entre los precios del petróleo, el PIB, el dólar, el índice de la FAO para los precios de alimentos en el mercado internacional y los subgrupos de alimentos del IPCA/IBGE (enero 2000-agosto 2023)



Elaboración de los autores.
Nota: Una descripción más detallada de las variables se encuentra en la sección de *Metodología*. Los colores indican la correlación: el azul oscuro indica una correlación más cercana a 1, mientras que el rojo más oscuro indica una correlación más cercana a -1. Las correlaciones cercanas a cero se representan con tonos más claros, más cercanos al color blanco.

3 METODOLOGÍA

3.1 Datos

En primer lugar, se realizó un esfuerzo para recopilar los precios domésticos de los alimentos incluidos en la muestra del IPCA/IBGE a través del Sistema de Recuperación Automática del IBGE (Sidra). Los datos de precios se obtuvieron de las siguientes tablas:

- Tabla 655: periodo de enero de 2000 a junio de 2006;
- Tabla 2938: periodo de julio de 2006 a diciembre de 2011;
- Tabla 1419: periodo de enero de 2012 a diciembre de 2019; y
- Tabla 7060: periodo de enero de 2020 a agosto de 2023.

Este conjunto de datos se denominará *Precios Domésticos de Alimentos* (Pd_n), donde el subíndice n indica tres posibilidades para las series observadas:

- el promedio de los precios de alimentos para todo Brasil;
- el promedio de los precios de alimentos para cada región metropolitana en la muestra: Belém-PA, Fortaleza-CE, Recife-PE, Salvador-BA, Belo Horizonte-MG, Río de Janeiro-RJ, São Paulo-SP, Curitiba-PR y Porto Alegre-RS; y
- el promedio de los precios en Brasil de cada alimento incluido en la muestra del IPCA, para los cuales hay datos disponibles desde enero de 2000 hasta agosto de 2023.

El siguiente conjunto de datos, *Precios Internacionales de Alimentos* (Pi) y el *FAO Food Price Index*. El índice se estableció en 1996 para monitorear los mercados globales de productos básicos agrícolas. El Pi es un índice de precios Laspeyres, calculado como el promedio ponderado por el volumen negociado de los productos alimentarios que abarcan los principales mercados agrícolas de cereales, aceites vegetales, azúcar, carne y productos lácteos. Para obtener más detalles sobre el índice, consulte FAO y OECD (2022). Los datos utilizados se encuentran en FAO (2023).

Por último, se añaden a la base tres variables adicionales:

- *tasa de cambio (Dol)*: Tasa de cambio - Libre – Dólar Americano (venta) – Promedio de período – Mensual. La serie se recopiló a través del Sistema de Gestión de Series Temporales del Banco Central de Brasil (SGS-Bacen) (código 3698);
- *precios internacionales del petróleo (Pet)*: Los precios internacionales del petróleo utilizados aquí son los precios del petróleo en dólares estadounidenses (US\$) por barril. La media y la publicación de los datos son realizadas por el Fondo Monetario Internacional (código 00176AAZZF); y
- *producto interno bruto (PIB)*: Los datos del PIB utilizados son del Banco Central de Brasil. Para obtener datos mensuales, se realiza una interpolación de los valores trimestrales ya divulgados o proyectados. La interpolación la realiza el propio Bacen. Los datos se recopilaron a través del SGS-Bacen, código 4380.

Finalmente, se obtiene una base de datos en bases mensuales que abarca desde enero de 2000 hasta agosto de 2023.

3.2 Modelo SVAR

Al igual que el modelo VAR, el modelo SVAR analiza el efecto de un choque unitario en otra variable, considerando todas las variables como endógenas. El modelo SVAR se diferencia del VAR por la imposición de restricciones contemporáneas entre variables, lo que permite su identificación estructural. Por lo tanto, la estimación del modelo SVAR es equivalente al problema de estimar un modelo de ecuaciones simultáneas, pero con restricciones de covarianza (Sims, 1986; Bernanke, 1986; Shapiro y Watson, 1988). Estas restricciones impuestas al SVAR mejoran el modelo con respecto al VAR tradicional, ya que permiten tener en cuenta la especificidad de las relaciones entre las variables (El-Karimi y El-Ghini, 2020; Soliman *et al.*, 2023). Estas restricciones deben, naturalmente, tener respaldo en la teoría económica.

Se puede afirmar entonces que un SVAR es un modelo recursivo, también llamado modelo de cadena causal, debido a que implica un orden específico en el que las variables afectan unas a otras. Siguiendo la especificación realizada en Akram (2009), se tiene la forma estructural de un VAR dada por:

$$Az_t = A_1 z_{t-1} + A_2 z_{t-2} + \dots + A_p z_{t-p} + B \varepsilon_t \quad (1)$$

En la ecuación (1), A es una matriz $k \times k$ que establece los coeficientes de las relaciones contemporáneas de las variables contenidas en el vector z . B también es una matriz $k \times k$ y representa cómo los choques o perturbaciones aleatorias (representadas por ε_t), mostrando cómo estos afectan a las otras variables en el sistema. Para recuperar los coeficientes estructurales, es posible multiplicar la ecuación (1) por A^{-1} , obteniendo así:

$$z_t = A_1^* z_{t-1} + A_2^* z_{t-2} + \dots + A_p^* z_{t-p} + u_t \quad (2)$$

En la ecuación (2), $A_i^* = A^{-1} A_i$ y $u_t = A^{-1} B \varepsilon_t$. Utilizando la identificación de los choques estructurales basada en Blanchard y Perotti (2002), se imponen las siguientes restricciones a la matriz B , lo que permite estimar el SVAR. La siguiente ecuación muestra las restricciones utilizadas.

$$B\varepsilon = [10000 * 1000 * * 100 * 0010 * * * * 1] [\varepsilon_{pdn} \varepsilon_{pet} \varepsilon_{pi} \varepsilon_{dol} \varepsilon_{pib}] \quad (3)$$

En la matriz, la diagonal principal tiene valores iguales a 1; los ceros indican parámetros que están restringidos, es decir, parámetros que no fueron estimados. El símbolo * indica parámetros que fueron estimados. Apenas explicitando lo que ya está en la matriz presentada en la ecuación (3):

- el precio doméstico de los alimentos se ve afectado contemporáneamente por todas las demás variables: precio del petróleo, precio internacional de

los alimentos, dólar y PIB. Sin embargo, estas variables solo afectan los precios de los alimentos domésticos con cierto desfase temporal;

- el precio del petróleo afecta el precio internacional de los alimentos contemporáneamente, pero no afecta la cotización del dólar en Brasil ni el PIB. De manera similar, el precio del petróleo solo se ve afectado por el precio internacional de los alimentos con cierto desfase temporal;
- los precios internacionales de los alimentos no afectan la cotización del dólar contemporáneamente, pero afectan el PIB y los precios domésticos de alimentos contemporáneamente;
- la cotización del dólar afecta el PIB y los precios domésticos de alimentos contemporáneamente. Sin embargo, el dólar y el PIB son afectados por los precios domésticos de alimentos solo con cierto desfase temporal; y
- el PIB afecta la cotización del dólar y los precios de los alimentos contemporáneamente, pero solo se ve afectado con cierto desfase temporal.

Explicadas las restricciones, es importante destacar algunos procedimientos realizados en los datos antes de estimar efectivamente los modelos tipo SVAR:

- para que las series fueran estacionarias, se utilizaron las tasas de crecimiento de cada serie: $g_t = \frac{p_t - p_{t-1}}{p_t}$, donde g_t es la tasa de crecimiento de la serie inicial p_t ;
- no se utilizaron series con datos faltantes. En las últimas tablas del IPCA se observan más de 240 sub-ítems en el grupo de alimentos, pero las bases más antiguas tienen menos alimentos muestreados. Se prefirió incluir en los análisis solo los alimentos que tienen observaciones para todos los períodos analizados, de enero de 2000 a agosto de 2023; y
- en todos los análisis, el número óptimo de rezagos fue elegido mediante el criterio de AIC con un número máximo de rezagos de doce períodos.

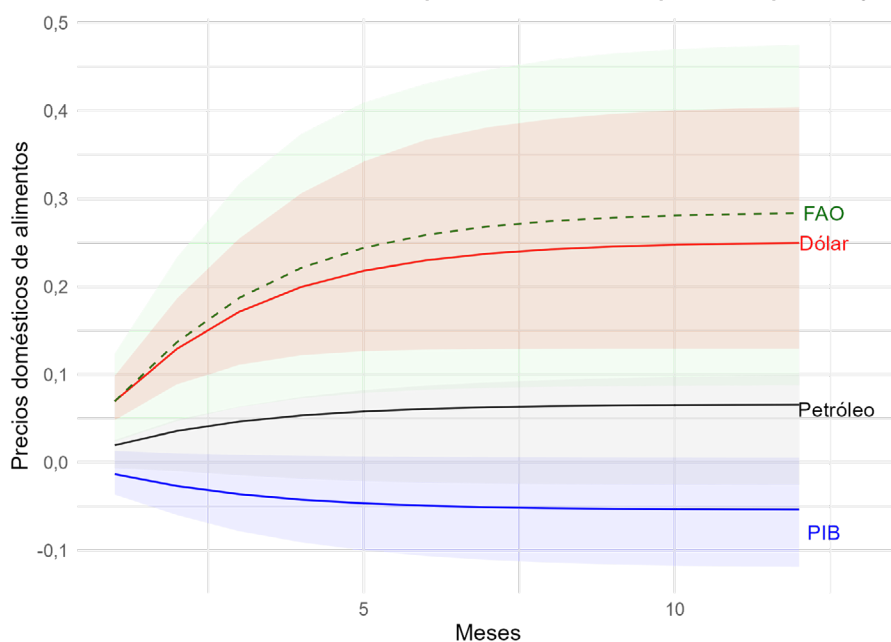
4 RESULTADOS

En un SVAR en el que $z_t = (Pd_t, Pet_t, Pi_t, Dol_t, PIB_t)$, donde Pd_t es la serie de precios promedio de alimentos en Brasil, y las demás variables son los precios del petróleo (Pet_t), el índice internacional de alimentos (índice FAO, Pi_t), la tasa de cambio (Dol_t) y el producto interno bruto (PIB_t), los resultados para el efecto acumulado después de doce meses se presentan en el gráfico 6. La variable internacional que más impacta en el precio doméstico de los alimentos es el índice FAO, una *proxy* para los precios internacionales de alimentos, seguida de cerca por la tasa de cambio. Estos son, en conjunto, los factores internacionales que efectivamente inciden en los precios domésticos de los alimentos en Brasil.

El precio del petróleo y el nivel de actividad económica doméstica (PIB) no resultaron relevantes para explicar los precios de los alimentos en el ámbito nacional. Al final de los doce períodos, el efecto neto de estas variables no es estadísticamente diferente de cero. El gráfico 6 también muestra que, para las cuatro variables de interés ($Pet_t, Pi_t, Dol_t, PIB_t$), la transmisión está prácticamente completa después de siete meses del choque inicial, sin que se puedan observar diferencias significativas en los impactos acumulados después del séptimo mes.

GRÁFICO 6

Funciones impulso-respuesta (resultado acumulado) resultantes de un choque del 1% en las variables de interés: índice FAO, tipo de cambio del dólar, precios del petróleo y PIB



Elaboración de los autores.

Nota: Los impactos, expresados como porcentaje, se representan en el eje vertical, mientras que los meses se muestran en el eje horizontal. Las áreas sombreadas delimitan los intervalos de confianza del 95%, calculados mediante *bootstrap* ($n = 200$).

Con los datos disponibles para cada región metropolitana,¹¹ se estimaron nueve modelos SVAR, uno para cada región metropolitana. Estos modelos tienen exactamente la misma configuración que el SVAR anterior, excepto que, en lugar de usar el promedio de los precios nacionales (Pd_t), se utiliza un promedio de precios domésticos para cada región metropolitana (Pd_{tn}).

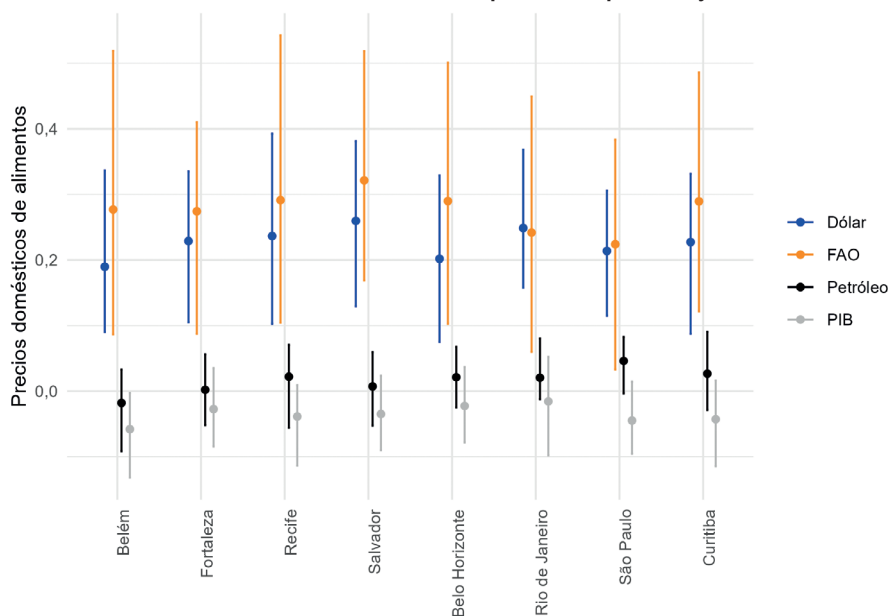
11. Las regiones metropolitanas utilizadas fueron Belém-PA, Fortaleza-CE, Recife-PE, Salvador-BA, Belo Horizonte-MG, Río de Janeiro-RJ, São Paulo-SP, Curitiba-PR y Porto Alegre-RS.

Los resultados, presentados en el gráfico 7, muestran que los impactos son muy similares a los observados en el SVAR para el promedio de precios de los alimentos en Brasil. Naturalmente, existen algunas diferencias puntuales. No siempre el precio internacional de los alimentos es el determinante principal. Por ejemplo, en la región metropolitana de Río de Janeiro, el dólar tiene un papel preponderante. Sin embargo, casi todas las estimaciones muestran efectos en los precios domésticos de los alimentos de alrededor del 0,2% y 0,3% después de doce meses por cada 1% de choque en los precios internacionales o en la tasa de cambio.

En cuanto a las otras dos variables, los precios del petróleo y el nivel de actividad económica, al igual que en la muestra que utiliza precios promedio para todo Brasil, continuaron sin resultar estadísticamente significativas en ninguna de las regiones metropolitanas. En resumen, se puede afirmar que no existe una heterogeneidad sustancial entre las distintas regiones metropolitanas, todas responden a los choques estudiados de manera bastante similar.

GRÁFICO 7

Funciones de impulso-respuesta por región metropolitana presentando los resultados netos después de doce meses de un choque positivo del 1% en las variables de interés: índice de la FAO, tasa de cambio del dólar, precios del petróleo y PIB



Elaboración de los autores.

Nota: Cada región metropolitana está indicada en el eje horizontal. Los puntos son las estimaciones de los efectos netos de choques del 1% en las variables de interés, las barras representan los valores máximos y mínimos de los intervalos de confianza del 95% construidos mediante *bootstrap* ($n = 200$).

Dado que las regiones metropolitanas tienen un desempeño similar, el último ejercicio se centró en observar las heterogeneidades en relación con los diferentes productos, es decir, los diferentes sub-ítems del IPCA/IBGE. Estos resultados utilizan el mismo conjunto de restricciones y variables explicativas que los dos ejercicios anteriores. El resultado agregado se muestra en la tabla 1.

TABLA 1
Efecto neto de los choques en los sub-ítems del IPCA-IBGE

Variable	Positivo	No significativo	Negativo
Dólar	55 (46%)	65 (54%)	0
FAO	46 (38%)	74 (61%)	0
Petróleo	10 (8%)	99 (83%)	11 (9%)
PIB	7 (6%)	86 (72%)	27 (22%)

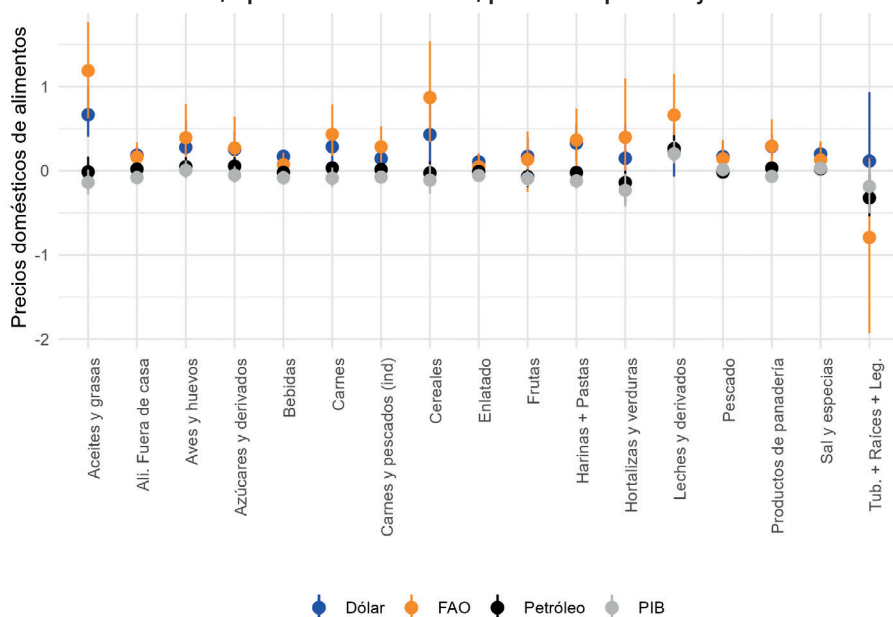
Elaboración de los autores.
Notas: ¹ Resultados obtenidos de 120 modelos SVAR, uno para cada serie de precios de los sub-ítems del IPCA/IBGE en comparación con las variables de interés: dólar, índice FAO para precios de alimentos, precios del petróleo y nivel de actividad económica (PIB).
² Los resultados se categorizaron como positivos cuando el límite inferior y superior de la serie estudiada fueron identificados como positivos. En caso de que ambos límites presentaron valores negativos, el resultado se clasificó como negativo. Para todos los demás escenarios, los resultados se consideraron inconclusos, en otras palabras, no significativos. El porcentaje correspondiente a cada categoría se indica entre paréntesis.

Cuando se registran choques positivos en la tasa de cambio y en los precios internacionales de alimentos o aumentan los precios domésticos o el resultado es inconcluso (tabla 1). No hay, entre todos los sub-ítems estudiados, ni uno solo en el cual el precio responda negativamente a estos dos factores: el dólar y los precios internacionales de alimentos. En cuanto a los precios del petróleo y el PIB, el patrón no es tan evidente, ya que en la mayoría de los casos, el resultado no es significativo. En el 83% de las series, los choques en los precios del petróleo no tienen un impacto significativo. Para el nivel de actividad económica, el 72% de las series no tienen un impacto significativo.

Ante la imposibilidad de mostrar, en una misma figura, todos los alimentos estudiados, se optó por compilar los resultados en subgrupos. Por ejemplo, en lugar de mostrar los resultados de los sub-ítems como pasta, harina de maíz, almidón de maíz, hojuelas de maíz, harina de trigo, harina fortificada y la harina de mandioca, se muestra el resultado del subgrupo de harinas, féculas y pastas (gráfico 8).

GRÁFICO 8

Funciones de impulso-respuesta por subgrupo de alimentos presentando los resultados netos después de doce meses de un choque positivo del 1% en las variables de interés: índice de la FAO, tipo de cambio del dólar, precios del petróleo y PIB



Elaboración de los autores.

Nota: Cada subgrupo está indicado en el eje horizontal. Los puntos son estimaciones de los efectos netos de los choques del 1% en las variables de interés, y las barras representan los valores máximos y mínimos de los intervalos de confianza del 95%, construidos mediante *bootstrap* (n = 200).

En relación con la transmisión de los precios internacionales de alimentos, medidos por el índice de la FAO, para los precios domésticos de alimentos, los subgrupos que mostraron una respuesta positiva a este choque, en orden decreciente de impacto después de doce meses, fueron: aceites y grasas, cereales, leches y derivados, carnes, hortalizas y verduras, aves y huevos, harinas, féculas y pastas, productos panificados, carnes y pescados industrializados, y azúcares y derivados. Los demás subgrupos no mostraron un efecto neto significativo al final de los doce meses después del choque inicial en el índice de la FAO. El subgrupo de aceites y grasas también es el que experimenta el mayor traspaso al mercado doméstico después de un choque en la tasa de cambio, seguido por los grupos de harinas y pastas, productos panificados, cereales y carnes. En relación con el choque cambiario, los siguientes subgrupos no mostraron un resultado significativo: tubérculos, raíces y legumbres; hortalizas y verduras; leches y derivados; frutas.

En relación a los choques en el petróleo y en la actividad económica doméstica, casi todos los subgrupos muestran una respuesta no significativa. Un patrón

parece emerger, en el cual los alimentos procesados tienen una mayor conexión con el mercado internacional en comparación con los alimentos frescos. Esta conexión se manifiesta principalmente a través de la tasa de cambio y de los precios internacionales de los alimentos.

5 CONSIDERACIONES FINALES

Este estudio recopila datos de precios de los alimentos del IPCA/IBGE a lo largo de más de dos décadas e investiga la transmisión de impactos de los precios internacionales, como el tipo de cambio, el petróleo y el índice de precios de alimentos de la FAO, sobre los precios domésticos de los alimentos en Brasil. Para investigar este fenómeno, se utilizaron modelos SVAR, comenzando con una muestra de los precios promedio de los alimentos en todo el país, seguida de un análisis para nueve regiones metropolitanas y, finalmente, utilizando un SVAR para cada alimento del IPCA/IBGE. El hecho de que se utilicen las mismas restricciones y variables explicativas en los diferentes SVAR, cambiando solo el precio doméstico de alimentos en cuestión, facilita la comparación entre los resultados.

Este trabajo proporciona información relevante para orientar políticas públicas. En primer lugar, los precios del petróleo no influyen en la determinación de los precios de los alimentos a nivel nacional. El precio del petróleo no resultó relevante para determinar los precios domésticos de alimentos, ya sea en la muestra para todo Brasil o en la correspondiente a las regiones metropolitanas. Solo unos pocos productos respondieron positivamente a este impacto, en su mayoría pertenecientes a los grupos de dulces y productos lácteos. De hecho, la literatura diverge en cuanto al impacto del precio del petróleo en los precios domésticos de alimentos. Mientras que Alghalith (2010) y Esmaceli y Shokoohi (2011) indican que hay una relación positiva, Avalos (2014) y Baumeister y Killian (2014) indican que el impacto de los precios del petróleo en los alimentos es nulo o muy pequeño.

La segunda respuesta relevante es sobre qué choques deben observarse con más atención. Los dos choques internacionales que más relevantes para los precios domésticos de los alimentos son el tipo de cambio y los precios internacionales de alimentos. Esta información indica qué mercados internacionales deben monitorearse y qué mercados predicen variaciones en el mercado doméstico de alimentos. Dado que los precios de los alimentos son determinantes para la seguridad alimentaria de las poblaciones más vulnerables, es posible reforzar las redes de protección social frente a impactos significativos del mercado internacional.

En tercer lugar, se concluye que no es necesario regionalizar las políticas públicas orientadas a mitigar la transmisión de choques internacionales. Esta conclusión se basa en el hecho de que las nueve regiones metropolitanas presentan un comportamiento muy similar en cuanto a la transmisión de impactos internacionales.

Estas nueve regiones metropolitanas comprenden las capitales de estado y sus áreas circundantes. Sería interesante comprender también cómo se transmiten los precios internacionales al interior de Brasil. Sin embargo, no se dispone de información disponible sobre los precios en esos mercados.

En cuarto lugar, se observa que existe heterogeneidad entre los productos respecto a cómo responden a los impactos internacionales. Este resultado es intuitivo; lo que no resulta evidente es el orden de los alimentos que se ven más o menos afectados por los choques internacionales. Combinando la información sobre qué alimentos experimentan mayores aumentos de precios debido a los choques internacionales, junto con la intensidad con la que se consumen y la clase de ingresos, es posible indicar qué productos deberían recibir prioridad durante episodios de choques internacionales más intensos.

REFERENCIAS

- ADAMI, A. C. de O.; MIRANDA, S. H. G. de. Transmissão de preços e cointegração no mercado brasileiro de arroz. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 49, n. 1, p. 55-80, enero-marzo 2011.
- AKRAM, Q. F. Commodity prices, interest rates and the dollar. **Energy Economics**, v. 31, n. 6, p. 838-851, nov. 2009.
- ALEXANDER, P. *et al.* High energy and fertilizer prices are more damaging than food export curtailment from Ukraine and Russia for food prices, health and the environment. **Nature Food**, v. 4, p. 84-95, 2022.
- ALGHALITH, M. The interaction between food prices and oil prices. **Energy Economics**, v. 32, n. 6, p. 1520-1522, nov. 2010.
- AREZKI, M. R.; BRUCKNER, M. **Food prices and political instability**. Washington: IFM, 2011. (IMF Working Paper, n. 11/62).
- AVALOS, F. Do oil prices drive food prices? The tale of a structural break. **Journal of International Money and Finance**, v. 42, p. 253-271, abr. 2014.
- BAUMEISTER, C.; KILIAN, L. Do oil price increases cause higher food prices? **Economic Policy**, v. 29, n. 80, p. 691-747, oct. 2014.
- BELLEMARE, M. F. Rising food prices, food price volatility, and social unrest. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 97, n. 1, p. 1-21, enero 2015.
- BERNANKE, B. S. Alternative explanations of the money-income correlation. **Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy**, v. 25, p. 49-99, 1986.

BIGMAN, D.; REUTLINGER, S. Food price and supply stabilization: national buffer stocks and trade policies. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 61, n. 4, p. 657-667, nov. 1979.

BLANCHARD, O.; PEROTTI, R. An empirical characterization of the dynamic effects of changes in government spending and taxes on output. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 117, n. 4, p. 1329-1368, nov. 2002.

CONKLIN, A. I. *et al.* The impact of rising food prices on obesity in women: a longitudinal analysis of 31 low-income and middle-income countries from 2000 to 2014. **International Journal of Obesity**, v. 43, n. 4, p. 774-781, apr. 2019.

DAVIDSON, J. *et al.* World commodity prices and domestic retail food price inflation: some insights from the UK. **Journal of Agricultural Economics**, v. 67, n. 3, p. 566-583, 2016.

DAWE, D. (Ed.). **The rice crisis: markets, policies and food security**. Londres: Routledge, 2012.

EL-KARIMI, M.; EL-GHINI, A. Pass-through of global food commodity prices to food inflation in Morocco: a structural VAR approach. **New Medit**, v. 19, n. 3, p. 57-76, 2020.

ESMAEILI, A.; SHOKOOHI, Z. Assessing the effect of oil price on world food prices: Application of principal component analysis. **Energy Policy**, v. 39, n. 2, p. 1022-1025, feb. 2011.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **World food situation**: FAO cereal supply and demand brief. [S. l.]: FAO, 2023. Disponible en: <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/>.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *et al.* **The state of food security and nutrition in the world 2022**: repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable. Rome: FAO, 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.4060/cc0639en>.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS; OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **OECD-FAO agricultural outlook 2022-2031**. Paris: OECD Publishing, 2022.

GREGORIO, J. de. Commodity prices, monetary policy, and inflation. **IMF Economic Review**, v. 60, n. 4, p. 600-633, abr. 2012.

HEADEY, D. D. Food prices and poverty. **The World Bank Economic Review**, v. 32, n. 3, p. 676-691, 2018.

IVANIC, M.; MARTIN, W. Implications of higher global food prices for poverty in low-income countries. **Agricultural Economics**, v. 39, p. 405-416, 2008.

KANG, S. H. *et al.* Exploring the time-frequency connectedness and network among crude oil and agriculture commodities V1. **Energy Economics**, v. 84, oct. 2019.

LABORDE, D.; MARTIN, W.; VOS, R. Impacts of covid-19 on global poverty, food security, and diets: insights from global model scenario analysis. **Agricultural Economics**, v. 52, n. 3, p. 375-390, mayo 2021.

MARGARIDO, M. A.; TUROLLA, F. A.; BUENO, C. R. The world market for soybeans: price transmission into Brazil and effects from the timing of crop and trade. **Nova Economia**, v. 17, n. 2, p. 241-270, mayo-agosto 2007.

PALAZZI, R. B.; MEIRA, E.; KLOTZLE, M. C. The sugar-ethanol-oil nexus in Brazil: exploring the pass-through of international commodity prices to national fuel prices. **Journal of Commodity Markets**, v. 28, dic. 2022.

PEERSMAN, G. International food commodity prices and missing (dis) inflation in the euro area. **Review of Economics and Statistics**, v. 104, n. 1, p. 85-100, 2022.

PICCHIONI, F.; GOULAO, L. F.; ROBERFROID, D. The impact of covid-19 on diet quality, food security and nutrition in low and middle income countries: a systematic review of the evidence. **Clinical Nutrition**, v. 41, n. 12, p. 2955-2964, dic. 2022.

PIMENTEL, D.; MODENESI, A. M. Transmissão assimétrica de choques de custos: uma análise SVAR para o Brasil durante as metas de inflação (1999-2016). **Revista de Economia Contemporânea**, v. 27, p. e232707, 2023.

SHAPIRO, M. D.; WATSON, M. W. Sources of business cycle fluctuations. **NBER Macroeconomics Annual**, v. 3, p. 111-148, 1988.

SIMS, C. A. *et al.* Are forecasting models usable for policy analysis? **Quarterly Review**, v. 10, n. 1, p. 2-16, 1986.

SOLIMAN, A. M. *et al.* Asymmetric effects of energy inflation, agri-inflation and CPI on agricultural output: evidence from NARDL and SVAR Models for the UK. **Energy Economics**, v. 126, oct. 2023.

WODON, Q.; ZAMAN, H. Higher food prices in Sub-Saharan Africa: poverty impact and policy responses. **The World Bank Research Observer**, v. 25, n. 1, p. 157-176, feb. 2010.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

BILGILI, F. *et al.* Estimation of the co-movements between biofuel production and food prices: a wavelet-based analysis. **Energy**, v. 213, dic. 2020.

CARRER, M. J. *et al.* Assessing the effectiveness of rural credit policy on the adoption of integrated crop-livestock systems in Brazil. **Land Use Policy**, v. 92, marzo 2020.

CARTER, C. A.; ZHONG, F.; ZHU, J. China's role in the 2007-2008. **EuroChoices**, v. 8, n. 2, p. 17-23, ago. 2009.

DE HOYOS, R. E.; MEDVEDEV, D. Poverty effects of higher food prices: a global perspective. **Review of Development Economics**, v. 15, n. 3, p. 387-402, ago. 2011.

DORWARD, A. *et al.* Institutions and policies for pro-poor agricultural growth. **Development Policy Review**, v. 22, n. 6, p. 611-622, 2004.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **World food situation – FAO food price index**. [S. L]: FAO, 2023. Disponible en: <https://www.fao.org/worldfoodsituation/foodpricesindex/en/>.

FEENSTRA, R. C.; INKLAAR, R.; TIMMER, M. P. The next generation of the Penn World Table. **American Economic Review**, v. 105, n. 10, p. 3150-3182, oct. 2015.

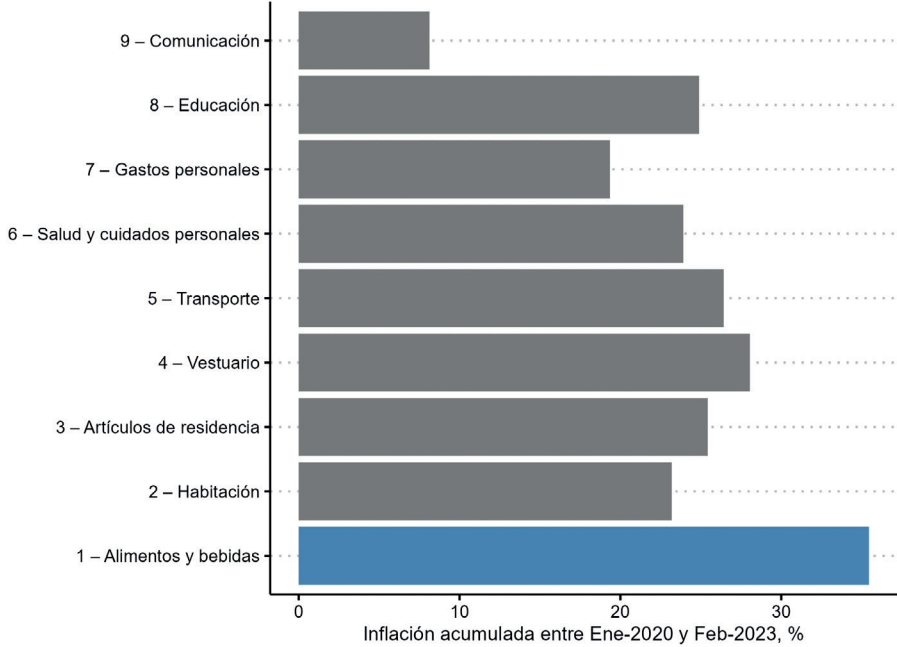
FUJII, T. Impact of food inflation on poverty in the Philippines. **Food Policy**, v. 39, p. 13-27, abr. 2013.

LEE, A. *et al.* Monitoring the price and affordability of foods and diets globally. **Obesity Reviews**, v. 14, p. 82-95, oct. 2013.

RITCHIE, H.; ROSADO, P.; ROSER, M. Hunger and undernourishment. **Our World in Data**, 2019. Disponible en: <https://ourworldindata.org/hunger-and-undernourishment>.

ANEXO A

GRÁFICO A.1
Inflación acumulada entre enero de 2020 y febrero de 2023 por grupo del IPCA – Brasil



Elaboración de los autores.
Nota: Datos del IPCA/IBGE recopilados mediante SidraR.

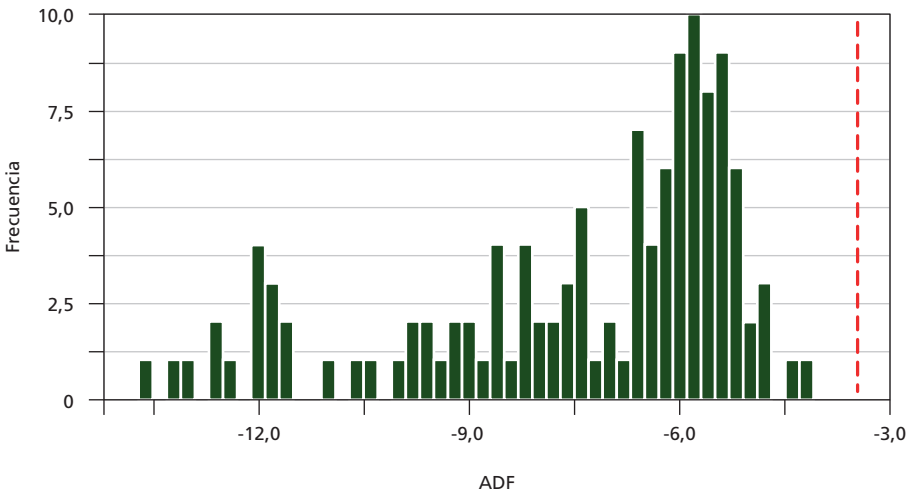
TABLA A.1
Estacionariedad

Variable	ADF (estadística)	Lags
ΔPd_t	-5,65	6
ΔPet_t	-6,37	6
ΔPi_t	-5,91	6
ΔDol_t	-6,78	6
ΔPIB_t	-9,01	6

Elaboración de los autores.
Nota: Los resultados se obtuvieron a partir del test de Augmented Dickey-Fuller (ADF). Los valores de referencia para rechazo están dados por $t = -3,45$ para el modelo con constante. En otras palabras, en todos los casos, la hipótesis alternativa de estacionariedad fue aceptada.

La tabla A.1 muestra el resultado de las series utilizadas en el gráfico 6. Las series de petróleo, el PIB, el dólar y la FAO son las mismas para todas las regresiones utilizadas en este trabajo. Sin embargo, las series de precios varían. Por tanto, mostraremos una figura con la distribución de los resultados de los test de estacionariedad para las series de precios, ya que existen más de cien series.

GRÁFICO A.2
Histograma para las pruebas ADF



Elaboración de los autores.
Notas: ¹ La línea de referencia, en rojo, representa el valor de referencia para el rechazo $t = -3,45$.
² Todas las pruebas se realizaron con selección automática del número de rezagos.
³ Los resultados de las estadísticas del ADF oscilan entre -13,53 y -4,15.

TASA DE CAMBIO Y SU IMPACTO EN LA BALANZA COMERCIAL

Edward Martins Costa¹

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho²

1 INTRODUCCIÓN

El proceso de modernización de la agricultura brasileña, iniciado en la década de 1960, posicionó a Brasil como uno de los principales productores de alimentos a nivel mundial, además de situar al país entre los principales *players* en el comercio internacional del agronegocio. Esta modernización se llevó a cabo mediante la adopción de mejores prácticas agrícolas, desarrolladas a través de la asistencia técnica y el uso de maquinaria y equipos. Se trató de una verdadera revolución institucional inducida en el ámbito de la ciencia y la tecnología (Fishlow y Vieira Filho, 2020; Vieira Filho, 2022).

Durante este período, se estableció el Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR) en 1965. Desde entonces, esta política busca financiar los costos, las inversiones, la comercialización y la industrialización.³ En 1972, se creó la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa, por sus siglas en portugués), con el objetivo de desarrollar la base tecnológica de la agricultura y la ganadería, principalmente mediante la excelencia científica en la investigación agropecuaria, la eficiencia productiva en cultivos y cría, la sostenibilidad ambiental, la atención a aspectos sociales y la colaboración con el sector productivo (Alves, 2010).

Además, como señalan Alves y Pastore (1978), se requerían inversiones en infraestructura para acercar la frontera agropecuaria brasileña a los centros poblacionales, así como en investigación y desarrollo de nuevas tecnologías agrícolas. En este contexto, el agronegocio brasileño mantuvo su desarrollo en las décadas siguientes.

A partir de la década de 1990, se estimularon tanto el consumo interno como las exportaciones de productos del agronegocio. A pesar de la caída en los precios

1. Profesor en el Departamento de Economía Agrícola y en el Programa de Posgrado en Economía Rural de la Universidad Federal de Ceará (UFC) y consultor de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). *E-mail*: edwardcosta@ufc.br.

2. Investigador del Instituto de Investigación Económica Aplicada (Ipea); profesor del Programa de Posgrado en Políticas Públicas del Ipea; y columnista de economía del canal Agromais TV. *E-mail*: jose.vieira@ipea.gov.br.

3. Disponible en: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/creditorural>.

reales, se observó un aumento en la producción, lo que resultó en un incremento de la productividad del sector, beneficiando tanto a los productores rurales como a los consumidores finales. Además, aunque hubo presiones externas sobre los precios, el mercado internacional desempeñó un papel crucial en el mantenimiento de la rentabilidad del agronegocio, compensando, en parte, las transferencias para el mercado interno (Silva y Barros, 2011).

Como resultado de este proceso, el agronegocio se convirtió en un importante motor del crecimiento económico del país. Esta participación se debe principalmente a la alta productividad derivada de los avances tecnológicos utilizados en la producción agropecuaria. Según las proyecciones del Cepea/CNA, el sector fue responsable del 27% del PIB en 2021.⁴ Asimismo, fue responsable del 52,2% de las exportaciones brasileñas en 2021, con productos distribuidos en todas las regiones del mundo, según datos de Agrostat.⁵

En el tercer trimestre de 2022, las exportaciones del agronegocio totalizaron US\$ 121,8 mil millones, lo que representó una variación del 23,2% en comparación con el mismo período de 2021. Por otro lado, las importaciones ascendieron a US\$ 12,8 mil millones, un aumento del 2,7% respecto al año anterior. El principal destino de las exportaciones fue China, con un valor de US\$ 41,2 mil millones, seguido por la Unión Europea (27)⁶ con US\$ 19,3 mil millones y Estados Unidos con US\$ 7,8 mil millones. En América del Sur, el principal socio de Brasil es Argentina, con un valor de exportación de US\$ 1,5 mil millones. Además, el saldo de la balanza comercial del agronegocio aumentó de US\$ 38,5 mil millones en 2005 a US\$ 142 mil millones en 2022, período de este estudio empírico, reflejando una tasa de crecimiento anual del 8,6% (Ferreira y Vieira Filho, 2023).

El comercio con otros países, a través de las exportaciones, es uno de los elementos clave para el éxito del agronegocio brasileño, reduciendo su vulnerabilidad frente a choques exógenos y posibles deterioros en la balanza comercial y, por consiguiente, en los términos de intercambio. En este sentido, es necesario estudiar la condición de Marshall-Lerner y la hipótesis del efecto de la curva J para los principales socios del agronegocio brasileño, que señalan la relación entre las fluctuaciones de la tasa de cambio y el saldo comercial del país.

La literatura ha avanzado en la investigación sobre las fluctuaciones de la tasa de cambio y sus impactos en la balanza comercial de los países, notoriamente en el conjunto de todos los sectores de actividad económica. Hay relativamente pocos

4. Para más detalles, ver Cepea y CNA (2025).

5. Disponible en: <https://mapa-indicadores.agricultura.gov.br/publico/extensions/Agrostat/Agrostat.html>. Consulta en: 15 nov. 2022.

6. Países miembros: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Países Bajos, Polonia, Portugal, República Checa, Rumania, Suecia. Disponible en: <https://www.gov.uk/eu-eea>.

estudios que hayan verificado estos efectos en el saldo comercial de forma sectorial, como los de Kim, Cho y Koo (2004), Baek y Koo (2008), Baek, Koo y Mulik (2009), Gong y Kinnucan (2015), Chebbi y Olarreaga (2019), Trofimov (2020) y Seibert *et al.* (2023). Sin embargo, se sabe que el agronegocio es un sector clave en la economía brasileña. Para evaluar esta importancia de forma desagregada, este capítulo busca responder cuál sería el efecto real de una política de devaluación cambiaria sobre las exportaciones netas del agronegocio con sus principales socios comerciales. Además, se busca estimar los resultados en un contexto de transacciones bilaterales.

En este contexto, se lleva a cabo una breve revisión de la literatura sobre los estudios que han medido la curva J bilateral de Brasil con sus principales socios del agronegocio. Asimismo, se verificará la validez empírica de este enfoque teórico en el comercio entre Brasil y sus principales socios: China, Estados Unidos, la Unión Europea y Argentina. Para este propósito, se utilizaron bases de datos de Comex Stat, Cepea/CNA, Agrostat, Ipeadata y Sidra/IBGE.

2 LA PRESENCIA DE LA CURVA J EN EL COMERCIO INTERNACIONAL

El fenómeno conocido como curva J describe los efectos de los cambios en la tasa de cambio real sobre la balanza comercial. Primero, a corto plazo, hay una deterioración de la balanza comercial. Posteriormente, a largo plazo, se observa una mejora del saldo comercial. La mayoría de las investigaciones empíricas han examinado la curva J en economías desarrolladas, y su validez ha sido poco explorada en economías pequeñas o en desarrollo.

Entre ellos, los artículos de Bahmani-Oskooee (1985), Moffett (1989), Brissimis y Leventankis (1989), Noland (1989), Bahmani-Oskooee y Malixi (1992), Bahmani-Oskooee y Alse (1994), Marwah y Klein (1996), Gupta-Kapoor y Ramakrishnan (1999), Bahmani-Oskooee y Brooks (1999), Bahmani-Oskooee y Kantipong (2001), Lal y Lowinger (2002), Bahmani-Oskooee y Goswami (2003), Hacker y Hatemi-J (2003), Moura y Da Silva (2005), encontraron efectos de la curva J en el comercio internacional de los países analizados. Por otro lado, los estudios de Gupta-Kapoor y Ramakrishnan (1999), Wilson (2001), Baharumshah (2001), Lee y Chinn (2006) no verificaron la validez.

Entretanto, la literatura que ha abordado la validez de la curva J ha prestado poca atención a su ocurrencia en el comercio agrícola de *commodities*. Kim, Cho y Koo (2004), Baek y Koo (2008), Baek, Koo y Mulik (2009), Gong y Kinnucan (2015), Chebbi y Olarreaga (2019) y Trofimov (2020) realizaron investigaciones relevantes en este ámbito. Además, no se han encontrado estudios en la literatura que midan este fenómeno en el comercio internacional del agronegocio, especialmente en términos de comercio bilateral.

En el estudio de Kim, Cho y Koo (2004), se examinaron los efectos de la tasa de cambio en el comercio bilateral de productos agrícolas entre Estados Unidos y Canadá utilizando modelos de corrección vectorial de errores (VECM) y modelos vectoriales de media móvil (VMA) con datos trimestrales de series temporales de 1983 a 2000. Sus resultados señalaron que la tasa de cambio tiene un impacto significativo en el comercio agrícola de los Estados Unidos con Canadá, pero no tuvo efecto sobre los precios ni la renta agrícola de Estados Unidos.

Baek y Koo (2008) exploraron las relaciones de corto y largo plazo entre la balanza comercial agrícola, los agregados macroeconómicos domésticos y las variables agrícolas de los Estados Unidos. Fue utilizado el modelo VEC con datos trimestrales de 1981 a 2003. En sus resultados, se verifican efectos de la tasa de cambio sobre la balanza comercial. Sin embargo, a largo plazo, la tasa de cambio, los precios agrícolas y la renta disponible fueron considerados débilmente exógenos en el sector agrícola. Los efectos dinámicos de corto plazo, combinados de la tasa de cambio, el precio y la producción agrícola, así como la renta disponible, explican conjuntamente los cambios en la balanza comercial.

El estudio de Baek, Mulik y Koo (2006), por su parte, midió la ocurrencia de la curva J en el comercio de los Estados Unidos, a través del comercio bilateral con sus tres principales socios comerciales, Canadá, Japón y México. Se examinaron los efectos dinámicos de los cambios en las tasas de cambio en el comercio bilateral de productos agrícolas entre los Estados Unidos y sus 15 principales socios comerciales. Para tal fin, se utilizó el modelo Autorregresivo de Rezagos Distribuidos (ARDL) para cointegración, aplicado a datos trimestrales de series temporales de 1989 a 2007. No se encontraron evidencias a favor de la curva J. Sin embargo, sus resultados indicaron la importancia de la tasa de cambio en la determinación del comportamiento a corto y largo plazo.

Gong y Kinnucan (2015) aplicaron el modelo ARDL para verificar el efecto de la curva J a corto plazo de los Estados Unidos con el resto del mundo. Sus resultados indican que, a corto plazo, la tasa de cambio no fue un factor determinante para el comercio de los Estados Unidos con el resto del mundo, por lo que no hay indicios del patrón de la curva J. El artículo de Chebbi y Olarreaga (2019) midió el impacto de los cambios en la tasa de cambio de Túnez sobre la balanza comercial del sector agrícola, utilizando el modelo VEC. Los resultados mostraron que la depreciación de la moneda nacional conduce a un deterioro de las exportaciones netas del sector agrícola a largo plazo.

Por último, Trofimov (2020) examinó los efectos de la tasa de cambio sobre la balanza comercial agrícola en cuatro economías del sudeste asiático (Indonesia, Malasia, Filipinas y Tailandia) en el período 1980-2017. Se utilizaron los modelos ARDL y NARDL, y dos medidas de tasa de cambio (tasa de cambio real,

construida por el USDA, y tasa de cambio efectiva real, construida por el FMI). Sus resultados indican que el efecto de la curva J se observó únicamente para Malasia. En el ínterin, la estimación de la elasticidad de la balanza comercial fue inferior a la unidad.

Por lo tanto, la mayoría de los estudios empíricos internacionales que investigaron el fenómeno de la curva J en el comercio agrícola no encontraron respaldo para esta condición. En la literatura nacional se identificaron dos estudios empíricos. Schwantes, Freitas y Zanchi (2010)⁷ estimaron el impacto de los determinantes de la balanza comercial del agronegocio brasileño utilizando el modelo VEC. Los resultados revelaron un efecto positivo a corto plazo de la tasa de cambio sobre la balanza comercial del agronegocio. Sin embargo, únicamente Seibert *et al.* (2023) realizaron una investigación empírica de la curva J en el contexto del agronegocio nacional, con foco exclusivo en la región Centro-Oeste del país.

3 METODOLOGÍA

3.1 Base de datos

Las bases de datos que se utilizarán para lograr el propósito de este estudio son de Cepea/Esalq, Agrostat, Ipeadata y Oecd.stat. Lo cuadro 1 presenta las variables utilizadas y sus fuentes de datos.

CUADRO 1
Descripción de variables para verificar la curva J del agronegocio

Variables	Proxy utilizada	Período ³	Fuente de datos
Exportaciones netas del agronegocio	Logaritmo natural de la razón (exportaciones/importaciones) del Agronegocio en el trimestre t ¹	2005.1-2021.1	Agrostat
Tipo de cambio real del agronegocio	Logaritmo natural del tipo de cambio real efectivo del agronegocio	2005.1-2021.1	Cepea/Esalq
Ingreso agropecuario	Logaritmo natural del PIB agropecuario	2005.1-2021.1	Ipeadata
Ingreso externo	Logaritmo natural del PIB de los principales socios del agronegocio de Brasil ²	2005.1-2021.1	OECD.stat

Fuentes: Agrostat, Cepea/Esalq, Ipeadata y OECD.Stat.
Elaboración de los autores.
Notas: ¹ La variable fue construida utilizando datos de exportaciones y importaciones del agronegocio disponibles en Agrostat.
² Las variables fueron recolectadas para China, Unión Europea, Estados Unidos y Argentina.
³ El período disponible de la tasa de cambio real del agronegocio se obtuvo de Cepea/Esalq.

7. El estudio no tuvo como objetivo medir la curva J.

3.2 Procedimientos econométricos

3.2.1 Modelo ARDL

Para examinar la relación entre las exportaciones netas del agronegocio y el tipo de cambio real del agronegocio, se sigue la literatura (Bahmani-Oskooee y Wang, 2006; Halicioglu, 2008; Bahmani-Oskooee y Kutun, 2009; Bahmani-Oskooee y Gelan, 2012; Bahmani-Oskooee y Fariditavana, 2015; 2016; Nusair, 2017) y se utiliza el siguiente modelo:

$$eb_t = \beta_0 + \beta_1 q_t + \beta_2 y_t + \beta_3 y_t^* + \varepsilon_t \quad (1)$$

En la ecuación (1) eb_t son las exportaciones netas bilaterales, definidas como la razón entre importaciones y exportaciones del agronegocio, q_t es la tasa de cambio efectiva real del agronegocio, y_t es el PIB de la agropecuaria, y_t^* es el ingreso externo, y ε_t es el término de error aleatorio.⁸

El modelo de Autorregresivo Distribuido Rezagado (ARDL) puede ser escrito como:

$$\Delta eb_t = \alpha_0 + \sum_{j=1}^k \alpha_{1j} \Delta eb_{t-j} + \sum_{j=0}^p \alpha_{2j} \Delta q_{t-j} + \sum_{j=0}^q \alpha_{3j} \Delta y_{t-j} + \sum_{j=0}^{n_1} \alpha_{4j} \Delta y_{t-j}^* + \alpha_5 eb_{t-1} + \alpha_6 q_{t-1} + \alpha_7 y_{t-1} + \alpha_8 y_{t-1}^* + v_t \quad (2)$$

Después de la estimación del modelo ARDL, es necesario aplicar pruebas de diagnóstico del modelo. Las pruebas aplicadas verifican algunas suposiciones importantes del ARDL. Para ello, se aplicaron la prueba LM de correlación serial de Breusch-Godfrey, la prueba de heterocedasticidad de Breusch-Pagan, la prueba de normalidad de Jarque-Bera, la prueba Rainbow⁹ de linealidad y la prueba de Ramsey Reset, utilizado para verificar si hay alguna especificación incorrecta en el modelo. Además, las pruebas Cusum recursivo y Cusum de cuadrados (Brown, Durbin y Evans, 1975) y Pesaran y Pesaran (1997), se utilizan para detectar si se ha introducido alguna estructura autorregresiva en el modelo. Además, las pruebas aplicadas en este estudio también se utilizan para garantizar la estabilidad de los parámetros estimados.

3.3 Modelo ARDL no lineal (NARDL)

Aunque el modelo ARDL de Pesaran, Shin y Smith (2001) es más flexible, asumiendo un proceso de ajuste lineal en el cual las apreciaciones y depreciaciones cambiarias tienen efectos simétricos en la balanza comercial, el proceso de ajuste puede ser no lineal, y en ese caso, la balanza comercial puede responder de manera diferente a las depreciaciones y apreciaciones. En este sentido, Shin, Yu y

8. Las letras minúsculas indican variables en formas logarítmicas.

9. La idea básica de la prueba Rainbow es que, incluso si la relación no es lineal, se puede obtener un buen ajuste lineal en una sub-muestra en el "promedio" de los datos.

Greenwood-Nimmo (2014) desarrollaron un modelo ARDL no lineal (NARDL), que representa una forma asimétrica del modelo ARDL lineal de Pesaran, Shin y Smith (2001).

Para implementar el NARDL, considere la siguiente regresión asimétrica de largo plazo:

$$ebt = \alpha + \delta^+ q_t^+ + \delta^- q_t^- + \alpha_1 y_t + \alpha_2 y_t^* + \xi_t \quad (3)$$

En la ecuación (3), δ^+ y δ^- son los términos de largo plazo asociados a apreciaciones y depreciaciones, respectivamente. q_t se descompone en:

$$q_t = q_0 + q_t^+ + q_t^- \quad (4)$$

En el cual, q_0 es el valor inicial, y q_t^+ y q_t^- son los procesos de suma parcial de cambios positivos (apreciaciones) y negativos (depreciaciones) en q_t , definidos como:

$$q_t^+ = \sum_{j=1}^t \Delta q_j^+ = \sum_{j=1}^t \max(\Delta q_j, 0) \quad (5)$$

$$q_t^- = \sum_{j=1}^t \Delta q_j^- = \sum_{j=1}^t \min(\Delta q_j, 0) \quad (6)$$

Se supone un caso simple en el que q_t se descompone en q_t^+ y q_t^- alrededor de un único valor límite de cero,¹⁰ lo que permite distinguir entre cambios positivos y negativos en q_t .

Por lo tanto, el siguiente modelo NARDL se puede escribir reemplazando q_t en el modelo ARDL lineal en la ecuación (2) por q_t^+ y q_t^- de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \Delta ebt_t = & \gamma_0 + \sum_{j=1}^k \gamma_{1j} \Delta ebt_{t-j} + \sum_{j=0}^p \gamma_{2j}^+ \Delta q_{t-j}^+ + \sum_{j=0}^n \gamma_{3j}^- \Delta q_{t-j}^- + \sum_{j=0}^q \gamma_{4j} \Delta y_{t-j} + \\ & \sum_{j=0}^{n_1} \gamma_{5j} \Delta y_{t-j}^* + \rho_0 ebt_{t-1} + \eta^+ q_{t-1}^+ + \eta^- q_{t-1}^- + \rho_1 y_{t-1} + \rho_2 y_{t-1}^* + \mu_t \end{aligned} \quad (7)$$

El enfoque NARDL es similar a la aproximación lineal, con todas las pruebas presentadas en la subsección 4.1. Por lo tanto, para implementar el modelo NARDL (7), primero se estima la ecuación (7) mediante OLS. Posteriormente, se evalúa la presencia de una relación asimétrica (no lineal) de largo plazo (cointegración) entre las variables, utilizando las pruebas de Shin, Yu y Greenwood-Nimmo (2014).

La prueba de simetría de largo y corto plazo se realiza utilizando la estadística estándar de Wald. Para la simetría de largo plazo, se prueba la hipótesis nula $\delta^+ = \delta^-$. La simetría aditiva de corto plazo se puede evaluar probando la hipótesis nula $\sum_{j=0}^p \gamma_{2j}^+ = \sum_{j=0}^n \gamma_{3j}^-$. Por lo tanto, los ajustes de corto plazo para apreciaciones y depreciaciones se capturan por γ_{2j}^+ y γ_{3j}^- , respectivamente.

Para que la depreciación mejore el saldo comercial a largo plazo, la estimación de η^- normalizada en ρ_0 debe ser positiva y significativa. En caso de que existan

10. Para Shin, Yu y Greenwood-Nimmo (2014), con este valor límite cero, los procesos de suma parcial resultantes condicionan una interpretación económica.

efectos asimétricos y cointegración, y si las estimaciones de γ_{3j}^- son negativas o no significativas, y la estimación de η^- normalizada en ρ_0 es positiva y significativa, se respalda el fenómeno de la curva J (Bahmani-Oskooee y Fariditavana, 2015; 2016; Nusair, 2017).

4 RESULTADOS

Para alcanzar los objetivos, se estimaron las curvas J bilaterales de Brasil con China, la Unión Europea, Estados Unidos y Argentina. Los gráficos de las series se presentan en el anexo A, en los gráficos A.1, A.2, A.3 y A.4, respectivamente. Inicialmente, se realizaron pruebas para la asimetría a corto y largo plazo en todas las relaciones bilaterales. Para China, la Unión Europea y Estados Unidos, no se rechaza la hipótesis nula de simetría en el corto y largo plazo, por lo que se estimó el modelo ARDL. Por otro lado, para Argentina, la hipótesis nula de simetría a largo plazo se rechaza, y se estimó el modelo NARDL.

Los modelos ARDL para China, la Unión Europea y Estados Unidos¹¹ se estimaron siguiendo ciertos criterios para garantizar la validez de la inferencia. Primero, se realizó la prueba de raíz unitaria KPSS,¹² como se muestra en la tabla A.1, en el anexo A. Después de estas pruebas, se estimaron las curvas J bilaterales para China, la Unión Europea y Estados Unidos utilizando ARDL. El ARDL estimado en las tres relaciones bilaterales se determinó en función del Criterio de Información de Akaike (AIC), con un rezago. Posteriormente, se aplicaron las pruebas de *bounds*,¹³ en una ecuación de prueba, vinculada a la ecuación (2), incluyendo dinámicas a corto y largo plazo.

Los resultados se presentan en las tablas A.1, A.2 y A.3 en el anexo A. El efecto a corto plazo de la tasa de cambio en la balanza comercial se da por el signo y la significancia de α_{2j} . De acuerdo con Bahmani-Oskooee y Fariditavana (2015), el fenómeno de la curva J se verifica si las estimaciones de α_{2j} son inicialmente negativas, seguidas de estimaciones positivas. Los resultados sugieren que la tasa de cambio real del agronegocio tiene efectos significativos de corto plazo sobre las exportaciones netas con China y Estados Unidos. No se observan efectos significativos en el caso de la Unión Europea.

En todas las estimaciones, hay evidencia de cointegración a largo plazo, como se puede verificar a través de la prueba F en las tablas A.1, A.2 y A.3 en el anexo A. Así, para que la depreciación cambiaria mejore las exportaciones netas a largo plazo, la estimación de α_6 normalizada en α_5 debe ser positiva y significativa. Para

11. Las estimaciones se realizaron utilizando el *software* R.

12. La realización del test de raíz unitaria es necesario, debido a que en la serie (2) los valores críticos del estadístico F de Pesaran, Shin y Smith (2001), ya no son válidos.

13. El estadístico F de bounds de Pesaran, Shin y Smith (2001) para el análisis de cointegración basado en modelos ARDL, la hipótesis nula es la inexistencia de cointegración.

las relaciones bilaterales con la Unión Europea y Estados Unidos, α_6 es positivo y significativo, lo que sugiere que la depreciación mejora las exportaciones netas a largo plazo. Por otro lado, para China, la estimación no es significativa, lo que sugiere que la depreciación o no tiene un papel significativo o conduce a la deterioración de la balanza comercial a largo plazo.

Combinando los resultados a corto y largo plazo, en los casos de las relaciones bilaterales con los países analizados, se observa que para Estados Unidos no hay evidencia del fenómeno de la curva J según la definición alternativa de Rose y Yellen (1989),¹⁴ aunque los resultados sugieren una mejora en el saldo comercial a largo plazo, no muestran deterioro a corto plazo. Por otro lado, para la Unión Europea, hay indicios de la ocurrencia del fenómeno de la curva J.

Para verificar la robustez del modelo, se realizaron las pruebas de diagnóstico: LM, Breusch-Pagan, Rainbow, Jarque Bera, Reset y Cusum, que se presentan en las tablas A.1, A.2 y A.3, respectivamente. Los resultados de las pruebas sugieren que las estimaciones se mantuvieron estables en todos los casos a lo largo del período de la muestra.

El modelo NARDL fue estimado solamente para la relación bilateral con Argentina, a partir de la ecuación (7), con 2 rezagos,¹⁵ dado que se encontró una relación asimétrica a largo plazo para las exportaciones netas del agronegocio (entre Brasil y Argentina) y la tasa de cambio real del agronegocio. Al igual que con el modelo ARDL, se realizó la prueba de raíz unitaria KPSS,¹⁶ cuyos resultados se presentan en la tabla A.1 del anexo A. Después de las pruebas, se estimó la curva J bilateral.

Las estimaciones se presentan en la tabla A.4 en el anexo A. La tabla A.4 proporciona los resultados a largo plazo y las pruebas de diagnóstico. Para determinar las evidencias de efectos asimétricos a corto y largo plazo, se verificó la cointegración entre las variables mediante la prueba F. Los resultados de la tabla A.5 muestran que la cointegración está respaldada. Los resultados sugieren que las apreciaciones y/o depreciaciones tienen efectos asimétricos significativos a largo plazo. Sin embargo, como no hay asimetría a corto plazo, no se puede verificar que la depreciación tenga un efecto a largo plazo más fuerte en las exportaciones netas que las apreciaciones, y por lo tanto, si se respalda la curva J.

El cuadro 2 proporciona un resumen de los resultados de los modelos ARDL lineales y del modelo NARDL no lineal. En particular, proporciona los resultados de cointegración de cada modelo, el efecto a largo plazo de la depreciación y las

14. La definición de Rose y Yellen (1989) denota que el fenómeno de la curva J se produce a partir de un deterioro a corto plazo combinado con una mejora a largo plazo de la balanza comercial.

15. Se utilizó el criterio AIC para seleccionar el número ideal de rezagos.

16. La realización de la prueba de raíz unitaria es necesaria, debido a que en la serie (2) los valores críticos del estadístico F de Pesaran, Shin y Smith (2001), ya no son válidos.

tres definiciones para la curva J, siguiendo las definiciones de Bahmani-Oskooee (1985) y Rose y Yellen (1989).

Como se puede observar, hay evidencia de cointegración en las relaciones bilaterales. En cuanto a las estimaciones del modelo ARDL lineal y utilizando la definición de Bahmani-Oskooee (1985), no hay evidencia del fenómeno de la curva J para las relaciones bilaterales de Brasil con China, la Unión Europea y Estados Unidos. Por otro lado, la curva J está respaldada para la relación bilateral entre Brasil y la Unión Europea cuando se analiza según la definición alternativa de Rose y Yellen (1989).

Por lo tanto, los resultados presentados sugieren que no hay respaldo para el fenómeno de la curva J bilateral del agronegocio brasileño con China, Estados Unidos y Argentina. Sin embargo, en relación con la Unión Europea, los efectos son ambiguos. Si se analizan los resultados según la definición de Bahmani-Oskooee (1985), no hay evidencia. Por otro lado, si el enfoque es la definición alternativa de Rose y Yellen (1989), se respalda el fenómeno de la curva J para esta relación bilateral.

Finalmente, las evidencias encontradas corroboran los hallazgos de Dash (2013), quienes observaron el efecto de la curva J bilateral en la agricultura de India con Japón y Alemania, pero no se respaldó en las relaciones de India con Estados Unidos y Reino Unido; Adiningsih, Siregar y Hasanah (2013), donde el fenómeno de la curva J ocurre entre Indonesia, China y Japón, pero no se verifica con Estados Unidos; Baek, Mulik y Koo (2006), quienes no encontraron el fenómeno de la curva J en el comercio agrícola de Estados Unidos con Japón, Canadá y México.

CUADRO 2

Resumen de las estimaciones

País/bloque	Modelo lineal (ARDL)				
	Cointegración	Efecto corto plazo	Efecto largo plazo	Curva J	Curva J
				Definición 1 ¹	Definición 1 ²
China	SI	Positivo	No significativo	NO	NO
Unión Europea	SI	No significativo	Positivo	NO	SI
Estados Unidos	SI	Positivo	Positivo	NO	NO
País	Modelo no lineal (NARDL)				
	Cointegración	Efecto corto plazo	Efecto largo plazo ³	Curva J	Curva J
				Definición 1 ¹	Definición 1 ²
Argentina	SI	-	Positivo	NO	NO

Elaboración de los autores.

Notas: ¹ La curva J ocurre si las estimaciones de γ_{2j} en la ecuación (2) son negativas en rezagos más bajos, seguidas por estimaciones positivas en rezagos más altos – esta definición se debe a Bahmani-Oskooee (1985).

² Según la curva J, se respalda si las estimaciones de γ_{2j} son negativas o insignificantes, pero la estimación del efecto de largo plazo α_6 normalizado en α_5 es positiva y significativa – esta es la definición alternativa de la curva J proporcionada por Rose y Yellen (1989), que es la deterioración a corto plazo combinada con la mejora a largo plazo en la balanza comercial.

³ No se encontraron efectos asimétricos a corto plazo en las exportaciones netas de Brasil con Argentina.

5 CONSIDERACIONES FINALES

Este artículo analizó la ocurrencia del fenómeno de la curva J bilateral entre Brasil y sus principales socios en el mercado internacional del agronegocio: China, la Unión Europea, Estados Unidos y Argentina. Se evaluaron los efectos de la tasa de cambio efectiva real del agronegocio, el PIB agropecuario y los ingresos externos sobre las exportaciones netas del agronegocio brasileño durante el período 2005.1-2021.1. Las estimaciones se realizaron utilizando el modelo ARDL lineal y el modelo NARDL no lineal, dado que puede existir un proceso de ajuste lineal entre la tasa de cambio real y las exportaciones netas del agronegocio.

Usando el modelo ARDL lineal, no se encontraron evidencias del fenómeno de la curva J para China ni Estados Unidos. Para la Unión Europea, los efectos encontrados fueron ambiguos. Al utilizar el modelo NARDL, también no se encontró respaldo para la curva J en la relación bilateral con Argentina. Los resultados indican que solo para Argentina, en el modelo no lineal, las estimaciones de largo plazo para los ingresos externos resultan positivas y significativas, lo que sugiere que en la relación bilateral con este socio, el agronegocio juega un papel importante en la balanza comercial.

En este sentido, los resultados sugieren que el agronegocio brasileño, en sus relaciones bilaterales con sus principales socios, responde favorablemente a una depreciación de la tasa de cambio real, lo que se traduce en superávit en las exportaciones netas, tanto a corto plazo (excepto en el caso de la Unión Europea, donde no hay efecto), como a largo plazo.

El resultado encontrado en este estudio puede estar directamente relacionado con la política cambiaria brasileña. Si es favorable al agronegocio, se espera una mejora en la balanza comercial mayor que en la industria en general. Sin embargo, cuando es desfavorable, los impactos son significativos. En el pasado, la política de sustitución de importaciones perjudicó considerablemente el crecimiento del sector agropecuario nacional, ya que desestimulaba las exportaciones, financiando el sector industrial. Sin embargo, con una mayor apertura comercial y el fin de la política que beneficiaba al sector industrial en detrimento del agronegocio, la dinámica de la balanza comercial del sector pasó a reflejar, de forma más inmediata, los impactos de la política cambiaria, demostrando que la depreciación tiene efectos positivos tanto a corto como a largo plazo. De hecho, desde 2005, el saldo comercial del agronegocio ha sido superavitario, incluso cuando el resto de la economía mostraba un déficit.

Por lo tanto, a partir de los resultados obtenidos en este estudio y considerando la relevancia del agronegocio como impulsor del crecimiento económico de Brasil, se sugiere fomentar la competitividad de este sector con el fin de ampliar las exportaciones brasileñas y, en consecuencia, elevar los ingresos y promover el crecimiento económico a largo plazo.

REFERENCIAS

- ADININGSIH, H.; SIREGAR, H.; HASANAH, H. Does the J-curve phenomenon exist in Indonesia's bilateral trade balances with major trading countries? **Asean Journal of Economics, Management and Accounting**, v. 1, n. 1, p. 13-22, 2013.
- ALVES, E. R. de A. Embrapa: a successful case of institutional innovation. **Revista de Política Agrícola**, v. 19, p. 64-72, jul. 2010.
- ALVES, E. R. de A.; PASTORE, A. C. Import substitution and implicit taxation of agriculture in Brazil. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 60, n. 5, p. 865-871, 1978.
- BAEK, J.; KOO, W. W. Identifying macroeconomic linkages to US agricultural trade balance. **Canadian Journal of Agricultural Economics**, v. 56, n. 1, p. 63-77, 2008.
- BAEK, J.; KOO, W. W.; MULIK, K. Exchange rate dynamics and the bilateral trade balance: the case of US agriculture. **Agricultural and Resource Economics Review**, v. 38, n. 2, p. 213-228, 2009.
- BAEK, J.; MULIK, K.; KOO, W. W. The J-Curve phenomenon: myth or reality? *In*: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN AGRICULTURAL ECONOMICS ASSOCIATION, 2006, Long Beach. **Anales...** Long Beach: AAEA, jul. 2006.
- BAHARUMSHAH, A. Z. The effect of exchange rate on bilateral trade balance: new evidence from Malaysia and Thailand. **Asian Economic Journal**, v. 15, n. 3, p. 291-312, sept. 2001.
- BAHMANI-OSKOOEE, M. Devaluation and the J-curve: some evidence from LDCs. **Review of Economics and Statistics**, v. 67, n. 3, p. 500-504, agosto 1985.
- BAHMANI-OSKOOEE, M.; ALSE, J. Short-run *versus* long-run effects of devaluation: error correction modeling and cointegration. **Eastern Economic Journal**, v. 20, n. 4, p. 453-464, 1994.
- BAHMANI-OSKOOEE, M.; BROOKS, T. J. Bilateral J-curve between the US and her trading partners. **Weltwirtschaftliches Archiv**, v. 135, n. 1, p. 156-165, 1999.
- BAHMANI-OSKOOEE, M.; FARIDITAVANA, H. Nonlinear ARDL approach, asymmetric effects and the J-curve. **Journal of Economic Studies**, v. 42, n. 3, p. 519-530, agosto 2015.
- BAHMANI-OSKOOEE, M.; FARIDITAVANA, H. Nonlinear ARDL approach and the J-curve phenomenon. **Open Economies Review**, v. 27, n. 1, p. 51-70, feb. 2016.
- BAHMANI-OSKOOEE, M.; GELAN, A. Is there J-curve effect in Africa? **International Review of Applied Economics**, v. 26, n. 1, p. 73-81, 2012.

BAHMANI-OSKOOEE, M.; GOSWAMI, G. G. A disaggregated approach to test the J-curve phenomenon: Japan *versus* her major trading partners. **Journal of Economics and Finance**, v. 27, n. 1, p. 102-113, 2003.

BAHMANI-OSKOOEE, M.; KANTIPONG, T. Bilateral J-curve between Thailand and her trading partners. **Journal of Economic Development**, v. 26, n. 2, p. 107-117, 2001.

BAHMANI-OSKOOEE, M.; KUTAN, A. M. The J-curve in the emerging economies of Eastern Europe. **Applied Economics**, v. 41, n. 20, p. 2523-2532, 2009.

BAHMANI-OSKOOEE, M.; MALIXI, M. More evidence on the J-curve from LDCs. **Journal of Policy Modeling**, v. 14, n. 5, p. 641-653, oct. 1992.

BAHMANI-OSKOOEE, M.; WANG, Y. The J curve: China versus her trading partners. **Bulletin of Economic Research**, v. 58, n. 4, p. 323-343, 2006.

BRISSIMIS, S. N.; LEVENTAKIS, J. A. The effectiveness of devaluation: a general equilibrium assessment with reference to Greece. **Journal of Policy Modeling**, v. 11, n. 2, p. 247-271, 1989.

BROWN, R. L.; DURBIN, J.; EVANS, J. M. Techniques for testing constancy of regression relationships over time. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 37, n. 2, p. 149-163, 1975.

CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA; CNA – CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **PIB do agronegócio**: após dois trimestres em queda, PIB do agro reage no 3º tri, e recuo esperado para 2024 diminuiu para 2,49%. São Paulo: Cepea; CNA, 23 jan. 2025. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agro-negocio-brasileiro.aspx>.

CHEBBI, H. E.; OLARREAGA, M. Investigating exchange rate shocks on agricultural trade balance: the case of Tunisia. **The Journal of International Trade and Economic Development**, v. 28, n. 5, p. 628-647, 2019.

DASH, A. K. Bilateral J-curve between India and her trading partners: a quantitative perspective. **Economic Analysis and Policy**, v. 43, n. 3, p. 315-338, dic. 2013.

FERREIRA, Z. R.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Competitividade internacional do agronegócio. In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Agropecuária brasileira**: evolução, resiliência e oportunidades. Rio de Janeiro: Ipea, 2023. p. 67-93.

FISHLOW, A.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Agriculture and industry in Brazil**: innovation and competitiveness. Nueva York: Columbia University Press, agosto 2020.

GONG, L.; KINNUCAN, H. Effects of recession and dollar weakening on the US agricultural trade balance. *In*: SOUTHERN AGRICULTURAL ECONOMICS ASSOCIATION ANNUAL MEETING, 2015, Atlanta. **Anales...** Atlanta: SAEA, 2015.

GUPTAR-KAPOOR, A.; RAMAKRISHNAN, U. Is there a J-curve: a new estimation for Japan. **International Economic Journal**, v. 13, n. 4, p. 71-79, 1999.

HACKER, R. S.; HATEMI-J, A. Is the J-curve effect observable for small north European economies? **Open Economies Review**, v. 14, n. 2, p. 119-134, 2003.

HALICIOGLU, F. The J-curve dynamics of Turkey: an application of ARDL model. **Applied Economics**, v. 40, n. 18, p. 2423-2429, 2008.

KIM, M.; CHO, G. D.; KOO, W. W. Does the exchange rate matter to agricultural bilateral trade between Canada and the US? **Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie**, v. 52, n. 1, p. 127-145, 2004.

LAL, A. K.; LOWINGER, T. C. The J-curve: evidence from East Asia. **Journal of Economic Integration**, v. 17, n. 2, p. 397-415, jun. 2002.

LEE, J.; CHINN, M. D. Current account and real exchange rate dynamics in the G7 countries. **Journal of International Money and Finance**, v. 25, n. 2, p. 257-274, 2006.

MARWAH, K.; KLEIN, L. R. Estimation of J-curve: United States and Canada. **Canadian Journal of Economics**, v. 29, n. 3, p. 523-539, agosto 1996.

MOFFETT, M. H. The J-curve revisited: an empirical examination for the United States. **Journal of International Money and Finance**, v. 8, n. 3, p. 425-444, sept. 1989.

MOURA, G.; DA SILVA, S. Is there a brazilian J-curve? **Economics Bulletin**, v. 6, n. 10, p. 1-17, 2005.

NOLAND, M. Japanese trade elasticities and the J-curve. **The Review of Economics and Statistics**, v. 71, n. 1, p. 175-179, feb. 1989.

NUSAIR, S. A. The J-Curve phenomenon in european transition economies: a nonlinear ARDL approach. **International Review of Applied Economics**, v. 31, n. 1, p. 1-27, 2017.

PESARAN, M. H.; PESARAN, B. **Working with Microfit 4.0**: interactive economics analysis. Oxford: Oxford University Press, 1997.

PESARAN, M. H.; SHIN, Y.; SMITH, R. J. Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. **Journal of Applied Econometrics**, v. 16, n. 3, p. 289-326, mayo-jun. 2001.

ROSE, A. K.; YELLEN J. L. Is there a J-curve? **Journal of Monetary Economics**, v. 24, n. 1, p. 53-68, 1989. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0304393289900160?via%3Dihub>.

SCHWANTES, F.; FREITAS, C. A. de; ZANCHI, V. V. Determinantes da balança comercial do agronegócio brasileiro do período de 1990 a 2007. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 41, n. 2, p. 249-266, abr.-jun. 2010.

SEIBERT, C. E. *et al.* Exportações agrícolas do Centro-Oeste brasileiro: evidências da condição Marshall-Lerner e Curva-J. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 21, n. 1, p. 1-20, 2023.

SHIN, Y.; YU, B.; GREENWOOD-NIMMO, M. Modelling asymmetric cointegration and dynamic multipliers in a nonlinear ARDL framework. In: SICKLES, R. C.; HORRACE, W. C. (Ed.). **Festschrift in honor of Peter Schmidt**. Nueva York: Springer, 2014. p. 281-314.

SILVA, A. F.; BARROS, G. S. de C. Transferências da renda do agronegócio brasileiro. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ADMINISTRAÇÃO E SOCIEDADE RURAL, 49., 2011, Belo Horizonte. **Anales...** Belo Horizonte: Sober, 2011.

TROFIMOV, I. D. **The J-curve effect in agricultural commodity trade: an empirical study of South East Asian economies**. Múnic: MPRA, 10 dic. 2020. (MPRA Paper, n. 106701).

VIEIRA FILHO, J. E. R. **O desenvolvimento da agricultura do Brasil e o papel da Embrapa**. Rio de Janeiro: Ipea, marzo 2022. (Texto para Discussão, n. 2748).

WILSON, P. Exchange rates and the trade balance for dynamic Asian economies: does the J-curve exist for Singapore, Malaysia and Korea? **Open Economies Review**, v. 12, n. 4, p. 389-413, 2001.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

BAHMANI-OSKOOEE, M.; NIROOMAND, F. Long-run price elasticities and the Marshall-Lerner condition revisited. **Economics Letters**, v. 61, n. 1, p. 101-109, oct. 1998.

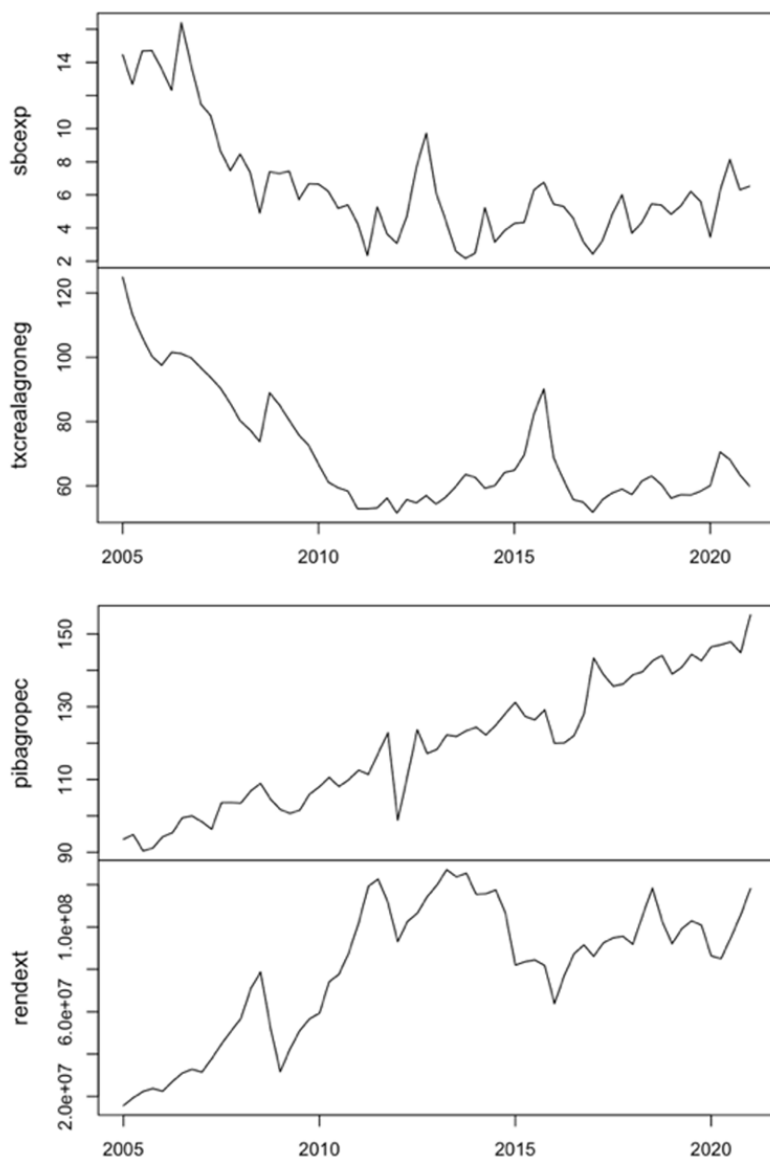
BAHMANI-OSKOOEE, M.; POURHEYDARIAN, M. The Australian J-curve: a reexamination. **International Economic Journal**, v. 5, p. 49-58, 1991.

PESARAN, M. H.; SHIN, Y. An autoregressive distributed lag modelling approach to cointegration analysis. In: STRØM, S. (Ed.). **Econometrics and economic theory in the 20th century: the Ragnar Frish centennial symposium**. Nueva York: Cambridge University Press, 1999. p. 371-413.

ANEXO A

GRÁFICO A.1

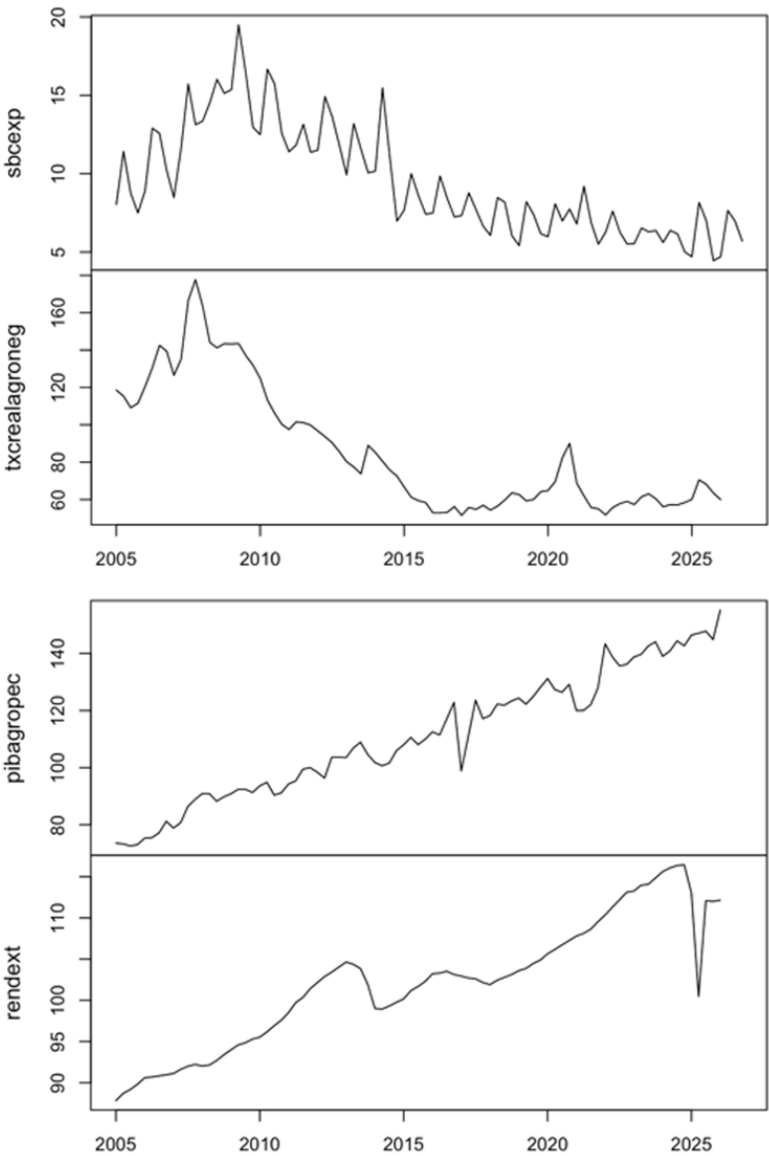
Gráfico de series – China



Elaboración de los autores.

GRÁFICO A.2

Gráfico de series – Unión Europea

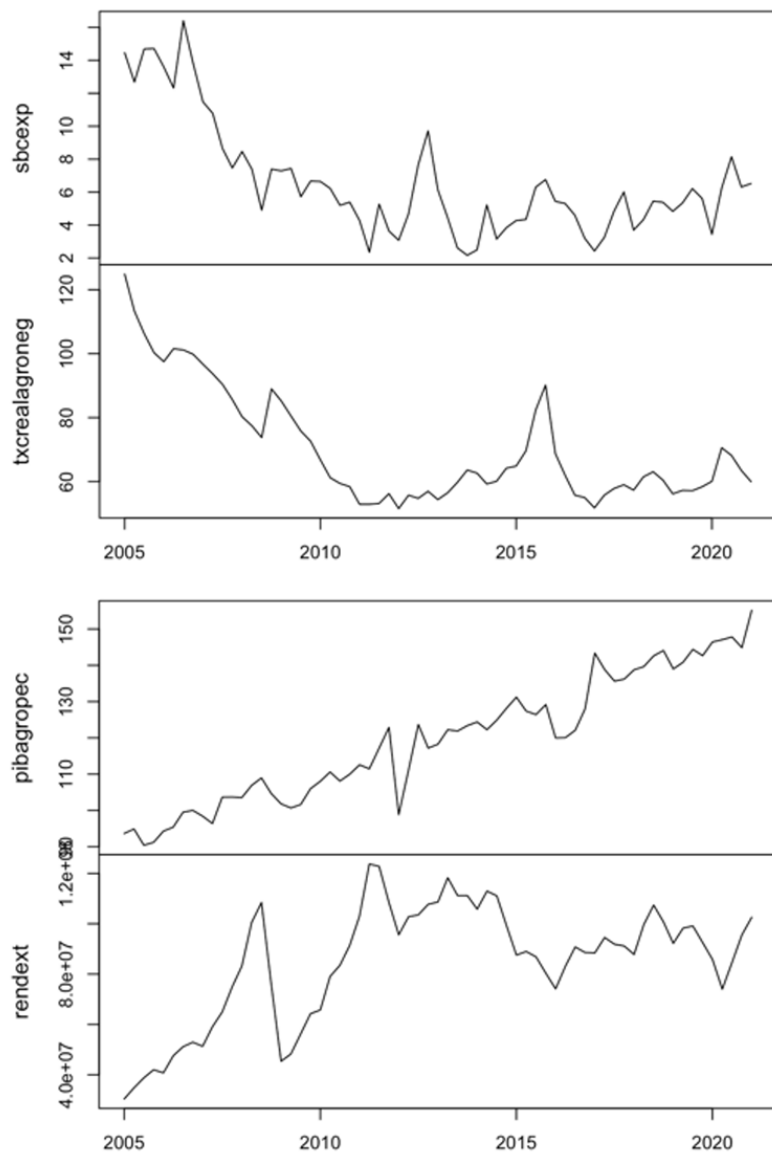


Elaboración de los autores.

Nota: Unión Europea – veintisiete países miembros: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Países Bajos, Polonia, Portugal, República Checa, Rumania, Suecia.

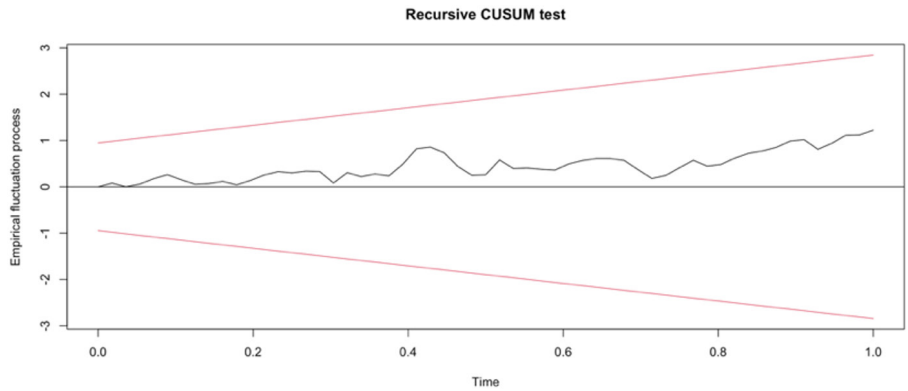
GRÁFICO A.3

Gráfico de series – Estados Unidos



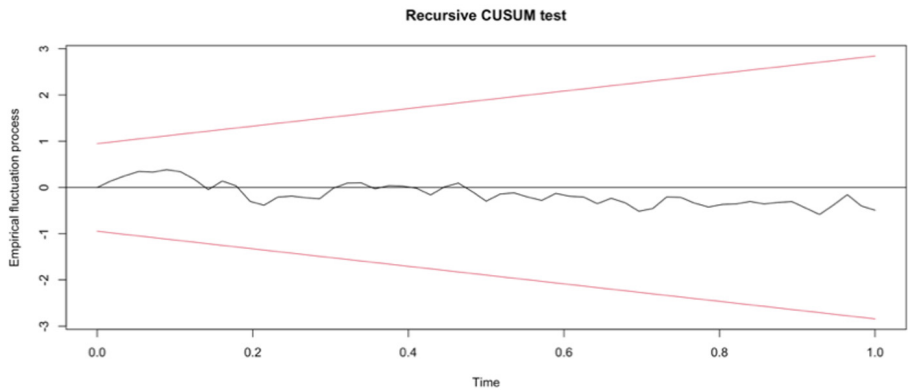
Elaboración de los autores.

GRÁFICO A.4
Prueba de estabilidad de suma acumulativa¹ recursiva – China



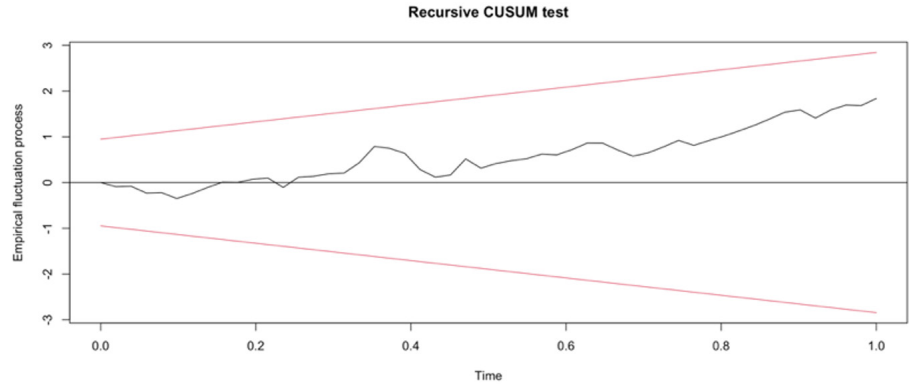
Elaboración de los autores.
Nota: Del inglés *cumulative sum* (Cusum).

GRÁFICO A.5
Prueba de estabilidad – Unión Europea (27)



Elaboración de los autores.

GRÁFICO A.6
Prueba de estabilidad – Argentina



Elaboración de los autores.

GRÁFICO A.7
Prueba de estabilidad – Argentina



Elaboración de los autores.

TABLA A.1
Prueba de raíz unitaria

Variables	China – KPSS			
	Nivel		Primera diferencia	
	T-valor	T-crítico	T-valor	T-crítico
ln(X/M)t	3.091	146	255	146
lnPibAgropect	317	146	266	146
lnRendaParceirost	3.466	146	713	146
lnTXCRealAgronegt	2.999	146	475	146

Variables	Unión Europea (27) – KPSS			
	Nivel		Primera diferencia	
	T-valor	T-crítico	T-valor	T-crítico
ln(X/M)t	2.561	146	722	146
lnPibAgropect	317	146	266	146
lnRendaParceirost	1.470	146	613	146
lnTXCRealAgronegt	2.999	146	475	146

Variables	Estados Unidos – KPSS			
	Nivel		Primera diferencia	
	T-valor	T-crítico	T-valor	T-crítico
ln(X/M)t	3.091	146	255	146
lnPibAgropect	317	146	266	146
lnRendaParceirost	2.878	146	501	146
lnTXCRealAgronegt	2.999	146	475	146

Variables	Argentina – KPSS			
	Nivel		Primera diferencia	
	T-valor	T-crítico	T-valor	T-crítico
ln(X/M)t	0,2591	146	0,0541	146
lnPibAgropect	317	146	266	146
lnRendaParceirost	0,3441	146	0,0475	146
lnTXCRealAgronegt	2.999	146	475	146

Elaboración de los autores.

Nota: T-crítico con 5% de significancia.

TABLA A.2

ARDL: estimaciones de corto y largo plazo – China

Estimaciones de corto plazo – RECM (1,1,1,1)				
	d(txcrealagroneg)	d(pibagropec)	d(rendext)	ect
China	1,0243	31.461	7.698	-53.504
	(0,0278)**	-6.679	-7.431	(0.0000)***
Estimaciones de largo plazo – UECM (1,1,1,1)				
	L(sbcexp, 1)	L(txcrealagroneg, 1)	L(pibagropec, 1)	L(rendext, 1)
China	-53.504	55.138	35.289	-25.356
	(0.0000)***	-1.682	-3.308	-1.920
Pruebas de diagnóstico				
Pruebas aplicadas	Estadística de la prueba	df1	df2	p-valor
F – Cointegración	5,5444	-	-	100
LM	0,9299	1	-	3.349
Breusch-Pagan	3,7848	4	-	4.359
Rainbow	0,3192	32	27	9.988
Jarque Bera	0,3727	2	-	8.300
Reset	0,5585	2	54	5.753
Cusum	0,4617	-	-	7.138

Elaboración de los autores.

Nota: Significancia: *** 1%, ** 5%; * 10%.

TABLA A.3

ARDL: estimaciones de corto y largo plazo – Unión Europea

Estimaciones de corto plazo – RECM (1,1,1,1)				
	d(txcrealagroneg)	d(pibagropec)	d(rendext)	ect
Unión Europea	0,5014	-0,0677	-0,5791	0,8272
	(0,0972)*	-1.410	-5.705	(0.0000)***
Estimaciones de largo plazo – UECM (1,1,1,1)				
	L(sbcexp, 1)	L(txcrealagroneg, 1)	L(pibagropec, 1)	L(rendext, 1)
Unión Europea	-0,8973	0,428	-1,3176	-0,0162
	(0.0000)***	(0.0035)***	(0.0037)***	-9.852
Pruebas de diagnóstico				
Pruebas aplicadas	Estadística de la prueba	df1	df2	p-valor
F – Cointegración	23,575	-	-	0
LM	2,1708	1	-	0,1406
Breusch-Pagan	1,6138	4	-	0,8063
Rainbow	0,6958	32	24	0,8328
Jarque Bera	1,595	2	-	0,4505
Reset	2,3598	2	54	0,1041
Cusum	0,3272	-	-	0,9447

Elaboración de los autores.

Nota: Significancia: *** 1%, ** 5%; * 10%.

TABLA A.4

ARDL: estimaciones de corto y largo plazo – Estados Unidos

Estimaciones de corto plazo – RECM (1, 1, 1, 1)				
	d(txcrealagroneg)	d(pibagropec)	d(rendext)	ect
Estados Unidos	1,1444 (0,0180)**	0,2925 -6.900	0,0321 -9.120	-0,5137 (0.0000)***
Estimaciones de largo plazo – UECM (1, 1, 1, 1)				
	L(sbcexp, 1)	L(txcrealagroneg, 1)	L(pibagropec, 1)	L(rendext, 1)
Estados Unidos	-0,5137 (0.0000)***	0,6495 (0.0682)*	0,1794 -5.846	-0,2762 -2.272
Pruebas de diagnóstico				
Pruebas aplicadas	Estadística de la prueba	df1	df2	p-valor
F – Cointegración	5,2869	-	-	0,0146
LM	0,6995	1	-	0,403
Breusch-Pagan	3,7874	4	-	0,4355
Rainbow	0,3292	32	27	0,9985
Jarque Bera	0,0465	2	-	0,977
RESET	0,4037	2	54	0,6698
CUSUM	0,5622	-	-	0,4894

Elaboración de los autores.

Nota: Significancia: *** 1%, ** 5%; y * 10%.

TABLA A.5

NADR: estimaciones largo plazo

Variables	Coefficientes	Desviación estándar	t- valor	p-valor
txcrealagroneg_p	1,9037	-8.933	2,1313	0,0331**
txcrealagroneg_p_1	-1,4178	91.0548)	-1,3442	0,1789
txcrealagroneg_n	0,5178	-3.271	1,5826	0,1135
pibagropec	0,5199	-8.019	0,5483	0,5168
rendext	0,5559	-2.278	2,4397	0,0147**
rendext_1	-0,5818	-2.221	-2,6198	0,0088***
Pruebas de diagnóstico				
Pruebas aplicadas	Estadística de la prueba	df1	l(0) l(1)	p-valor
W - Asimetría	6,6072**	-	-	-
F - Bounds	6,7958**	-	4,01 5,08	-
LM	0,1346	1	-	0,7762
ARCH	1,5755	1	-	0,2094
Jarque Bera	0,9722	-	-	0,2094

Elaboración de los autores.

Notas: ¹ Significancia: *** 1%; y ** 5%.² Valor crítico F-Bounds: 5%.

MATO GROSSO Y LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS

José Garcia Gasques¹

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho²

Eliana Teles Bastos³

Mirian Rumenos Piedade Bacchi⁴

Constanza Valdes⁵

1 INTRODUCCIÓN

Entre 1970 y 2017, años censales, el crecimiento anual del producto del sector agropecuario brasileño fue del 3,22% anual. El Centro-Oeste creció anualmente un 5,91%, mientras que el Sur lo hizo en un 3,65%. Durante el mismo período, el Nordeste registró un crecimiento cercano al 2,10%, y el Norte alcanzó un 3,82% anual. Los estados que destacaron por el alto crecimiento del producto fueron Rondônia, con un 7,84%, el Distrito Federal, con un 6,55%, y Mato Grosso, con un 6,32% (Vieira Filho y Gasques, 2020).

Durante ese período, el sector agropecuario experimentó profundas transformaciones. La productividad total de los factores (PTF) para Brasil creció, en promedio, un 2,03% al año entre 1970 y 2017, mientras que el promedio mundial fue del 1,71% al año. La tecnología resultó decisiva para el crecimiento de la agricultura.

Varios estudios muestran su relevancia y sus impactos en el crecimiento, como Vieira Filho, Gasques y Ronsom (2020) y Gasques *et al.* (2022). En 2017, con base en los datos censales, aproximadamente el 61% del crecimiento del producto se explicó por el avance tecnológico y alrededor del 39% por insumos tradicionales, como la tierra y la mano de obra. En Mato Grosso, esta participación en tecnología fue del 67%. En los años más recientes, aproximadamente el 80 % del crecimiento del producto se ha atribuido a la productividad total de los factores.

1. Investigador del Instituto de Investigación Económica Aplicada (Ipea); y coordinador general de políticas públicas en la Secretaría de Política Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería (SPA/Mapa). *E-mail:* jose.gasques@agro.gov.br.

2. Investigador del Ipea; profesor del Programa de Posgrado en Políticas Públicas del Ipea; y columnista de economía del canal Agromais TV. *E-mail:* jose.vieira@ipea.gov.br.

3. Servidora del Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). *E-mail:* eliana.bastos@agricultura.gov.br.

4. Investigadora del Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea). *E-mail:* mrpbacch@usp.br.

5. Investigadora del United States Department of Agriculture (USDA) no Economic Research Service (ERS). *E-mail:* cvaldes@ers.usda.gov.

Dada la enorme importancia de Mato Grosso para el crecimiento del sector agropecuario, especialmente en la producción de granos y carnes, este trabajo busca evaluar la relevancia de diversos indicadores, así como la medición de la PTF a nivel de estados. Para ello, la investigación se divide en 7 secciones, incluida esta breve introducción. La sección 2 presenta la metodología. La sección 3 muestra los indicadores de crecimiento. La sección 4 expone la productividad como factor de crecimiento. La sección 5 resume la contribución de los seis principales municipios productores de soya y maíz a la recaudación fiscal. La sección 6 presenta el proyecto del ferrocarril EF-170 en el escenario productivo. Finalmente, se presentan las consideraciones de la investigación.

2 METODOLOGÍA

Se busca calcular la PTF para el estado de Mato Grosso en el período de 2000 a 2022. Como en Gasques *et al.* (2022), se utiliza el índice de Tornqvist como indicador de la productividad total de los factores, donde el crecimiento de la productividad es la diferencia entre el crecimiento del índice de producto y el crecimiento del índice de insumos: *tasa de crecimiento de la PTF = tasa de crecimiento del producto – tasa de crecimiento de los insumos*. De esta manera, la tasa de crecimiento de la productividad resulta de la diferencia entre el crecimiento del producto y el de los insumos.

En otras palabras, el crecimiento de la PTF es un resultado que no depende del aumento de la cantidad de insumos, sino de la mejora del proceso de producción, que puede ocurrir por cambio tecnológico, mejora de la calidad de los insumos, mejora de la gestión y otros factores. Cada producto entra en el cálculo del índice de PTF ponderado por su participación en el valor bruto de la producción, de igual manera que cada insumo participa en el cálculo de acuerdo con su participación en el costo total de producción.

La ecuación (1) presenta la fórmula del índice de Tornqvist, mientras que la ecuación (2) muestra su transformación logarítmica.

$$\frac{PTF_t}{PTF_{(t-1)}} = \frac{\pi_{i=1}^n \left[\frac{Y_{it}}{Y_{i(t-1)}} \right]^{\frac{S_{it} - S_{i(t-1)}}{2}}}{\pi_{j=1}^m \left[\frac{X_{jt}}{X_{j(t-1)}} \right]^{\frac{C_{jt} - C_{j(t-1)}}{2}}} \quad (1)$$

$$\ln(PTF_t/PTF_{(t-1)}) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (S_{it} + S_{i(t-1)}) \ln \left(\frac{Y_{it}}{Y_{i(t-1)}} \right) - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m (C_{jt} + C_{j(t-1)}) \ln \left(\frac{X_{jt}}{X_{j(t-1)}} \right) \quad (2)$$

En la ecuación (1), la PTF representa la productividad total de los factores, donde Y es el índice de producto, X es el índice de insumos, S es la participación de cada producto en el valor bruto de la producción, y C es la participación de cada insumo en el costo total de producción.

El numerador del índice de Tornqvist está compuesto por los productos de los cultivos temporales, cultivos permanentes, productos de origen animal como leche, miel de abeja, capullos y carnes bovina, porcina y de pollo. Las definiciones de cada uno de estos componentes del producto se pueden consultar en Gasques *et al.* (2016). En total, el numerador del índice está formado por 74 productos, que forman parte de las investigaciones anuales, trimestrales y mensuales. Para todos estos elementos, se requieren información sobre las cantidades producidas y los precios. La ganadería, que incluye la producción animal y los pesos de las carcasas, está compuesta por 8 elementos, todos publicados por el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE).

La combinación de estos índices forma el producto, que es el numerador. Los precios utilizados son los recibidos por los productores. Las fuentes de datos de precios provienen de la Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) y del Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da Universidade de São Paulo (Cepea/USP).

El denominador está formado por los insumos, pues el índice representa una forma de representación de la función de producción. Por esta razón, es necesario incluir los insumos en el cálculo. Se consideran como insumos la mano de obra, la tierra y el capital. Una representación completa de la metodología puede encontrarse en Christensen (1975).

3 INDICADORES DE CRECIMIENTO

El estado de Mato Grosso tiene una superficie geográfica de 90,3 millones de hectáreas (o 903.207,019 km²), siendo el tercer estado más grande del país. La región se apoya fuertemente en la agropecuaria, donde su participación en el valor agregado de Brasil es del 13,5% (IBGE, 2020), la mayor participación entre todas las Unidades Federativas del país. Su superficie de establecimientos agropecuarios es de 54,9 millones de hectáreas, lo que representa el 15,6% del área total de la agropecuaria en el país.

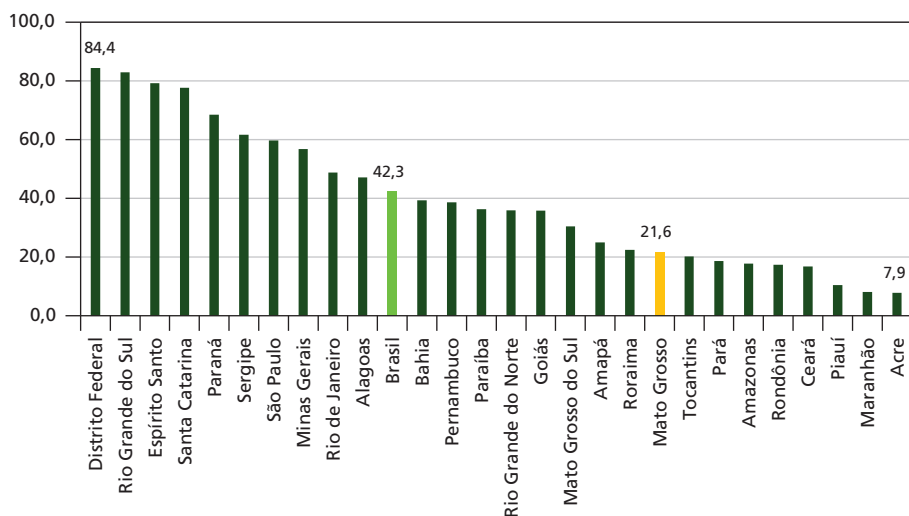
El uso de la tierra se realiza principalmente para cultivos temporales (19,4%), ganadería (15,7%), bosques nativos (23,2%) y otros. También se observa que, a pesar del volumen de producción, principalmente de los cultivos temporales, el área irrigada en el estado alcanzó las 155,8 mil hectáreas, lo que corresponde al 2,32% del área total irrigada en Brasil. Normalmente, el riego se utiliza en cultivos con más de una cosecha, como el frijol, la papa y el maíz de segunda cosecha, todos en condiciones de escasez hídrica.

En cuanto al uso de fertilizantes, según el gráfico 1, el 21,6% de los establecimientos agropecuarios en Mato Grosso aplicaron fertilizantes en sus propiedades, mientras que el promedio nacional fue del 42,3%. En el Distrito Federal, en Rio

Grande do Sul, en Espírito Santo, en Santa Catarina y en Paraná, más del 80,0% de los establecimientos utilizaron fertilizantes (IBGE, 2017). Es importante destacar que Mato Grosso todavía dispone con una frontera agrícola poco utilizada en el norte, lo que permite un crecimiento con expansión de área.

GRÁFICO 1

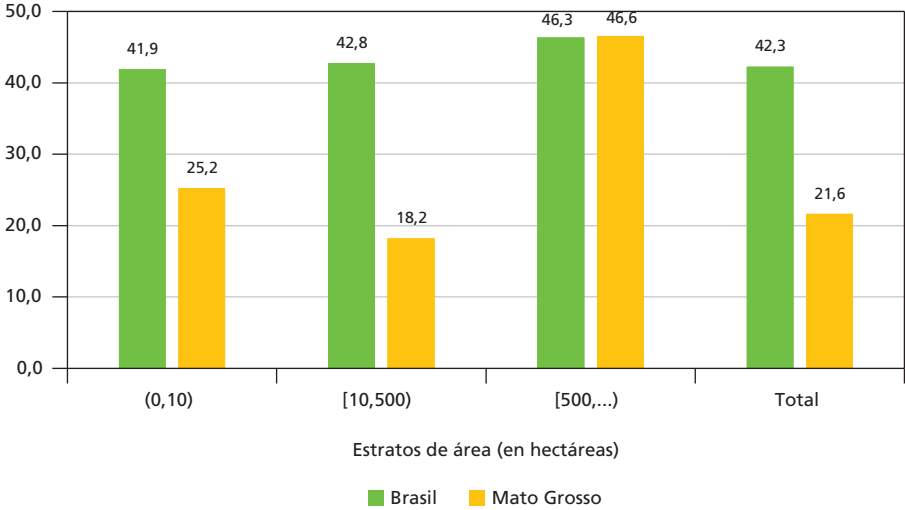
Establecimientos en Brasil que utilizan fertilizantes en su área productiva (2017)
(En %)



Fuente: IBGE (2017).

Aunque los indicadores de fertilización en Mato Grosso son bajos en general, al evaluar los datos según el tamaño de las propiedades (gráfico 2), se observa que, cuanto mayor es el establecimiento productivo, mayor es el porcentaje de fertilización aplicado, acercándose considerablemente a los indicadores nacionales. Los datos, estratificados por tamaño de propiedad, presentan el porcentaje de fertilización para tres grupos: i) establecimientos de hasta 10 hectáreas; ii) establecimientos de 10 a 500 hectáreas; y iii) establecimientos con una superficie igual o superior a 500 hectáreas.

GRÁFICO 2
Establecimientos que utilizan fertilizantes en su área productiva, por estrato de área – Brasil y Mato Grosso (2017)
(En %)



Fuente: IBGE (2017).

Desde 2019, en promedio, el estado ha contribuido con el 29,8% de la producción de granos del país. En 2023, esta participación llegó a 31,6%. El estado de Mato Grosso, en ese año, presentó una productividad de granos un 14,5% superior al promedio nacional. En términos absolutos, el promedio nacional fue de 4,0 toneladas por hectárea, mientras que el promedio de Mato Grosso fue de 4,7 toneladas por hectárea.

Según Silva, Baricelo y Vian (2020), la flota brasileña de maquinaria ha experimentado un aumento significativo en los últimos 50 años, tanto en cantidad como en potencia. Entre 2006 y 2017, como muestra la tabla 1, el crecimiento de la flota en Brasil fue del 50%. En el mismo período, la potencia (medida en caballos de fuerza) por hectárea aumentó de 1,43 a 1,71. Las flotas de máquinas para fertilización y cosecha registraron tasas de crecimiento elevadas durante este período (65% y 43%, respectivamente), aunque dichos valores se calcularon sobre un inventario considerablemente menor que en el caso de los tractores.

TABLA 1

Índices de concentración de la distribución del número de tractores y máquinas entre municipios – Brasil y regiones (2006 y 2017)

Región	Máquina	Flota			CR ₅₀			HHI		
		2006	2017	Δ %	2006	2017	Δ %	2006	2017	Δ %
Brasil	Tractor	820.082	1.227.342	50	0,094	0,092	-2	0,0006	0,0006	-3
	Plantación	316.498	347.983	10	0,118	0,125	6	0,0009	0,0009	0
	Fertilizantes	146.272	241.865	65	0,115	0,115	0	0,0008	0,0009	13
	Cosecha	113.857	162.587	43	0,158	0,163	3	0,0012	0,0012	0
N	Tractor	26.791	58.135	117	0,401	0,394	-2	0,0052	0,0054	3
	Plantación	5.891	10.541	79	0,558	0,523	-6	0,0131	0,0083	-37
	Fertilizantes	2.229	5.475	146	0,542	0,578	7	0,0088	0,0098	11
	Cosecha	1.860	3.253	75	0,773	0,746	-4	0,0321	0,016	-50
NE	Tractor	61.997	83.208	34	0,283	0,291	3	0,003	0,0032	5
	Plantación	32.339	15.197	-53	0,489	0,568	16	0,0073	0,0104	42
	Fertilizantes	4.990	7.254	45	0,588	0,629	7	0,0163	0,0141	-13
	Cosecha	8.421	6.064	-28	0,679	0,731	8	0,0148	0,0211	43
SE	Tractor	256.811	373.833	46	0,191	0,195	2	0,0017	0,0017	3
	Plantación	55.578	60.904	10	0,233	0,253	9	0,0021	0,0024	14
	Fertilizantes	54.356	82.781	52	0,233	0,268	15	0,0023	0,0028	22
	Cosecha	22.619	39.428	74	0,249	0,34	36	0,0024	0,0046	92
S	Tractor	346.997	516.468	49	0,192	0,19	-1	0,0017	0,0017	-3
	Plantación	182.311	210.429	15	0,19	0,202	6	0,0018	0,0019	6
	Fertilizantes	63.960	111.832	75	0,205	0,195	-5	0,0019	0,0018	-5
	Cosecha	61.896	83.250	34	0,243	0,23	-6	0,0024	0,0022	-8
CO	Tractor	127.486	195.698	54	0,377	0,353	-6	0,0049	0,0045	-9
	Plantación	40.379	50.912	26	0,467	0,44	-6	0,0067	0,0059	-12
	Fertilizantes	20.737	34.523	66	0,443	0,415	-6	0,0063	0,0056	-11
	Cosecha	19.061	30.592	60	0,643	0,598	-7	0,0121	0,01	-17

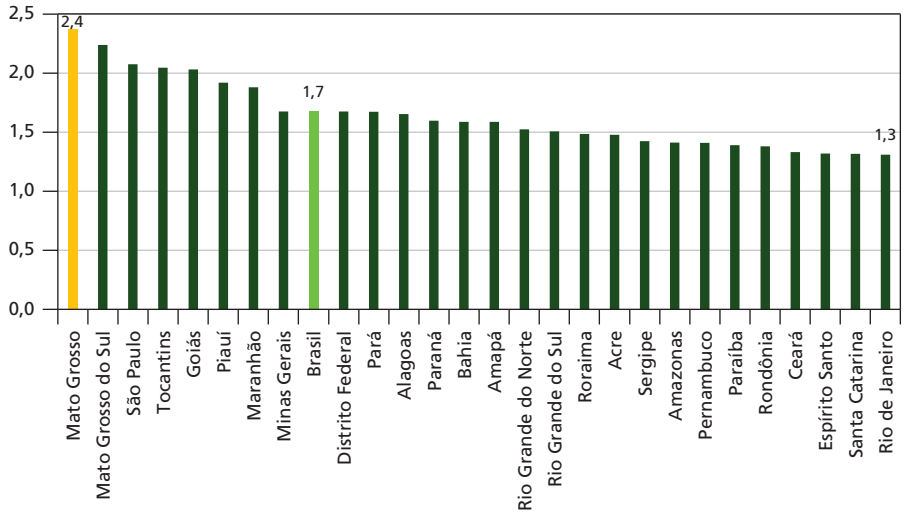
Fuente: Silva, Baricelo y Vian (2020, p. 155).

Nota: N – Norte; NE – Nordeste; SE – Sureste; S – Sur; y CO – Centro-Oeste.

En términos regionales, según Silva, Baricelo y Vian (2020), en 2006, los cincuenta municipios con las mayores flotas de tractores en el país representaban el 9% del total, una proporción que se mantuvo en 2017. Se observó que la región Centro-Oeste experimentó un intenso proceso de mecanización entre los dos últimos censos, con un patrón de crecimiento regional más disperso, ya que los índices de concentración (razón de concentración de las cincuenta mayores flotas municipales – CR50; y índice Herfindahl-Hirschman – HHI) disminuyeron en el período. Por lo tanto, el crecimiento ocurrió de manera más acelerada en las áreas agrícolas, lo que indica un marcado proceso de mecanización.

El estado de Mato Grosso, en particular, alcanzó niveles elevados de mecanización en sus operaciones. Uno de los indicadores que muestra este avance es el número de tractores por establecimiento. Según el gráfico 3, el promedio nacional fue de 1,7 tractores por establecimiento, mientras que el de Mato Grosso alcanzó los 2,4, el más alto a nivel nacional. Los estados de Mato Grosso do Sul, São Paulo, Tocantins y Goiás, en ese orden, también presentaron altos niveles de mecanización, con promedios superiores a 2 unidades por establecimiento.

GRÁFICO 3
Número de tractores por establecimiento (2017)
(En unidades)



Fuente: IBGE (2017).

Mato Grosso lidera el valor bruto de la producción agropecuaria del país, que fue de R\$ 1,121 billones en 2023. El estado contribuyó con el 15,9% de ese valor, seguido por São Paulo (12,3%), Paraná (12,3%) y Minas Gerais (10,6%). En 2023, Mato Grosso tuvo un ingreso bruto de cultivos y ganadería de aproximadamente R\$ 184,67 mil millones, siendo la soya, el maíz, el algodón y el ganado las principales actividades productivas.

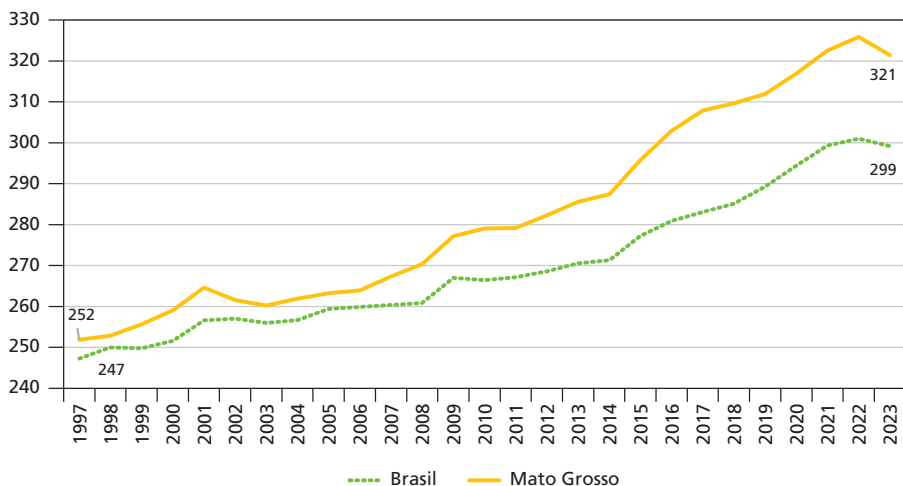
El complejo de la soya generó ingresos extraordinarios provenientes de las exportaciones. En 2023, las exportaciones del complejo de la soya generaron US\$ 19,385 mil millones para Mato Grosso. Otros estados que le siguen son Paraná, con US\$ 8,665 mil millones, y Rio Grande do Sul, con ingresos por exportaciones de aproximadamente US\$ 6,366 mil millones. Todos los estados tuvieron ingresos del complejo de la soya en 2023 por un total de US\$ 67,250 mil millones, de los cuales US\$ 32,083 mil millones fueron generados por el Centro-Oeste.

Mato Grosso también ejerce un fuerte liderazgo nacional en la ganadería, especialmente en el ganado vacuno, en términos de efectivos y animales sacrificados. Brasil cuenta con aproximadamente 234 millones de cabezas de ganado. De estas, 34 millones se encuentran en Mato Grosso. No obstante, existen otros estados con enormes rebaños, como Pará, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Minas Gerais y Tocantins. El estado también lideró el sacrificio de ganado vacuno, con el 18,2% del total nacional, lo que representó 915 mil animales sacrificados. Además, se observa que otros estados también tienen una participación significativa en los sacrificios, como São Paulo, Goiás y Minas Gerais.

El aumento de la productividad también puede atribuirse a la ganadería. En Brasil, la ganadería se ha modernizado en los últimos años, lo que ha permitido una participación significativa en el mercado mundial de carnes. Según el gráfico 4, de 1997 a 2023, el peso por animal aumentó de 247 a 299 kilogramos. En comparación con Mato Grosso, el peso-carcasa del estado fue superior al promedio nacional, pasando de 252 a 321 kilogramos en el mismo período. Queda claro que el crecimiento de la PTF está asociado al desempeño de la ganadería, aunque el aporte de los cultivos sea más relevante.

GRÁFICO 4

La productividad en la ganadería a través del peso de las carcasas por animal sacrificado, por animal – Brasil (1997-2023)
(En kg)



Fuente: IBGE (2024).

Además de la importancia que el estado ha adquirido en muchas actividades, cabe destacar el crecimiento en la producción de maíz para la fabricación de etanol. Aunque el etanol es un producto industrial que no se incluye directamente en el

cálculo de la PTF, el grano utilizado en su fabricación se incluyó como producto. Lo mismo ocurre con otros productos transformados, como la soya, el algodón y el maní.

Finalmente, un indicador fundamental relacionado con la productividad es el nivel educativo del estado. Este indicador ha mejorado considerablemente en los últimos años, en gran parte debido al mayor nivel educativo de los migrantes que llegaron a la región. También influyeron las inversiones en escuelas y docentes realizadas en diversas localidades del estado. Según el IBGE (2017), el porcentaje de establecimientos cuyos productores saben leer y escribir alcanzó el 76,1% en Brasil, mientras que en Mato Grosso fue del 89,8%.

4 PRODUCTIVIDAD COMO FACTOR DE CRECIMIENTO

Los resultados de la PTF en el estado de Mato Grosso evidencian su importancia para el crecimiento de la agricultura brasileña. El liderazgo en los resultados de diversas actividades se refleja en los aumentos de productividad, es decir, en el crecimiento del producto que no es explicado por el crecimiento de los insumos. Este crecimiento agropecuario ha ocurrido en Brasil desde la década de 1970 (Vieira Filho y Gasques, 2020). No obstante, en Mato Grosso, el aumento de la productividad ha sido particularmente destacado desde el año 2000.

La tabla 2 intenta hacer una comparación entre Brasil y Mato Grosso desde 2000 a 2022. En los últimos 50 años, Mato Grosso se ha caracterizado por sus elevadas tasas de crecimiento de la PTF. En el período más reciente, después del año 2000, se ha mantenido la expansión productiva. La PTF del estado ha experimentado una elevada tasa de crecimiento anual del 3,7%, frente al 2,9% registrado a nivel nacional.

TABLA 2
Tasas anuales de crecimiento de la productividad y de los índices de insumos, producto y PTF (2000-2022)
(En %)

Regiones	Tasa de crecimiento de la productividad			Tasa de crecimiento de los índices					
	Trabajo (Y/L)	Tierra (Y/A)	Capital (Y/K)	Trabajo (L)	Tierra (A)	Capital (K)	Insumo (L+A+K)	Producto (Y)	PTF
Brasil	4,4	3,3	2,2	-0,9	0,2	1,2	0,6	3,5	2,9
Mato Grosso	7,3	6,4	4	-0,3	0,6	3	3,3	7	3,7

Elaboración de los autores.

En Brasil y en Mato Grosso, la tierra y el capital impulsaron el crecimiento de la PTF. Sin embargo, la mano de obra ha ido disminuyendo en la actividad productiva y su contribución al índice de insumos fue negativa. Por esta razón, en

Mato Grosso, la productividad de la mano de obra creció un 7,3% anual, mientras que la de la tierra fue del 6,4%. En el país, la productividad del trabajo y de la tierra crecieron a una tasa más baja que en Mato Grosso, un 4,4% y un 3,3%, respectivamente. No obstante, estas tasas fueron también altas en comparación con estándares internacionales.

La productividad del trabajo refleja tanto la mejora en la cualificación y en los equipos de trabajo como el aumento en la productividad de la tierra. La productividad de la tierra se elevó gracias a las inversiones en investigación, que incrementaron la eficiencia de este factor. Aquí se destaca el trabajo de la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa), de las universidades, de los institutos de investigación estatales y del sector privado.

La principal diferencia entre Mato Grosso y Brasil, en cuanto al crecimiento, fue que el uso de insumos aún es un fuerte factor de crecimiento en el estado, aunque la productividad sea la variable principal. La PTF del estado fue superior a la nacional, a pesar de que la tasa de crecimiento de los insumos fue alta en el estado (3,3%) y baja en el contexto nacional (0,6%). El crecimiento en el índice de insumos en Mato Grosso fue muy influenciado por el crecimiento del capital, con una tasa del 3,0% anual. En contraste, la tasa de crecimiento del capital en Brasil fue del 1,2%.

El estado de Mato Grosso aún dispone de tierras provenientes de la conversión de pastizales naturales, que han dado lugar a nuevos cultivos de granos, principalmente la soya. El descubrimiento de nuevas tecnologías fue esencial para el aumento de la productividad. Pueden destacarse tres avances: i) la implementación de una segunda cosecha en la temporada de verano; ii) la resistencia genética a enfermedades clave; y iii) la siembra directa sobre rastrojo, entre otras prácticas. La tabla 3 presenta los índices de la PTF del estado, desglosados por producto e insumos, de 2000 a 2022.

TABLA 3
Índices de PTF, desagregados por producto, trabajo, tierra y capital – Mato Grosso (2000-2022)

Años	Trabajo (Y/L)	Tierra (Y/A)	Capital (Y/K)	Trabajo (L)	Tierra (A)	Capital (K)	Insumo (L+A+K)	Producto (Y)	PTF
2000	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2001	103,6	110,3	107,9	108,1	101,5	103,8	113,8	111,9	98,4
2002	114,1	118,2	116,5	107,6	103,9	105,4	117,8	122,8	104,3
2003	126,4	129	118,9	108,6	106,4	115,4	133,3	137,3	102,9
2004	155,4	154,6	141,2	109	109,6	120	143,4	169,4	118,1
2005	170,6	166,8	157	109,8	112,3	119,3	147	187,3	127,4
2006	164,2	175,4	148	107,9	101	119,7	130,4	177,1	135,9
2007	179,8	194	151,8	109	101,1	129,1	142,3	196	137,8

(Continúa)

(Continuación)

Años	Trabajo (Y/L)	Tierra (Y/A)	Capital (Y/K)	Trabajo (L)	Tierra (A)	Capital (K)	Insumo (L+A+K)	Producto (Y)	PTF
2008	200,8	207	159,2	105,4	102,2	132,9	143,1	211,6	147,8
2009	208,5	210,4	168,3	103,1	102,1	127,7	134,5	214,9	159,9
2010	226,1	217,8	162,4	99,4	103,2	138,3	141,8	224,7	158,4
2011	246,7	243,8	178,3	102,7	103,9	142,1	151,6	253,3	167,1
2012	288,4	277,4	194,2	101,7	105,7	151	162,4	293,3	180,6
2013	306,6	290,6	198,8	102	107,6	157,3	172,5	312,6	181,3
2014	321,8	302,1	209,7	102	108,6	156,5	173,4	328,2	189,2
2015	329,6	305,6	211,4	101,5	109,4	158,2	175,7	334,5	190,4
2016	306,7	283,8	196,1	101,6	109,8	158,8	177,1	311,5	175,9
2017	371	334,2	217,9	101,1	112,2	172,1	195,1	374,9	192,2
2018	381,7	348	224,1	102,3	112,2	174,3	200,1	390,5	195,2
2019	420,5	379	243,3	102,8	114,1	177,7	208,3	432,2	207,5
2020	440,4	391,4	243,7	102,2	115	184,8	217,2	450,2	207,2
2021	424,9	371,4	232,8	101,7	116,3	185,5	219,2	431,9	197
2022	463,6	397,9	245,7	101,4	118,1	191,3	229,1	470	205,2

Elaboración de los autores.

Nota: 2000 = 100.

5 CONTRIBUCIÓN DEL AGRONEGOCIO A LA RECAUDACIÓN TRIBUTARIA

Esta sección busca mostrar de manera sucinta la contribución del agronegocio en los seis municipios más importantes productores de soya y maíz en el estado de Mato Grosso. En los municipios donde la agropecuaria es la principal actividad, la producción rural representa una parte significativa de la generación de empleo directo e indirecto, de ingresos mediante la venta de productos, y del desarrollo económico a través de la recaudación de impuestos y tasas que luego revierten en beneficios para la sociedad. Según Lopes (2023), quien analizó esta importante relación entre el agronegocio y el desarrollo económico, los distintos niveles de urbanización reflejan la mayor o menor presencia de actividades capaces de satisfacer las necesidades técnicas, financieras, logísticas y de recursos humanos del sector agropecuario. Este enfoque implica una visión sistémica de la cadena productiva.

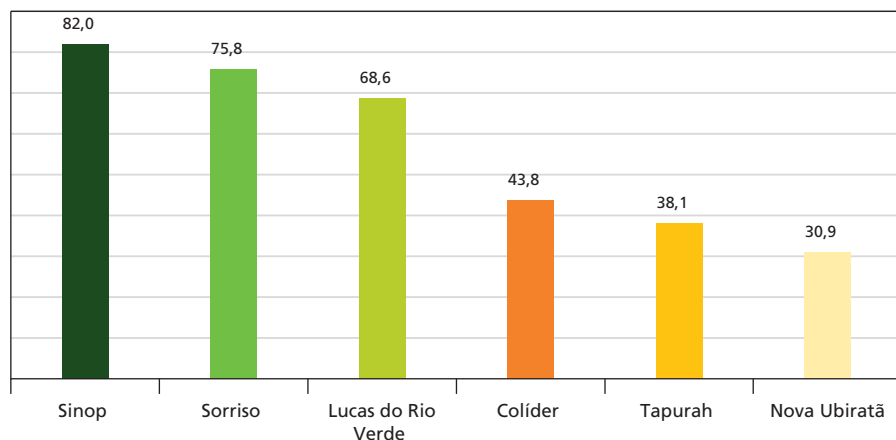
Según el estudio de Lopes (2023), para caracterizar la cadena productiva del agronegocio en las producciones de soya y maíz, era necesario identificar los principales eslabones de la cadena desde la producción, así como los sectores de actividades económicas aguas arriba y aguas abajo. Es decir, para que la cadena productiva de un municipio sea más completa, es necesario que se desarrollen actividades económicas a lo largo de toda la cadena, abarcando sectores como la agricultura, la industria e incluso los servicios. Cuanto más desarrollados y diver-

sificados estén estos sectores, mayor será el índice de integración productiva (o índice de completitud) de la región o municipio.

Conforme el gráfico 5, que resume el índice de integración productiva de las cadenas de soya y maíz en los seis principales productores del estado de Mato Grosso, se observa la importancia de completar la cadena en los municipios de Sinop, Sorriso y Lucas do Rio Verde, que presentaron los indicadores más altos, ocupando las primeras posiciones en el *ranking* de ciudades. En el otro extremo, Colíder, Tapurah y Nova Uiratã fueron clasificados con indicadores de completitud más bajos.

GRÁFICO 5

Índice de integración productiva de las cadenas de soya y maíz – Mato Grosso (2002-2020)
(En %)



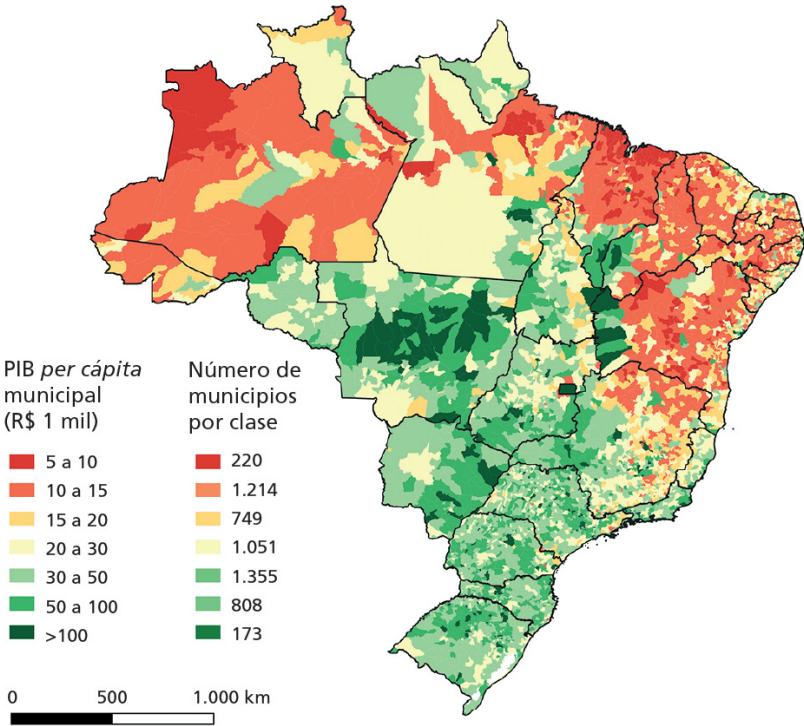
Fuente: Lopes (2023).
Elaboración de los autores.

El índice de integración productiva ofrece una visión de la dinámica de la cadena productiva en cada municipio. El grupo con el menor porcentaje presentó deficiencias en el sector industrial, principalmente en la producción de insumos (productos fitosanitarios, fertilizantes y maquinaria), así como en subproductos de la soya y el maíz (harina, aceite y biocombustible). Por un lado, los municipios con mayor completitud de las cadenas lograron un desarrollo más efectivo del sector industrial, además de contar con sectores comerciales y de servicios más consolidados. Por otro lado, los municipios con los indicadores más bajos de completitud dependen mayoritariamente del sector agropecuario.

La figura 1 presenta el mapa de los municipios según estratos del producto interno bruto (PIB) per cápita en Brasil. Se observa, claramente, que cuanto mayor es el valor del indicador, mayor es el relleno de las regiones más dinámicas en el

agronegocio nacional, siendo el estado de Mato Grosso un estado central en la generación de riqueza. El PIB está muy asociado a la agregación de valor en las materias primas del sector agropecuario, con un desarrollo aguas arriba y aguas abajo de la cadena, principalmente por la industria de insumos y transformación. Tabosa y Vieira Filho (2024), a través de un modelo de vectores autorregresivos para datos en panel, mostraron la existencia de una relación inversa entre el crecimiento económico y la pobreza. Según Tabosa y Vieira Filho (2024), los resultados del estudio identificaron que los aumentos en el ingreso per cápita estarían asociados a la reducción de los niveles de desigualdad y, en consecuencia, a la mejora del bienestar social. El cuadro 1 seleccionó algunos de los principales municipios en la producción agropecuaria brasileña para identificar la franja del PIB per cápita en la que se encuentra el municipio.

FIGURA 1
PIB municipal per cápita (2020)
(En R\$ 1 mil)



Fuente: IBGE (2020).

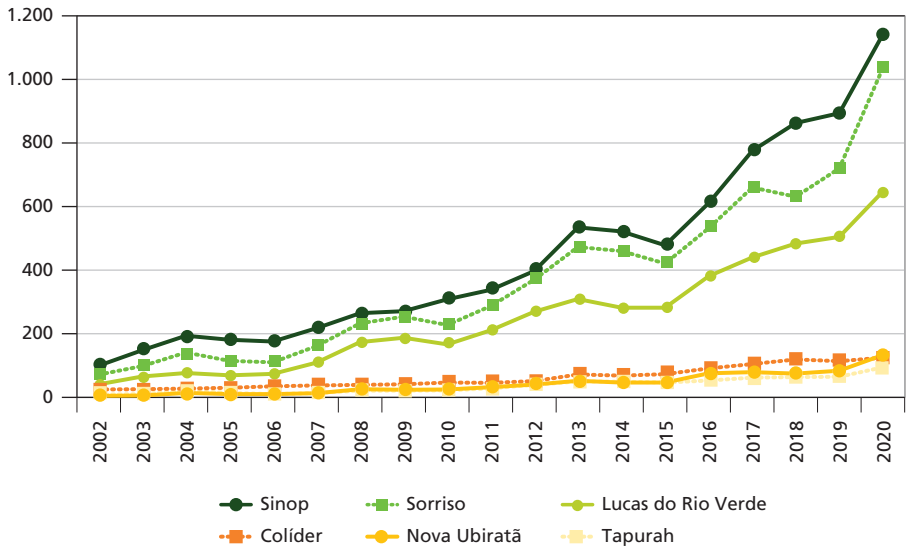
CUADRO 1
Municipios del agronegocio según estratos del PIB per cápita (2020)

Clasificación del PIB per cápita 2020	(R\$ 20 mil a R\$ 30 mil)	Formosa-GO, Santarém-PA, Itaituba-PA, São Félix do Xingu-PA, Juazeiro-BA, Petrolina-PE, Uruguaiana-RS.
	(R\$ 30 mil a R\$ 50 mil)	Barreiras-BA, Anápolis-GO, Palmas-TO, Campo Grande-MS, Sete Lagoas-MG, Londrina-PR.
	(R\$ 50 mil a R\$ 100 mil)	Bastos-SP, Luís Eduardo Magalhães-BA, Rio Verde-GO, Dourados-MS, Sinop-MT, Três Lagoas-MS, Sorriso-MT, Parangá-PR, Marabá-PA, Chapecó-SC.
	(> R\$ 100 mil)	Rondonópolis-MT, Porto Velho-RO, Balsas-MA, Barcarena-PA, Parauapebas-PA, Sapezal-MT, São Desidério-BA.

Fuente: IBGE (2020).

Los municipios más desarrollados tienden a tener economías más dinámicas y diversificadas en términos productivos. De acuerdo con el gráfico 6, en términos de recaudación tributaria, las ciudades con mayor completitud de las cadenas productivas fueron las que generaron mayores ingresos fiscales. El municipio de Sinop, entre 2002 y 2020, contribuyó con R\$ 8,4 mil millones, seguido por Sorriso, con R\$ 7,0 mil millones. Estos datos muestran que el desarrollo de la producción agropecuaria en Brasil tiende a financiar los gastos públicos en sus regiones, generando beneficios reflejados en mejores indicadores de educación, salud e infraestructura.

GRÁFICO 6
Recaudación de impuestos por municipios, los mayores productores de soja y maíz – Mato Grosso (2002-2020)
(En R\$ 1 mil)



Fuente: Lopes (2023).
Elaboración de los autores.

6 INFRAESTRUCTURA E INVERSIÓN EN LOGÍSTICA

La línea ferroviaria EF-170, conocida como Ferrogrão, contempla la construcción de una extensión de 933 kilómetros de vías férreas, con el objetivo de transportar productos agrícolas del estado de Mato Grosso, con centralización en la región de Sinop, hasta el municipio de Itaituba, en el estado de Pará. La ferroviaria establecerá un nuevo corredor de exportación, integrando a los productores de granos de Mato Grosso al puerto fluvial de Miritituba (distrito de Itaituba). Considerado un proyecto *greenfield*, la infraestructura correrá paralelamente a la BR-163, que conecta Cuiabá, en Mato Grosso, con Santarém, en Pará.

La ferroviaria proporcionará una opción de ruta más corta, de menor costo y con menores emisiones de carbono. En los terminales de transbordo fluvial de Miritituba, a orillas del río Tapajós, la carga de granos se embarcaría en balsas, siguiendo la ruta hacia los puertos de Santarém y Barcarena, en el río Amazonas, donde se realizarían transbordos a barcos de carga con destino a los mercados importadores. Estos dos puertos fluviales, Santarém y Barcarena, dependen exclusivamente del transporte por carretera, con recorridos de hasta mil kilómetros a lo largo de la BR-163, que atraviesa la región amazónica.

Según Caldeira, Lopes y Gasques (2023), la producción de soya y maíz en Brasil está fuertemente concentrada en el Centro-Oeste, aunque las exportaciones de estos granos se realizan a través de la infraestructura portuaria ubicada en las regiones Sureste y Sur del país. En la cosecha de 2022, aproximadamente el 71,2% de la producción de soya y maíz se concentraba en el *arco norte* (áreas por encima del paralelo 16° Sur), mientras que aproximadamente el 62,9% de la producción se exportaba a través de la infraestructura del *arco sur* (áreas por debajo del paralelo 16° Sur).

En comparación con la economía estadounidense, el mayor competidor en la producción de soya y maíz, los costos logísticos en Brasil son muy elevados, ya que priorizan el transporte por carretera. Según Salin (2022), casi la mitad del transporte de carga en el país se realiza por carretera (49%), mientras que el resto se realiza por ferrocarril (38%) y en menor medida por vías fluviales (13%). En contraste, en Estados Unidos, el transporte por vías fluviales es el más utilizado (aproximadamente el 62%), siendo también el más barato. En la economía estadounidense, el transporte por carretera tiene una participación menor (9%), siendo los ferrocarriles el modo intermedio, con una participación del 29%.

Según Souza, Oliveira y Rocha (2023), el proyecto de la EF-170 presentó los mayores beneficios en un análisis de costo-efectividad, con reducción de los costos de transporte y disminución de la emisión de gases contaminantes. Para estos autores, la reducción en los costos de transporte sería de aproximadamente R\$ 130 millones por cada R\$ 1 mil millones invertidos hasta 2030. Además, se ahorrarían 50 millones de toneladas de CO₂ equivalente por cada R\$ 1 mil millones invertidos en los próximos

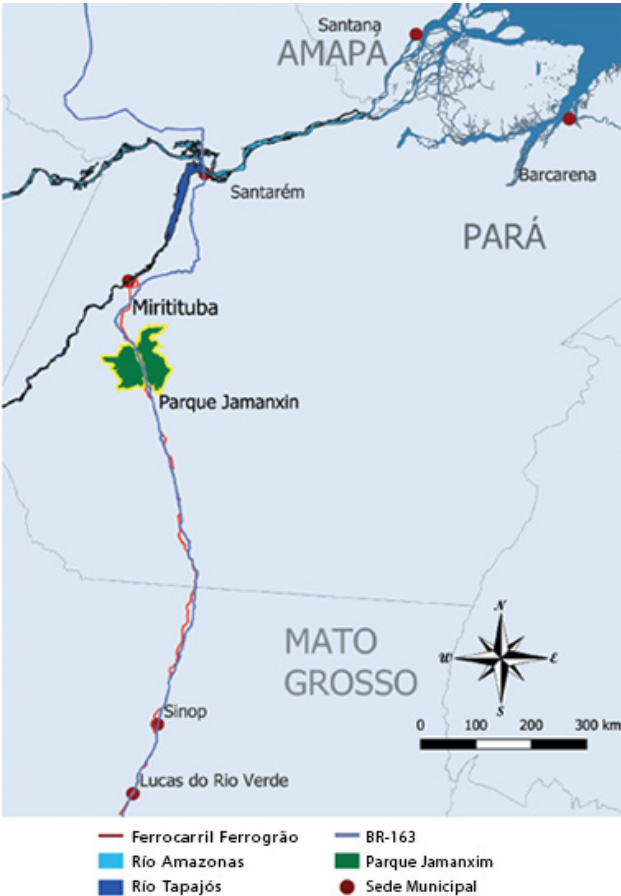
seis años. Considerando el mal estado del pavimento de las carreteras, el costo operativo del transporte podría aumentar hasta un 91,5%. Según la CNT (2021), las regiones Centro-Oeste y Norte concentran los mayores porcentajes de carreteras en mal estado, superando el 70%. Por lo tanto, la reducción del costo de transporte podría ser aún más efectiva en Mato Grosso y Pará con la construcción del proyecto.

Según el *Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA)* de la ANTT (2020), el proyecto se amortizaría en el duodécimo año a partir del inicio de su construcción, con una relación beneficio-coste de 4,14, es decir, los beneficios serían más de cuatro veces superiores a los costos.⁶ No obstante, como observaron Frischtak *et al.* (2020), faltó evaluar las relaciones del proyecto EF-170 con otras inversiones en el país, como la implementación de la Ferrovia de Integração Centro-Oeste (Fico), la modernización y ampliación de la Ferrovia Norte-Sul, la extensión de la Ferronorte hasta Lucas do Rio Verde, así como la modernización y eventual adición de un tercer carril a la BR-163.

A pesar de la ausencia de comparaciones con las inversiones cruzadas, se considera que los proyectos mencionados no serían competidores, sino complementarios, dada la fuerte expansión productiva de la región en el país. La figura 2 resume los principales indicadores del proyecto de construcción de la línea ferroviaria.

6. A pesar de los resultados positivos para la economía brasileña, el proyecto está estancado en la *Ação Direta de Inconstitucionalidade* (ADI 6.553, Distrito Federal), por decisión del relator del Supremo Tribunal Federal (STF), desde septiembre de 2023. Existen interrogantes sobre el trazado del ferrocarril, que pasa por la *Unidade de Conservação do Parque Nacional do Jamanxim*, así como la demanda de más estudios técnicos. Además, como sostienen Chiavari, Antonaccio y Cozendey (2020), las etapas de planificación y viabilidad del estudio podrían implicar más análisis de impacto ambiental, así como la recopilación de información de la sociedad civil organizada.

MAPA 1
Territorio cubierto por el proyecto EF-170



Fuente: ANTT (2020).

FIGURA 2
Aspectos destacados del proyecto EF-170

Proyecto EF-170	Beneficios
Inversión prevista de R\$ 25,2 billones (R\$ 8,26 billones para implementación y R\$16,93 billones recurrentes).	Este proyecto representaría una reducción de costos que oscilaría entre el 45% y el 50% del flete .
Ampliación ferroviaria de 933,2 km .	En términos ambientales, este sería el proyecto más grande presentado en la COP-30, con capacidad para reducir 4,7 millones de toneladas de CO₂ por año .
Capacidad de transporte de 58 millones de toneladas al año (o 20% de la cosecha de granos del país).	El ferrocarril emitiría un 77% menos de CO₂ que el actual modelo de transporte por carretera.
Empleos estimados 374 mil (directos, indirectos y efecto-renta).	

Fuente: ANTT (2020).

La inversión prevista sería del orden de R\$ 25,2 mil millones, con una capacidad para transportar de más de 50 millones de toneladas al año, lo que equivale aproximadamente al 20% de la cosecha nacional de granos. También se estima una reducción de externalidades negativas, como la disminución de accidentes y muertes en carretera, la reducción de la contaminación y la minimización de los congestionamientos. Además, según Souza, Oliveira y Rocha (2023), la construcción de la EF-170 permitiría retirar de circulación cerca de 60 mil camiones del sistema logístico de transporte de granos en la región hasta 2030.

En términos ambientales, existe una capacidad de reducción de hasta 4,7 millones de toneladas de CO₂ equivalente, o un 77% menos que el modelo actual de transporte de carga. Araújo, Assunção y Bragança (2020) concluyen que habrá un incentivo para que los agricultores y ganaderos amplíen la producción, lo que podría generar cierta deforestación. Sin embargo, el objetivo principal de esta inversión es aumentar la competitividad nacional de los productos agropecuarios y expandir las exportaciones, lo que contribuirá a la generación de empleo y renta.

En cuanto al mercado laboral, el EVTEA estimó la creación de alrededor de 374 mil empleos, siendo 28 mil durante la construcción y 1,5 mil durante la operación, con una recaudación tributaria anual de R\$ 625 millones, siendo cerca del 61% de la Unión y el resto dividido entre los municipios (cerca de 38 en total que se beneficiarán con la construcción de la ferroviaria). No cabe duda de que este proyecto contribuye significativamente a la dinámica productiva de los granos en Mato Grosso, tanto en términos socioeconómicos como ambientales.

7 CONSIDERACIONES FINALES

El estudio mostró que la importancia del estado de Mato Grosso en la producción nacional de granos y carnes está asociada a sus elevadas tasas de crecimiento del producto y de la productividad. Según los indicadores de crecimiento, Mato Grosso mostró un alto porcentaje de fertilización en propiedades con mayor escala productiva, un mayor nivel de mecanización en el contexto nacional, con un patrón de distribución más disperso, así como un aumento del peso-carcasa de los animales superior al promedio nacional.

En cuanto a la PTF, entre 2000 y 2022, la tasa de crecimiento anual del producto agropecuario de Mato Grosso fue del 7,0%, mientras que la PTF creció un 3,7%. Ambas tasas estuvieron por encima del promedio nacional, que fue del 3,5% para el producto y del 2,9% para la PTF. Aunque el aumento del índice de insumo fue elevado en Mato Grosso, este se concentró principalmente en la incorporación de capital en la producción.

Los datos también mostraron que el desarrollo de la producción agropecuaria en Brasil tiende a financiar el gasto público en las regiones, lo que se traduce en

mejoras en los indicadores de educación, salud e infraestructura. Por último, se presentó el proyecto de construcción de la EF-170 (“Ferrogrão”), una inversión con capacidad para impulsar la producción de granos en el estado de Mato Grosso. El proyecto se muestra viable no solo desde el punto de vista económico, sino también en cuanto a sostenibilidad ambiental.

REFERENCIAS

ANTT – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Caderno de avaliação socioeconômica: EF-170 – Ferrogrão: trecho Sinop-MT – Itaituba-PA.** Brasília: ANTT, 2020.

ARAÚJO, R.; ASSUNÇÃO, J.; BRAGANÇA, A. **Os impactos ambientais da Ferrogrão: uma avaliação *ex-ante* dos riscos de desmatamento.** Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative, 2020.

CALDEIRA, V. C.; LOPES, E. P.; GASQUES, J. G. Infraestrutura logística do arco norte: características, gargalos e propostas. *In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. Agropecuária brasileira: evolução, resiliência e oportunidades.* Brasília: Ipea, 2023. p. 153-173.

CHIAVARI, J.; ANTONACCIO, L.; COZENDEY, G. **Regulatory and governance analysis of the life cycle of transportation infrastructure projects in the Amazon.** Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative, 2020.

CHRISTENSEN, L. R. Concepts and measurement of agricultural productivity. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 57, n. 5, p. 910-915, 1975.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES. **Pesquisa CNT de Rodovias.** Brasília: CNT, 2021.

FRISCHTAK, C. *et al.* **Questões críticas em grandes projetos de infraestrutura no Brasil: estudo de caso – Ferrogrão.** Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative e World Resources Institute, 2020.

GASQUES, J. G. *et al.* Produtividade da agricultura brasileira: a hipótese da desaceleração. *In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade.* Brasília: Ipea, 2016. p. 143-164.

GASQUES, J. G. *et al.* **Produtividade total dos fatores na agricultura: Brasil e países selecionados.** Brasília: Ipea, 2022. (Texto de Discussão, n. 2764).

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017.** Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contas Nacionais Anuais**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa trimestral do abate de animais**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

LOPES, E. P. **Desenho da cadeia do agronegócio e análise da sua completude como ferramentas para assegurar arrecadação fiscal**. Tesis (Doctorado) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2023.

SALIN, D. **Soybean transportation guide: Brazil 2021**. Washington: USDA, 2022. 69 p.

SILVA, R. P.; BARICELO, L. G.; VIAN, C. E. F. Evolução, composição e distribuição regional do estoque de tratores e máquinas agrícolas no Brasil. *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: cem anos do Censo Agropecuário**. Brasília: Ipea, 2020. p. 149-160.

SOUZA, M. M.; OLIVEIRA, A. L. R.; ROCHA, M. P. C. Strategies to promote intermodality in the Amazonian northern arc region: a cost-effectiveness analysis of infrastructure. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 21, n. 1, p. 1-12, 2023.

TABOSA, F.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Relações entre bem-estar, crescimento econômico e pobreza no Brasil: uma análise para áreas urbanas e rurais. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 3, n. 53, 2024.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: cem anos do Censo Agropecuário**. Brasília: Ipea, 2020.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G.; RONSOM, S. Inovação e expansão agropecuária brasileira. *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: cem anos do Censo Agropecuário**. Brasília: Ipea, 2020. p. 121-134.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

FUGLIE, K. O. Is a slowdown in agricultural productivity growth contributing to the rise in commodity prices? **Agricultural Economics**, v. 39, p. 431-441, 2008.

GASQUES, J. G. *et al.* Produtividade da agricultura brasileira e os efeitos de algumas políticas. **Revista de Política Agrícola**, v. 21, n. 3, p. 83-92, 2012.

BARRERAS COMERCIALES DEL AGRONEGOCIO: EL CASO ARGENTINO

Zenaide Rodrigues Ferreira¹
José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho²

1 INTRODUCCIÓN

El mercado mundial de *commodities*, no solo de alimentos, sino también de metales y energía, ha experimentado transformaciones significativas a lo largo del último siglo, especialmente después de la Segunda Guerra Mundial. Las innovaciones tecnológicas, que han resultado en aumentos sorprendentes en la productividad del mercado, junto con los profundos cambios en los patrones de consumo y demanda por materias primas, derivados de la nueva dinámica de los mercados emergentes y las economías en desarrollo, han dado como resultado una tendencia decreciente de los precios de los productos primarios relativos a los bienes manufacturados y los servicios (Baffes, Koh y Nagle, 2022).

En cuanto a la producción de alimentos, los esfuerzos gubernamentales han dado lugar a políticas proteccionistas para salvaguardar la producción nacional y estabilizar los precios, que están sujetos a grandes fluctuaciones internacionales. Esta situación se agrava cuando muchos países, especialmente los menos desarrollados, dependen de una cantidad limitada de materias primas para generar ingresos a través del comercio internacional. Un alto grado de concentración exportadora vuelve a los países más sensibles y vulnerables a las fluctuaciones de los precios internacionales (Piermartini, 2004; Baffes, Koh y Nagle, 2022).

La necesidad de concebir medidas para lograr precios estables, equitativos y remunerativos para ese mercado ya era reconocida incluso en el ámbito de las Naciones Unidas (ONU) y la Organización Mundial del Comercio (OMC). La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo de 1964 (UN, 1964) destacó la importancia de las disposiciones relativas a acuerdos internacionales sobre productos primarios, con el objetivo básico de estimular el crecimiento dinámico y estable

1. Investigadora del Centro de Estudios de Economía Agrícola (ne²agro) en la Dirección de Estudios y Políticas Regionales, Urbanas y Ambientales del Instituto de Investigación Económica Aplicada (Dirur/Ipea); y profesora de economía del Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais (Ibmec-DF). E-mail: zenaide.r.ferreira@gmail.com.

2. Investigador del Ipea; profesor del Programa de Posgrado en Políticas Públicas del Ipea; y columnista de economía del canal Agromais TV. E-mail: jose.vieira@ipea.gov.br.

y garantizar una previsibilidad razonable en los ingresos por exportaciones. En el ámbito de la OMC (WTO, 1986), el capítulo VI sobre “*Derechos Antidumping y Compensatorios del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio*” (GATT),³ de 1986, hace mención explícita a estas necesidades, siempre que dichas medidas no se apliquen de manera arbitraria o discriminatoria contra los socios comerciales.

Según Essay (2024), se destaca la importancia de las incertidumbres en torno a la inestabilidad de los precios de los *commodities* en general, ya que su estabilización constituye un objetivo recurrente de los controles internacionales de producción y suministro de dichas materias primas. La estabilidad de los precios es necesaria, ya que permite al agricultor realizar inversiones con una estimación razonable de las ganancias esperadas. Cuanta mayor sea la incertidumbre, menor será la inversión y, en consecuencia, menor será la productividad.

Entre las políticas públicas con estas preocupaciones, se destacan las intervenciones a través de barreras comerciales, que son leyes, regulaciones, políticas, medidas o prácticas gubernamentales que imponen restricciones al comercio exterior. Estas barreras pueden aplicarse tanto a las exportaciones como a las importaciones. Se entiende que la intervención del Estado, como señalan Fishlow y Vieira Filho (2020), perjudica el libre funcionamiento de los mercados, inhibiendo el ambiente innovador del sector. Según Vieira Filho y Silveira (2016), para comprender la evolución de la agricultura moderna, es necesario un enfoque más amplio del debate, en el cual el sector agropecuario pueda generar progreso tecnológico.

Como barreras comerciales, se citan tres tipos: las tarifarias (conocidas como derechos de exportación), las restricciones cuantitativas (definidas por cuotas) y las leyes de reparación comercial. La primera barrera establece un arancel sobre la importación o exportación del producto, ya sea por cantidad o porcentaje del valor. La restricción cuantitativa es un límite definitivo al volumen de bienes importados o exportados que pueden ingresar al mercado interno o salir al mercado externo, respectivamente. Las leyes de reparación comercial, por su parte, son leyes unilaterales que imponen restricciones a la importación o exportación en circunstancias específicas, generalmente mediante la imposición de derechos (como el *dumping* o los subsidios) y medidas de salvaguarda (Piermartini, 2004; Trebilcock y Fishbein, 2007; Sykes, 2007).

Este estudio se centrará en las medidas tarifarias de exportación en el ámbito de los *commodities* agropecuarios. Su objetivo es realizar un diagnóstico del uso de tarifas de exportación en los países de América Latina, con énfasis particular en la experiencia argentina. Ese tipo de medida se utiliza normalmente con la justificación de garantizar la seguridad alimentaria del país, así como mantener precios

3. Acrónimo en inglés: *General Agreement on Tariffs and Trade*.

más estables en el mercado doméstico. Vieira Filho y Silveira (2016) demostraron, a partir del caso de la agricultura brasileña, que la teoría cepalina⁴ sobre los términos de intercambio desfavorables no se sostiene empíricamente. En muchos casos, ese tipo de intervención puede tener resultados contrarios a los esperados, como se discutirá.

Para profundizar en el tema, se busca realizar un diagnóstico comparativo de las fuentes de crecimiento de las exportaciones, los indicadores de comercio internacional y las barreras comerciales, entre los países Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Estados Unidos, Guatemala, México, Perú y Uruguay. La intención es construir un cuadro comparativo entre países latinoamericanos y Estados Unidos. Se pretende mostrar que el uso de tarifas de exportación como instrumento político-comercial para reducir la inestabilidad de los precios de *commodities* no constituye la mejor opción. En última instancia, tal medida puede dar lugar a patrones ineficientes de producción, consumo y asignación de recursos.

Para ello, el estudio está dividido en cinco secciones, incluyendo esta breve introducción. La sección 2 expone el marco teórico y discute las implicaciones económicas de las tarifas de exportación. La sección 3 presenta la metodología de los indicadores. La sección 4 elabora el diagnóstico del sector exportador en los países seleccionados. La sección 5 presenta las evidencias sobre el impacto económico de las tarifas de exportación a través del estudio de caso de Argentina. Finalmente, se presentan las consideraciones y sugerencias de políticas públicas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO: IMPLICACIONES ECONÓMICAS DE LOS IMPUESTOS DE EXPORTACIÓN

Las tarifas de exportación constituyen una de las formas más comunes de restricción al comercio exterior. Su popularidad se debe, en gran medida, a que representan una fuente significativa de ingresos fiscales para los gobiernos, especialmente cuando los precios internacionales son elevados. En general, los productos más afectados por las tarifas de exportación son los agrícolas, minerales, forestales y pesqueros. Además de la recaudación fiscal, las restricciones al comercio exterior también pueden tener como objetivo la protección y promoción de la industria nacional, la conservación de los recursos naturales, la protección ambiental, el control de presiones inflacionarias y la mejora de los términos de intercambio (Tavares, 1972; Kim, 2010).

4. Normalmente, según Cardoso y Faletto (1975), la tesis estructuralista de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) estaría asociada a la teoría de la dependencia, según la cual los países periféricos exportaban bienes primarios, con bajo valor agregado, y los países centrales comerciaban con bienes manufacturados, de alto contenido tecnológico. Los intercambios serían desiguales en el comercio internacional, transfiriendo ingresos de la periferia a los países más desarrollados. Esa fue una de las justificaciones para estimular el proceso de "sustitución de importaciones" (Tavares, 1972).

Sin embargo, como fuente de ingresos fiscales, el uso de tarifas de exportación se ha perdido relevancia en muchos países, como demuestran los datos del Banco Mundial (World Bank, 2022). En Costa Rica, por ejemplo, la participación de los ingresos por exportaciones en el total de ingresos del gobierno disminuyó del 6,9% en 1990 al 0,061% en 2021. Otros países de América Latina, con excepción de Argentina, han mantenido ese porcentaje por debajo del 0,01% desde la década de 1990.

Entre 2002 y 2012, los ingresos provenientes de las exportaciones representaron en promedio el 12,1% del total de ingresos públicos en Argentina. Desde 2012 hasta 2020, esta participación cayó al 6,1% en promedio, antes de volver a subir al 10,8% en 2021. Otros países que presentan una participación significativa de los ingresos por exportaciones en los ingresos totales del gobierno, especialmente considerando países exportadores de productos agrícolas, fueron Costa de Marfil, Guinea-Bissau e Islas Salomón. En el año 2020, estas participaciones fueron del 12,2%, 11,2% y 15,4%, respectivamente (World Bank, 2022).

De acuerdo con los Informes de Examen de las Políticas Comerciales de la Organización Mundial del Comercio (WTO, 2024), diez países latinoamericanos han aplicado aranceles de exportación a productos agrícolas, a saber, Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Guyana, Honduras, Surinam y Uruguay (tabla 1). Los productos sobre los que recayeron los aranceles fueron las oleaginosas, los granos en general, el azúcar, el banano, los cueros y pieles. Algunas economías, aunque con más de un tercio del sector agrícola en sus exportaciones totales, concentraron su actividad exportadora principalmente en la manufactura, el sector textil y la minería, como Belice, Nicaragua, Costa Rica, Guatemala y Honduras. De esas, sólo los tres últimos aplicaban aranceles de exportación a los productos agrícolas. Por su parte, en Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay la relevancia del sector agrícola se observa simultáneamente tanto en términos de participación en las exportaciones como en la lista de productos exportados. De estos, sólo Paraguay no aplicó aranceles a la exportación de productos agrícolas.

TABLA 1
Principales productos exportados, aplicación de tarifas de exportación en productos agropecuarios, productos agropecuarios sujetos a tarifas, valor de las exportaciones agropecuarias en 2022 y participación de las exportaciones agropecuarias en el total exportado a países de América Latina

País	Principales productos exportados	Tarifas de exportación en productos agropecuarios	Productos agrícolas gravados	Exportaciones agropecuarias (USD\$ billones, 2022)	Agro en las exportaciones totales (%)
Argentina	Oleaginosas, soya, trigo, maíz y carne vacuna.	Si	Soya, maíz, trigo, carne, entre otros	50,2	56,8
Belice	Alimentos preparados, bebidas, verduras, animales vivos.	No	-	0,2	42,7
Bolivia	Productos minerales y productos manufacturados.	No	-	3,1	23
Brasil	Soya, carne, cereales, harina, productos forestales.	Si	Cueros y pieles en bruto	136,4	40,8
Chile	Productos minerales, metales comunes, vino, frutas, salmón y otros pescados, productos forestales.	No	-	13,2	13,4
Colombia	Petróleo crudo y carbón.	Si	Café	11,3	19,8
Costa Rica	Productos manufacturados y semi-manufacturados.	Si	Banano, café y animales vivos	5,5	30,7
El Salvador	Textiles y prendas de vestir, alimentos preparados.	-	-	1,3	17,8
Ecuador	Petróleo y bananos.	Si	-	7,4	22,6
Guatemala	Industria alimentaria, confección y productos textiles, productos químicos, metales básicos y plásticos.	Si	Banano y café	7,5	47,6
Guayana	Petróleo y productos minerales.	Si	Caña de azúcar y derivados	0,3	2,7
Honduras	Artículos textiles y prendas de vestir.	Si	Café	3,7	30,2
Jamaica	Productos de minería.	Si	Azúcar	0,4	21,9
México	Productos manufacturados.	No	-	44,4	7,7
Nicaragua	Artículos textiles.	No	-	3	40,7
Panamá	Cobre y otros minerales.	No	-	0,4	2,5
Paraguay	Soya, carne y cereales.	No	-	6,4	64
Perú	Minerales y metales.	No	-	9,7	15,8
República Dominicana	Metales preciosos.	No	-	2,9	21,4
Surinam	Banana y arroz.	Si	Todos los productos agrícolas	0,1	4
Uruguay	Oleaginosas, carnes y cereales.	Si	Pieles saladas y en conserva	7,9	71,1

Fuentes: WTO (2024) y FAO (2022).

En Costa Rica, según el último informe de Revisión de las Políticas Comerciales (WTO, 2019b), los ingresos por los aranceles a las exportaciones de banano se distribuyen entre varios beneficiarios, incluidos los municipios donde se produce la fruta y sus respectivos productores y el Fondo Especial de Prevención e Infraestructura para Productores de Banano. Los ingresos por exportaciones de café se utilizan para financiar los gastos administrativos del Instituto Costarricense del Café (ICAFFE) y las actividades que lleva a cabo para promover, diversificar y fortalecer la industria cafetera. Los ingresos procedentes del impuesto sobre las exportaciones de ganado constituyen parte de los ingresos de la Corporación de Promoción Ganadera.

En Guatemala, los ingresos provenientes del valor exportado del café se reservan para el Instituto de Desarrollo Municipal (INFOM) para apoyar programas de asistencia técnica, financiera y administrativa a las autoridades municipales (WTO, 2016). En Honduras, esos ingresos se utilizan para financiar servicios de investigación y desarrollo, la capacitación de productores primarios y agroindustriales, así como la implementación de políticas cafeteras, incluidos programas de apoyo a pequeños productores (WTO, 2023).

En Brasil (WTO, 2022b) y Uruguay (WTO, 2018b), el uso de aranceles a la exportación ha sido restringido e irrelevante, a diferencia de Argentina (WTO, 2021). Todas las líneas del cuadro arancelario de la Argentina estaban sujetas a impuestos a la exportación.⁵ Los aranceles más relevantes se aplican a la soya y sus derivados, así como al biodiesel, oscilando entre el 25% y el 33% del valor exportado. Los aranceles a las exportaciones son instrumentos esenciales de la política económica argentina y han variado mucho en los últimos años. Entre los objetivos de utilizar esta práctica comercial están satisfacer la necesidad de financiamiento público, estabilizar los precios internos e implementar políticas monetarias.

Otros países, como Colombia, Surinam, Ecuador y Guyana, aunque tienen un sector agroexportador insignificante en términos de participación en las exportaciones totales, obtienen ingresos de los productos agrícolas exportados. En Colombia, las exportaciones de café están sujetas a aranceles y los ingresos van al Fondo Nacional del Café y tienen como objetivo promover el desarrollo de este sector (WTO, 2018a). En Surinam todas las exportaciones, excepto las realizadas con países miembros del Mercado Común y la Comunidad del Caribe⁶ (Caricom), están sujetas a impuestos sobre el valor exportado, cuyos porcentajes varían según el tipo de producto. Específicamente para las exportaciones de arroz, el monto recaudado se destina al Instituto de Investigación del Arroz (WTO, 2019c).

5. Para un análisis detallado de las líneas arancelarias sujetas a aranceles de exportación en Argentina, consulte el último informe de Revisión de las Políticas Comerciales de Argentina (WTO, 2021).

6. Los países miembros de Caricom son: Antigua y Barbuda, Bahamas, Barbados, Belice, Dominica, Granada, Guyana, Haití, Jamaica, Montserrat, Santa Lucía, San Cristóbal y Nieves, San Vicente y las Granadinas, Surinam y Trinidad y Tobago (WTO, 2019c).

En Ecuador, las exportaciones de banano y café están sujetas a un impuesto sobre el valor exportado, cuyos ingresos se destinan, respectivamente, al Fondo de la Industria Bananera y el Consejo Nacional del Café (WTO, 2019a). Guyana, a su vez, cobra aranceles de exportación sobre todos los bienes “no manufacturados”, también con excepción de los países miembros de la Caricom. En particular, el impuesto a la caña de azúcar se destina a los Fondos Especiales para la Industria Azucarera (WTO, 2022a).

Todos los tipos de barreras comerciales tienen implicaciones económicas relevantes. En el caso de las barreras arancelarias, estas generan una pérdida de eficiencia (peso muerto), cuyo tamaño varía según el grado de interferencia del país exportador en el precio del producto gravado en el mercado mundial. Las barreras aumentan los costos de los productos exportados, pudiendo distorsionar o reducir la competencia en los mercados internos y externos. Las restricciones cuantitativas, al reducir la cantidad de exportaciones, inducen a efectos similares a los de las barreras arancelarias. Estas restricciones a las exportaciones también pueden afectar las inversiones a largo plazo y las respuestas de la producción, aumentando la volatilidad de los precios internacionales y de la oferta de los productos sobre los cuales recaen las restricciones comerciales (Trebilcock y Fishbein, 2007; Kim, 2010).

Según el entendimiento de la OMC (Piermartini, 2004), las tarifas de exportación, al igual que otras barreras comerciales, pueden ser eficaces cuando: i) el país exportador sea grande, en el sentido de ser un *price-setter*, es decir, el país debe ser lo suficientemente grande como para influir en el precio mundial del producto; ii) el producto sea poco sustituible, es decir, presente una baja elasticidad-precio de la demanda; y iii) existan altos costos de entrada en el mercado. Si se cumplen estas condiciones, el costo del impuesto recaerá en el país importador, mejorando los términos de intercambio⁷ del país exportador y, por lo tanto, aumentando el bienestar económico. Sin embargo, el éxito de las barreras de exportación vinculado a estas características rara vez se observa para los productos del sector agropecuario.

Como sugiere Piermartini (2004), los efectos de la implementación de tarifas de exportación pueden dividirse en efectos generales sobre el bienestar y en efectos sobre la distribución del ingreso. Los efectos generales sobre el bienestar se reflejan en las medidas de términos de intercambio y eficiencia. Las ganancias de bienestar, medidas por los términos de intercambio del país exportador, surgen debido al aumento del precio de exportación del *commodity* en el mercado internacional después de la implementación de la tarifa. No obstante, si el país es un tomador de precios, las ganancias en los términos de intercambio desaparecen, de modo

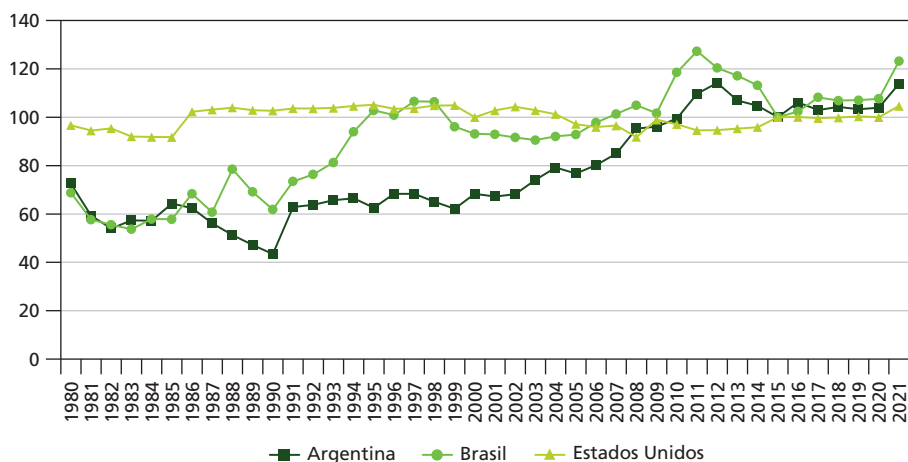
7. Los términos de intercambio se definen como la relación entre el índice de precios de exportación y el índice de precios de importación, una medida relativa a un año base. Si los precios de exportación aumentan más que los precios de importación, un país tiene términos de intercambio positivos, porque por la misma cantidad de exportaciones, puede comprar más bienes importados (OECD, 2024).

que el costo de implementar un impuesto a la exportación superará, de manera inequívoca, sus beneficios (Piermartini, 2004).

En el gráfico 1 se presenta la evolución del índice de términos de intercambio de Argentina, Brasil y Estados Unidos entre 1980 y 2021. Se observa que, en este período, Argentina y Brasil se beneficiaron en el comercio internacional gracias a la mejora de sus términos de intercambio. Según Vieira Filho y Silveira (2016), es necesario romper con la idea de que la actividad agropecuaria moderna ha sido superada por la industrialización. Existen numerosos países de “base agroindustrial” que han diversificado la producción agropecuaria mediante el desarrollo tecnológico, es decir, se ha establecido una paradoja frente a la tesis estructuralista. En el caso brasileño, según Maranhão y Vieira Filho (2022), el desarrollo de la agricultura moderna se sustentó en la ciencia y la tecnología.

GRÁFICO 1

Evolución del índice de términos de intercambio de Brasil, Argentina y Estados Unidos (1980-2021)



Fuente: Brambilla, Galiani y Porto (2018) y World Bank (2022).

Nota: 2015 = 100.

En cuanto al bienestar, medido en términos de eficiencia, este se ve afectado por el hecho de que los aranceles a las exportaciones distorsionan los incentivos a la producción, ya que aumentan el precio del producto para el consumidor final. Con el aumento de los precios, se produce una pérdida de competitividad, lo que reduce la demanda externa del producto gravado. Por lo tanto, esta intervención desalienta a los productores locales más eficientes y elimina a los productores menos eficientes del país exportador. Con una menor producción y oferta, el consumo interno también disminuye. En consecuencia, el efecto del arancel de exportación tiende a ser negativo en términos de eficiencia.

Los efectos sobre la distribución de ingresos en la economía se refieren a los impactos de los impuestos a la exportación hacia adelante y hacia atrás en la cadena productiva, en los mercados de bienes relacionados (sustitutos y complementarios) y en la remuneración de los factores de producción. En relación con la cadena productiva, tiende a haber una transferencia de ingresos desde el sector productor de materia prima hacia la industria procesadora. El mercado de bienes relacionados tiende a ser perjudicado en el caso de bienes sustitutos y favorecido en el caso de bienes complementarios al producto gravado.

Finalmente, los impactos en la remuneración de los factores de producción dependerán de si estos son específicos o móviles entre los sectores productivos de la economía. A medida que el precio del producto gravado cae en el mercado doméstico, el rendimiento de los factores específicos y los factores utilizados intensivamente en la producción del producto gravado tiende a disminuir. Por otro lado, los factores móviles se desplazarán hacia otros sectores productivos de la economía y no sufrirán el mismo impacto (Piermartini, 2004).

3 METODOLOGÍA

3.1 El método *Constant Market Share*

El método Constant Market Share (CMS) se describirá aquí siguiendo la aplicación realizada por Maranhão y Vieira Filho (2022).⁸ Este método se ha utilizado para analizar los factores que contribuyeron al desempeño de las exportaciones de un país, o incluso de un bloque económico, en relación con el resto del mundo o mercados extranjeros individuales en un período determinado. Según Richardson (1971), el CMS se construye para examinar el crecimiento de las exportaciones del país, atribuyendo dicho crecimiento – favorable o desfavorable – tanto a la estructura de las exportaciones como a la competitividad.

La intención es que cada país o bloque de países conserve su participación constante en el comercio mundial. Si hay un cambio en esa participación, debe dejarse implícito en el modelo, y su desempeño se atribuirá a la competitividad, asociada a los precios relativos. Según Leamer y Stern (1970), los elementos que contribuyen para que las exportaciones de un país no sigan la media mundial son: i) la concentración de exportaciones en bienes cuya demanda crece más lentamente que el promedio de los productos; ii) las exportaciones destinadas a regiones estancadas; y iii) la falta de interés, estímulo o capacidad del país para competir con sus oferentes en el mercado internacional.

8. Para un resumen detallado del método CMS y un ejemplo numérico, ver Carvalho (2004).

En este sentido, el método busca descomponer cuatro efectos: i) crecimiento del comercio mundial; ii) composición de la agenda; iii) destino de las exportaciones; y iv) efecto residual, que representa la competitividad. La descomposición se basa en el crecimiento de las exportaciones mundiales, favorable o desfavorable, asociado a la estructura de los bienes o mercados y a los cambios en la competitividad relativa.

Estos efectos se describen a continuación:

- *efecto crecimiento del comercio mundial*: incremento observado cuando las exportaciones del país analizado han crecido a la misma tasa que el comercio mundial;
- *efecto composición de la agenda*: cambios en la estructura de la agenda con concentración en bienes cuya demanda crece a un ritmo más o menos acelerado. El efecto será positivo si las exportaciones del país se concentran en productos de mayor expansión o cuando la tasa de crecimiento supera el promedio mundial;
- *efecto destino de las exportaciones*: variaciones derivadas de la orientación de las exportaciones hacia mercados de crecimiento más o menos dinámicos. Este efecto será positivo si el país concentra sus exportaciones en mercados con mayor dinamismo en el período analizado y negativo si se orienta hacia en regiones más estancadas; y
- *efecto residual (proxy de la competitividad)*: este efecto está relacionado con los cambios en los precios relativos. En la práctica, los importadores tienden a sustituir el consumo de bienes cuyos precios han aumentado por otros con precios relativamente más bajos. Así, cuando un país pierde su cuota de mercado en el comercio mundial, el término competitividad es negativo e indica que los precios del país han aumentado en mayor proporción que los de sus competidores.

Las principales limitaciones de esta metodología están vinculadas al efecto competitividad, que se cuantifica sin identificar los factores explicativos de dicho indicador. El efecto residual refleja diversos elementos que afectan la capacidad de venta de un país en los mercados internacionales, como la mejora de la calidad, los acuerdos financieros, los cambios en la política comercial, los estándares de demanda, así como las costumbres y preferencias (Richardson, 1971). De esta manera, la identificación se realiza en los resultados y en la discusión, con el objetivo de identificar la ocurrencia de factores económicos internos y externos que están relacionados con la ganancia o pérdida de competitividad, tal como propone Carvalho (2004).

3.2 Período de análisis

Considerando que la estructura de las exportaciones mundiales de un país determinado varía a lo largo del tiempo, la división de la serie temporal en intervalos más cortos permite un análisis más detallado de los cambios ocurridos entre el inicio y el final del período analizado.

De este modo, el estudio se dividió en los siguientes subperíodos:

- 2000 a 2010: marcado por el fuerte crecimiento de la economía china (que incrementó la demanda de *commodities*) y por la apreciación del tipo de cambio en 2005, con un impacto significativo en la inflación de los precios de los bienes agrícolas. En 2008, tuvo lugar la crisis financiera internacional. Esta etapa se caracterizó por el impulso de las exportaciones del sector agroindustrial en muchos países; y
- 2010 a 2021: corresponde a los años posteriores a la crisis financiera estadounidense, inicialmente con escaso impacto en el crecimiento de las exportaciones agropecuarias. Sin embargo, se observa una profunda reestructuración de la economía mundial derivada de la crisis económica y, posteriormente, de la pandemia en 2020.

3.3 Fuente de datos y mercados de destino

En este estudio, se recopilaron datos de la Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), referentes al valor en dólares de las exportaciones argentinas y mundiales de productos agropecuarios, como trigo, maíz, azúcar, soya, harina y aceites vegetales, jugo de naranja, café en grano y tostado, algodón, yuca, cacao, arroz, leche y derivados, así como carne bovina, porcina y de pollo, para el período de 2000 a 2021.⁹ Para el análisis se consideraron los mercados de América del Sur, América del Norte, América Central, Europa, África, Asia y Oceanía.

9. Para esta selección se agruparon varios productos, como café en grano, café tostado, algodón sin cardar o peinado, residuos de algodón de preparación, algodón cardado o peinado, maíz, carne vacuna sin hueso, carne vacuna con hueso, carne de pollo, carne de cerdo con hueso, carne de cerdo sin hueso, jugo de naranja, queso de leche entera de vaca, leche de vaca, soya, azúcar sin refinar, salvado de maíz, salvado de trigo, harina y harina de soya, aceite de maíz, aceite de soya, aceite de colza y aceite de girasol.

4 DIAGNÓSTICO LATINOAMERICANO DE LAS EXPORTACIONES DEL AGRONEGOCIO

4.1 Fuente del crecimiento de las exportaciones

La tabla 2 presenta el cálculo del método CMS para diferentes países. El análisis se dividió en dos períodos: i) 2000 a 2010; y ii) 2010 a 2021. En el primer período, las exportaciones mundiales crecieron alrededor del 11% anualmente, mientras que en el segundo se registró una reducción del crecimiento, a una tasa del 4,8% anual. En ambos períodos, Brasil presentó tasas de crecimiento de las exportaciones superiores a las observadas a nivel mundial. En el primer período, más favorable en términos de crecimiento mundial, Argentina, Brasil, Ecuador, Perú y Uruguay registraron una tasa de crecimiento mayor que la tasa mundial. En el segundo período, caracterizado por un enfriamiento del crecimiento mundial, Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, México y Uruguay mantuvieron tasas de crecimiento de las exportaciones mayores que las observadas en el mundo.

De 2000 a 2010, el buen desempeño argentino, en el primer período, se debió al crecimiento mundial, a la composición de la lista de productos y al mercado de destino. La competitividad fue un factor que se deterioró significativamente, principalmente en la última década. De 2010 a 2021, se observó un bajo crecimiento de las exportaciones, concentrado básicamente en el crecimiento internacional y en la lista de productos exportados, lo que puede atribuirse en parte por la ejecución de las políticas comerciales de este país, como se detallará en la próxima sección.

En el contexto brasileño, para el período de 2000 a 2010, la competitividad fue el principal factor, seguida por el crecimiento del comercio mundial y la composición de la lista de productos exportados. El factor que menos contribuyó en el primer período, en el caso brasileño, fue el destino de las exportaciones. Para el período de 2010 a 2021, el crecimiento del comercio mundial fue el factor que más impulsó a Brasil, seguido nuevamente por la competitividad. En este segundo período analizado, la composición de la lista y el destino de las exportaciones fueron efectos que contribuyeron de manera negativa.

El desempeño boliviano, en el segundo período, se debió a la competitividad, al crecimiento del comercio mundial, al destino de las exportaciones y a la lista de productos. En cuanto a Colombia, el crecimiento mundial fue el principal factor, pero destaca también la contribución positiva de la competitividad, especialmente en el segundo período. Ecuador también registró un crecimiento por encima del promedio mundial para los dos períodos. En los primeros y segundos períodos, el crecimiento internacional y la competitividad fueron los factores que más contribuyeron.

La economía estadounidense ha mostrado una fuerte pérdida de competitividad. En el contexto de la economía mexicana, solo en el segundo período se registró un crecimiento superior al promedio de las exportaciones mundiales. En este segundo período, los factores que más contribuyeron al crecimiento de las exportaciones mexicanas fueron el crecimiento del comercio mundial, la competitividad y el destino de las exportaciones, en ese orden. En el primer período, México mostró debilidad en los aspectos que dependen de la economía interna, ya sea en la lista, el destino y la competitividad.

Perú registró un excelente crecimiento en el primer período, influenciado por el crecimiento del comercio internacional y la competitividad. En el segundo período, la economía peruana experimentó una disminución en las exportaciones agropecuarias. Finalmente, Uruguay fue una economía que creció por encima del promedio mundial en ambos períodos analizados. En el primer período, los factores más relevantes para el desempeño fueron el crecimiento del comercio mundial, el destino de las exportaciones y la competitividad. En el segundo período, fueron el crecimiento del comercio internacional, la lista de exportaciones y la competitividad, en ese orden.

TABLA 2
Descomposición del crecimiento de las exportaciones por países y períodos analizados (2000-2021)

Países	Periodos	Tasa de crecimiento (%)		Fuentes			
		Exportaciones agropecuarias mundiales	Exportaciones agropecuarias del país	Crecimiento del comercio mundial	Composición de lista	Destino de las exportaciones	Competitividad
Argentina	2000 a 2010	11	12,4	82,29	12,06	7,03	-1,38
	2010 a 2021	4,8	3,4	151,85	48,71	1,88	-102,44
Bolivia	2000 a 2010	11	3,6	426,36	190,02	-284,46	-231,92
	2010 a 2021	4,8	10,5	34,16	2,61	17,46	45,76
Brasil	2000 a 2010	11	18,9	39,44	4,33	-4,85	61,07
	2010 a 2021	4,8	6,2	72,62	-13,86	-2,75	43,99
Colombia	2000 a 2010	11	5,4	264,47	-81,84	11,16	-93,79
	2010 a 2021	4,8	5,5	85,68	-27,94	8,89	33,36
Ecuador	2000 a 2010	11	16,7	49,66	10,85	1,34	38,16
	2010 a 2021	4,8	6,3	71,36	-18,72	-14,42	61,78
Estados Unidos	2000 a 2010	11	9,8	118,88	13,66	4,87	-37,41
	2010 a 2021	4,8	3,8	134,14	26,19	30,84	-91,17
Guatemala	2000 a 2010	11	6,6	204,2	-26,02	8,37	-86,55
	2010 a 2021	4,8	-2,1	-331,87	225,18	-28,74	235,43
México	2000 a 2010	11	5,2	278,49	-86,68	-67,25	-24,55
	2010 a 2021	4,8	8,7	45,12	-5,99	22,74	38,13

(Continúa)

(Continuación)

Países	Periodos	Tasa de crecimiento (%)		Fuentes			
		Exportaciones agropecuarias mundiales	Exportaciones agropecuarias del país	Crecimiento del comercio mundial	Composición de lista	Destino de las exportaciones	Competitividad
Perú	2000 a 2010	11	15	60,43	-21,26	-3,54	64,37
	2010 a 2021	4,8	-0,4	-1.755,44	581,29	140,04	1.134,11
Uruguay	2000 a 2010	11	14,7	62,53	-18,39	5,44	50,42
	2010 a 2021	4,8	5,3	89,09	22,04	-25,37	14,24

Elaboración de los autores.

5 EVIDENCIAS SOBRE EL IMPACTO ECONÓMICO DE LAS TARIFAS DE EXPORTACIÓN: EL CASO DE ARGENTINA

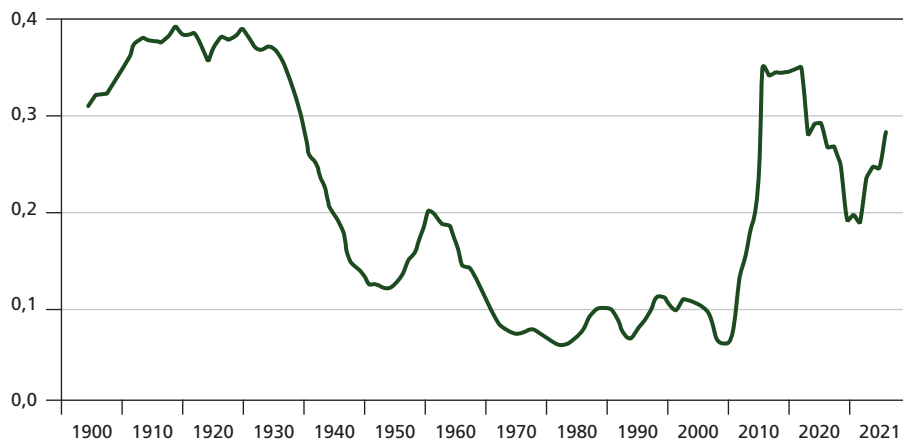
La experiencia argentina es un estudio de caso relevante sobre las tarifas a la exportación y puede analizarse en un contexto histórico de políticas económicas, particularmente políticas comerciales, que distorsionaron las ventajas establecidas por la dotación de factores del país y comprometieron el desarrollo económico de la nación. El comercio internacional y las políticas comerciales de Argentina han sido señalados como los principales factores responsables de su falta de desarrollo, según los estudios de Gerchunoff y Llach (2009) y Brambilla, Galiani y Porto (2018). Las malas políticas comerciales, arraigadas en conflictos distributivos, favorecieron a la industria sobre la agricultura en un país con una ventaja comparativa fundamental para la producción agrícola.

Se puede tomar, como punto de partida para el análisis, el período referente a mediados del siglo XIX hasta la Gran Depresión de 1930, cuando la economía argentina vivía el auge de la primera era de la globalización y su ingreso nacional *per cápita* convergía significativamente con el de países más ricos como Alemania, Canadá y Estados Unidos. Este hecho se puede comprobar observando el gráfico 2, que muestra el grado de apertura de la Argentina en el período de 1900 hasta 2021. En este período, el crecimiento económico de Argentina estaba liderado por las exportaciones del sector agrícola, que disfrutaba de ganancias dinámicas en el comercio y se beneficiaba de rendimientos sustanciales de los factores de producción de este sector.

La llegada de la Gran Depresión, sin embargo, tuvo fuertes implicaciones negativas para Argentina, así como para el resto del mundo. Las condiciones internacionales desfavorecían el crecimiento liderado por las exportaciones, con declives tanto en los precios como en las cantidades. Las importaciones mundiales de trigo, maíz, carne vacuna y lana, los cuatro principales productos argentinos en ese momento, se redujeron drásticamente en el comercio internacional. La contracción del comercio exterior influyó en el cambio de política hacia una industrialización orientada hacia adentro.

GRÁFICO 2

Grado de apertura comercial en Argentina



Fuentes: Hasta 2000, Brambilla, Galiani y Porto (2018); y, hasta 2021, World Bank (2021).

Elaboración de los autores.

Nota: Grado de apertura = (valor de exportación + valor de importación)/valor del producto interno bruto (PIB).

Esa etapa marcó el inicio, particularmente en los países en desarrollo, de un modelo de industrialización por sustitución de importaciones (ISI). En Argentina, este proceso se consolidó aún más con el inicio de la Segunda Guerra Mundial, específicamente durante el primer gobierno de Juan Domingo Perón (1946-1952), período en el que las políticas de ISI alcanzaron su punto máximo, combinando tarifas, cuotas, controles cambiarios, crédito del sistema bancario nacionalizado para las industrias manufactureras y la apropiación, por parte del gobierno, de los altos precios de exportación de la inmediata posguerra (Gerchunoff y Llach, 2009).

Poco antes de la llegada de Perón, se había creado el Instituto Argentino para la Promoción del Intercambio (IAPI), que ejercía el monopolio del comercio exterior. Durante este período, el gobierno captaba cerca del 50% de los precios de las exportaciones agrícolas mediante impuestos, con el fin de financiar las importaciones y apoyar a las empresas públicas recién creadas. Según Piermartini (2004), los argumentos para financiar a las industrias nacionales incipientes se basaban en la creencia de que los exportadores de *commodities* quedaban rezagados frente a los de productos manufacturados, ya que los países especializados en bienes considerados de bajo valor agregado quedaban atrapados en una estructura productiva asociada a tasas de crecimiento más bajas.

El núcleo de las políticas del ISI establecía así un divorcio entre los términos de intercambio nacionales e internacionales de los productos agrícolas exportables y las manufacturas sustitutas de importaciones, situación que permaneció vigente durante tres décadas después de la guerra, aunque con mayor variabilidad para las exportaciones que para las importaciones. Según Brambilla, Galiani y Porto (2018),

la intensidad peculiar de la estrategia ISI en Argentina probablemente surgió de la desigualdad sectorial. Un gran impulso de industrialización habría requerido una protección extrema, dadas las amplias desventajas comparativas del país en materia de manufacturas. Sin embargo, la escasez de dotaciones de factores adecuadas (trabajo y capital) para un proyecto tan ambicioso también constituyó un obstáculo para su éxito.

A partir de 1950, otras restricciones importantes afectaron las exportaciones agrícolas argentinas. Con el lanzamiento del segundo plan quinquenal durante el gobierno de Perón (1952), el objetivo era desarrollar la industria de insumos pesados y básicos y el sector petrolero. El intento “desarrollista” de Argentina iba en el sentido de superar los obstáculos del balance de pagos. A fines de la década de 1950, con el inicio del gobierno de Arturo Frondizi, estas políticas se intensificaron.

Según Gerchunoff y Llach (2009), a principios de la década de 1960, el presidente Illia aún compartía la visión de apoyar y desarrollar la industria pesada, aunque la discriminación contra las exportaciones fue reemplazada por una política menos hostil, que permitió a Argentina alcanzar al menos su volumen de exportaciones previo a la Depresión, aún en 1969. En este período, la ISI tuvo su mayor éxito en Argentina. Así, a principios de la década de 1970, Argentina seguía inmersa en un profundo proceso de sustitución de importaciones, liderado por políticas comerciales que iban en detrimento de la producción comercial del sector agrícola.

La crisis inflacionaria de 1976 culminó en el último golpe militar en Argentina. Como mencionado por Brambilla, Galiani y Porto (2018), este nuevo gobierno rompió con la política nacional de industrialización, promoviendo un doloroso retorno de Argentina a los mercados mundiales. Las políticas de liberalización del nuevo gobierno incluyeron, entre otros elementos, sucesivas rondas de devaluación monetaria y reducción de tarifas sobre las exportaciones agrícolas. Sin embargo, este retorno a los mercados internacionales, en medio de una crisis económica ya instalada, intensificó los conflictos sociales y políticos, lo que desembocó en el fin de la dictadura militar en 1983.

Para la recién creada democracia, cuyo núcleo estaba marcado por precarias condiciones presupuestarias e inflacionarias, era difícil mantener simultáneamente la apertura económica y llevar a cabo el ajuste fiscal con una moneda debilitada. Por lo tanto, el inicio de la nueva etapa democrática estuvo caracterizado por un proceso de reversión de la liberalización comercial, mediante restricciones cuantitativas e imposición de tarifas a las exportaciones. Este escenario económico turbulento se prolongó e intensificó hasta comienzos de la década de 1990. Las revueltas populares y la inflación, aún incontrolable, precipitaron el fin del gobierno de Raúl Alfonsín y el adelanto del

inicio del gobierno de Carlos Menem en 1989. Este último asumió el gobierno en medio de una amplia desorganización económica (Gerchunoff y Llach, 2009).

Para restaurar la estabilidad económica y lograr un equilibrio en la balanza de pagos, se siguió el Consenso de Washington, se inició la implementación de diversos puntos, como mencionó Vianini (2012). Entre las medidas, se destacan el aumento de las tarifas a las exportaciones, la reducción del gasto público, la suspensión de subsidios y de incentivos fiscales, las devaluaciones monetarias, la reducción de salarios, además del recorte en la oferta monetaria. No obstante, tales medidas resultaron en el lanzamiento de la economía argentina a la recesión e hiperinflación a principios de la década de 1990. Este panorama cambió solo después de la llegada de Domingo Cavallo al Ministerio de Economía. Él propuso un conjunto de medidas que finalmente surtieron los efectos deseados relacionados con la estabilización económica.

Las medidas más relevantes fueron el Plan de Convertibilidad, las privatizaciones y la reducción general de las tarifas a las exportaciones. El plan consistía en la Ley de Convertibilidad, que establecía una devaluación del austral del 100% respecto al dólar, práctica conocida como *currency board*.¹⁰ Según esta ley, el Estado tampoco podía emitir moneda más allá de sus reservas, para preservar la paridad 1:1 prevista por la ley de convertibilidad. Las privatizaciones serían una forma de mejorar las finanzas del gobierno y aliviar los sucesivos déficits presupuestarios. La reducción general de las tarifas promovería la consolidación de la apertura de la economía al mercado externo (Gerchunoff y Llach, 2009).

Los resultados inmediatos de los planes llevados a cabo por el ministro Cavallo fueron el fin de la fuga de capital nacional hacia el dólar, el reingreso de capitales extranjeros, la reducción de las tasas de interés, el reavivamiento de la economía y el control de la inflación a mediados de la década de 1990, como señala Vianini (2012). Esta fase, no obstante, duró poco tiempo. El aumento del desempleo, los escándalos de corrupción en la implementación de las privatizaciones y el aumento de la deuda externa complicaron el panorama socioeconómico y político del país.

El modelo de *currency board* también mostraba signos de insostenibilidad debido a la sobrevaloración de la moneda argentina. Por lo tanto, a mediados de la década de 1990, la combinación entre apertura económica y tipo de cambio fijo llevó a Argentina a una situación calamitosa. La economía se deterioraba tan rápidamente que, al final de ese periodo todos los avances logrados por las políticas del ministro Cavallo se perdieron, además de resultar en un empeoramiento de los indicadores sociales.

10. El *currency board*, modelo de paridad entre el dólar y el peso argentino, fue recomendada para países que atraviesan crisis monetarias severas y prolongadas, que es su característica. Como resultado, esta medida impulsó la dolarización de la economía argentina. Con el tipo de cambio fijo, cualquier aumento de precios de los productos nacionales podría llevar a la pérdida de participación de mercado frente a competidores importados (Vianini, 2012).

La fuerza política que surgió en este contexto, conocida como Alianza, cristalizada en la candidatura de De la Rúa, derrotó a Menem en las elecciones de 1999, prometiendo reestructurar el orden económico y social. El gobierno de De la Rúa mantuvo las mismas directrices del gobierno anterior, con prácticas neoliberales asociadas a la promoción de la apertura económica. Sin embargo, además de los conflictos internos, el mercado externo también era desfavorable debido a sucesivos choques externos, como la crisis asiática, la caída de los precios de los *commodities*, la devaluación del real, la apreciación del dólar, entre otros factores, que hicieron que el período de transición de De la Rúa a Néstor Kirchner fuera tumultuoso, aumentando las tensiones económicas y sociales en el país (Gerchunoff y Llach, 2009; Vianini, 2012).

Esos sucesivos choques exógenos colocaron en jaque los fundamentos que sostenían la convertibilidad. Su abandono tardío ya no tuvo los efectos deseados, por lo que a partir de 1999 el país cayó en una profunda recesión. En particular, el año 2001 se caracterizó por una creciente pérdida de confianza en la solvencia de la economía argentina, especialmente en el sector financiero. Pérdidas de reservas internacionales y fugas de capitales, en el auge de la inestabilidad, llevaron al gobierno argentino a declarar la moratoria y suspender el pago de la deuda externa.

Néstor Kirchner llegó al gobierno en 2003, y su entrada marcó numerosas rupturas con los gobiernos anteriores. Aunque la convertibilidad ya había sido abandonada antes del inicio de su gobierno, esta medida fue importante más tarde para las negociaciones de Kirchner con el Fondo Monetario Internacional (FMI) para salir de la moratoria de Argentina. Esa salida de Argentina de la moratoria durante el gobierno de Néstor Kirchner fue un logro importante de su presidencia. La reestructuración de la deuda y la salida de la moratoria fortalecieron la reinsertión del país en la economía internacional, llevándolo a un grado de apertura solo observado antes del inicio de la Gran Depresión (Gerchunoff y Llach, 2009; Vianini, 2012).

El lanzamiento de una nueva política económica comienza en la segunda era Kirchner, con la elección de Cristina Kirchner como presidenta de Argentina en 2007, como presentado en Devadoss, Luckstead y Ridley (2019). La depreciación cambiaria y la consiguiente deterioración de los precios relativos condujeron al inicio de un nuevo proceso de sustitución de importaciones. Otro punto importante es el retorno al uso de barreras comerciales basadas en tarifas a las exportaciones y políticas de restricción a las exportaciones, específicamente sobre la carne bovina. La justificación ostensible para el uso de estas barreras comerciales sería aumentar la disponibilidad interna de productos básicos para su procesamiento y aumentar la oferta interna de carne bovina para alcanzar estabilidad en los precios internos.

Según Piermartini (2004), los argumentos para utilizar tarifas a las exportaciones para controlar las presiones inflacionarias se basan en el siguiente razonamiento: como el impuesto reduce el precio interno del *commodity*, esto compensa parcialmente las presiones inflacionarias resultantes de precios más altos en el extranjero. Por lo tanto, un impuesto a la exportación se reflejará en costos más bajos para la industria de procesamiento, reduciendo aún más los precios de los productos procesados para el consumo. Además, un impuesto a la exportación también reduce el impacto que los precios internacionales más altos tienen en el mercado interno a través de su efecto adverso sobre el consumo.

Con todo, la transferencia de productos a precios más bajos a la industria de procesamiento solo reducirá los costos de esta última dependiendo de su estructura de mercado. Si este mercado tiene una estructura oligopólica, es posible que los consumidores no se beneficien de los precios más bajos del *commodity* procesado. A lo largo del tiempo, en estos casos, los impuestos sobre las exportaciones pueden tener consecuencias opuestas a las pretendidas, como fue el caso de Argentina.

La mayor parte de este impuesto recayó sobre la soya, que se convirtió en uno de los *commodities* más importantes producidos por Argentina a partir de mediados de la década de 1970. Además, desde 2006, en un esfuerzo por aumentar la disponibilidad interna y contener el aumento de los precios de los alimentos, el gobierno mantuvo impuestos a la exportación sobre la carne bovina e impuso periódicamente una prohibición a sus exportaciones. Las restricciones a la exportación crearon numerosas consecuencias en los sectores de soya y carne bovina.

Según Devadoss, Luckstead y Ridley (2019), los impuestos a las exportaciones tuvieron dos efectos inmediatos en la industria de la soya. El primer efecto se refiere a que el impuesto sobre la soya restringió las exportaciones de este producto y obligó a los productores a venderlo internamente para su procesamiento en harina y aceite de soya. El segundo efecto está intrínsecamente relacionado con el primero y se deriva de la naturaleza diferencial de la tarifa: a medida que se procesa más soya en el mercado interno, junto con impuestos a las exportaciones relativamente más bajos sobre la soya procesada, se exporta más harina y aceite de soya.

Para los productores de carne bovina, el efecto directo de las restricciones comerciales fue limitar su acceso a los mercados extranjeros y reducir sus ganancias. Por lo tanto, las políticas del gobierno Kirchner contribuyeron a reducir los inventarios de ganado y aumentar los precios de la carne bovina internamente, aunque la intención de las restricciones a la exportación era reducir el precio y aumentar la disponibilidad interna de la carne bovina. Esto muestra cómo pueden darse los efectos redistributivos a lo largo de la cadena productiva del producto gravado. Debido a la disponibilidad interna reducida, el consumo interno de carne bovina disminuyó notablemente.

Como señala Brandão (2016), un nuevo cambio de paradigma comienza con la elección de Mauricio Macri como presidente de Argentina en 2015. Después de doce años de los gobiernos de Néstor y Cristina Kirchner, el país volvió a buscar acceso a los mercados de capitales internacionales para financiar su crecimiento, incluso en medio de preocupaciones sobre la inflación y el desempleo que se mantenían persistentemente altos. Hasta 2016, Macri eliminó los controles cambiarios, ajustó las tarifas de los servicios públicos y redujo los aranceles a las exportaciones de productos agrícolas, que estaban vigentes desde 2002, con el objetivo de incentivar la producción agroexportadora estimulando la apertura comercial en Argentina, como se ve en el gráfico 2. Sólo se mantuvieron los aranceles al cuero bovino y caprino, así como a la soya y sus derivados.

El estudio empírico realizado por Devadoss, Luckstead y Ridley (2019) demostró que la reducción de las tarifas a las exportaciones propuesta por Macri resultaría, a largo plazo (alrededor de cuarenta años), en un aumento de la producción y las exportaciones agrícolas, un aumento del ganado bovino y un crecimiento de los ingresos de los productores. El aumento de los precios internos sería compensado por el aumento de los ingresos de los consumidores, lo que resultaría en un aumento del consumo interno. Sin embargo, la nueva política duró poco menos de tres años debido a la crisis argentina de 2018, resultado de una sequía histórica que afectó la producción agrícola, junto con el aumento de las tasas de interés en Estados Unidos, que estimuló la fuga de capitales. El gobierno argentino se vio obligado a reafirmar su dependencia fiscal en tarifas a las exportaciones para cubrir sus deudas.

A fines de 2019, con el empeoramiento de la crisis económica, Macri perdió la reelección frente a una coalición peronista liderada por Alberto Fernández. El nuevo gobierno nacional reavivó la retórica nacionalista-populista y expuso las relaciones ambivalentes que los gobiernos de Kirchner mantenían con el sector exportador y los movimientos populistas. Este momento marcó el resurgimiento de los conflictos distributivos y las restricciones y cómo moldean el proceso de formulación de políticas en Argentina. Los conflictos distributivos se extienden entre terratenientes, industriales y trabajadores. Por lo tanto, las tendencias entre estos sectores pueden entenderse al verificar los cambios en la forma en que los diferentes gobiernos sopesaron el conflicto distributivo y las limitaciones que enfrentaba el gobierno.

6 CONSIDERACIONES FINALES

Utilizando un diagnóstico comparativo de las fuentes de crecimiento de las exportaciones para los países seleccionados, además del caso argentino, este estudio tuvo como objetivo mostrar cómo las barreras comerciales y el uso de aranceles a las exportaciones de productos agropecuarios tienen relevantes implicaciones económicas, distorsionando la competitividad en los mercados externo e interno.

El ejemplo argentino es clásico de lo que no se debe hacer, pues el país era considerado rico en el pasado, pero ha pasado, en las últimas décadas, a tener un desarrollo económico mediocre.

El uso de aranceles a las exportaciones es una forma común de restricción del comercio exterior. De forma recurrente, durante muchas décadas, Argentina ha hecho uso de esta práctica comercial, al igual que varios países latinoamericanos. La experiencia ha demostrado cómo esa acción ha desencadenado conflictos distributivos entre los sectores de manufactura y de producción de *commodities* agropecuarias, con intensidades distintas en cada país estudiado. Al evaluar las fuentes de crecimiento de las exportaciones, se ha observado que el desempeño de las exportaciones argentinas se basó en el crecimiento del comercio mundial, con una disminución de la competitividad. Por el contrario, Brasil, liderando el conjunto de países, observó un crecimiento asociado a los beneficios de competitividad.

Indiscutiblemente, la política comercial de aranceles a las exportaciones fue un factor clave detrás de las tendencias agrícolas ocurridas en el caso argentino, con la consecuencia de reducciones en los niveles de producción, rentabilidad, cantidad exportada y consumo interno de los bienes afectados por la política. Además, el impacto del arancel a las exportaciones también afectó a toda la cadena productiva, repercutiendo en el tamaño del ganado vacuno, la oferta de carne, así como presionando los precios en el mercado doméstico.

Los resultados de este análisis son informativos para entender los efectos de las restricciones a la exportación en la economía. El proteccionismo exacerbado puede generar efectos no deseados, como fue el caso de las políticas sustitutivas de importación en varias economías latinoamericanas, con el objetivo de fomentar la producción industrial. Esas políticas, en última instancia, gravaron la producción agropecuaria y el sector exportador, en detrimento del sector industrial. Es decir, el sector agropecuario financió el subsidio a la industria de muchos países, sin darse cuenta, en varios casos, de la reducción de la competitividad del sector exportador. Se puede concluir que, cuanto menor sea la intervención en las políticas comerciales, dados los ejemplos estudiados, mayor será el fomento de la producción sectorial.

REFERENCIAS

- BAFFES, J.; KOH, W. C.; NAGLE, P. The evolution of commodity markets over the past century. *In*: BAFFES, J.; NAGLE, P. (Ed.). **Commodity markets: evolution, challenges, and policies**. Washington: World Bank, 2022. p. 27-120.
- BRAMBILLA, I.; GALIANI, S.; PORTO, G. Argentine trade policies in the XX century: 60 years of solitude. **Latin American Economic Review**, v. 27, p. 1-30, 2018.
- BRANDÃO, N. The rebuilding of Argentina. **The Brazilian Economy**, v. 8, n. 4, p. 26-30, 2016.
- CARDOSO, F. H.; FALETTO, E. **Dependência e desenvolvimento na América Latina**. 3. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.
- CARVALHO, F. M. A. Método "Constant Market Share" (CMS). *In*: SANTOS, M. L.; VIEIRA, W. C. **Métodos quantitativos em economia**. Viçosa: UFV, 2004. p. 225-241.
- DEVADOSS, S.; LUCKSTEAD, J.; RIDLEY, W. A dynamic analysis of the impacts of export taxes: the case of Argentinean soy and beef markets. **The World Economy**, v. 42, n. 8, p. 2427-2451, 2019.
- ESSAY, B. F. Primary commodity trade and associated problems. *In*: GORDON-ASHWORTH, F. (Ed.). **International commodity control: a contemporary history and appraisal**. London: Routledge, 2024. p. 1-23.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Production: crops and livestock products**. [S. l.]: FAO, 2022. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>.
- FISHLOW, A.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Agriculture and industry in Brazil: innovation and competitiveness**. Nueva York: Columbia Press, 2020.
- GERCHUNOFF, P.; LLACH, L. Equality or growth: a 20th century Argentine dilemma. **Revista de Historia Económica**, v. 27, n. 3, p. 397-426, 2009.
- KIM, J. **Recent trends in export restrictions**. Paris: OECD Publishing, 2010. (OECD Trade Policy Papers, n. 101).
- LEAMER, E. E.; STERN, R. M. **Quantitative international economics**. Boston: Allyn and Bacon, 1970.
- MARANHÃO, R. L. A.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Inserción internacional de los agronegocios brasileños: análisis comparativo. **Revista de la CEPAL**, n. 136, p. 155-178, abr. 2022.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Terms of trade (indicator)**: database. Paris: OECD, 2024.

PIERMARTINI, R. **The role of export taxes in the field of primary commodities**. Ginebra: WTO, 2004. (Discussion Paper, n. 4).

RICHARDSON, J. D. Constant-market-shares analysis of export growth. **Journal of International Economics**, v. 1, n. 2, p. 227-239, 1971.

SYKES, A. O. International trade: trade remedies. *In*: GUZMAN, A. T.; SYKES, A. (Ed.). **Research handbook in international economic law**. Cheltenham; Northampton, Estados Unidos: Edward Elgar, 2007. p. 62-112.

TAVARES, M. da C. **Da substituição de importações ao capitalismo financeiro**: ensaios sobre economia brasileira. Rio de Janeiro: Zahar, 1972.

TREBILCOCK, M.; FISHBEIN, M. International trade: barriers to trade. *In*: GUZMAN, A. T.; SYKES, A. (Ed.). **Research handbook in international economic law**. Cheltenham; Northampton, Estados Unidos: Edward Elgar, 2007. p. 1-61.

UNCTAD – UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. **Proceedings of the United Nations Conference on Trade and Development**. Ginebra: UNCTAD, 1964. (Final Act and Report, v. 1).

VIANINI, F. M. N. **A trajetória econômica da Argentina 1098-2007**. 2012. 139 f. Tesis (Maestría) – Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

VIEIRA FILHO, J. E. R. **Agricultura e pecuária, energia e o efeito poupa-florestas**: um comparativo internacional. Brasília: Ipea, jun. 2022a. (Nota Técnica Dirur, n. 30).

VIEIRA FILHO, J. E. R. **O desenvolvimento da agricultura do Brasil e o papel da Embrapa**. Rio de Janeiro: Ipea, mar. 2022b. (Texto para Discussão, n. 2748).

VIEIRA FILHO, J. E. R.; SILVEIRA, J. M. F. J. da. Competências organizacionais, trajetória tecnológica e aprendizado local na agricultura: o paradoxo de Prebisch. **Economia e Sociedade**, v. 25, n. 3, p. 599-630, 2016.

WORLD BANK. **World Development Indicators**. Washington: World Bank, 2021. Disponible en: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators#>.

WORLD BANK. **World Development Indicators**. Washington: World Bank, 2022. Disponible en: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators#>.

WTO – WORLD TRADE ORGANIZATION. **The General Agreement on Tariffs and Trade (Gatt)**. Ginebra: WTO, 1986.

WTO – WORLD TRADE ORGANIZATION. **Trade Policy Review**: Guatemala. Ginebra: WTO, sept. 2016.

WTO – WORLD TRADE ORGANIZATION. **Trade Policy Review**: Colombia. Ginebra: WTO, abr. 2018a.

WTO – WORLD TRADE ORGANIZATION. **Trade Policy Review**: Uruguay. Ginebra: WTO, mayo 2018b.

WTO – WORLD TRADE ORGANIZATION. **Trade Policy Review**: Ecuador. Ginebra: WTO, enero 2019a.

WTO – WORLD TRADE ORGANIZATION. **Trade Policy Review**: Costa Rica. Ginebra: WTO, 2019b.

WTO – WORLD TRADE ORGANIZATION. **Trade Policy Review**: Suriname. Ginebra: WTO, 2019c.

WTO – WORLD TRADE ORGANIZATION. **Trade Policy Review**: Argentina. Ginebra: WTO, 2021.

WTO – WORLD TRADE ORGANIZATION. **Trade Policy Review**: Guyana. Ginebra: WTO, mar. 2022a.

WTO – WORLD TRADE ORGANIZATION. **Trade Policy Review**: Brazil. Ginebra: WTO, oct. 2022b.

WTO – WORLD TRADE ORGANIZATION. **Trade Policy Review**: Honduras. Ginebra: WTO, jun. 2023.

WTO – WORLD TRADE ORGANIZATION. **Trade policy review**: Switzerland. Geneva: WTO, 2024.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ALBUQUERQUE, R. L.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Inserción internacional de los agronegocios brasileños: análisis comparativo. **Revista de la CEPAL**, n. 136, p. 155-178, 2022.

ALCANTARA, I. R. de; VEDANA, R.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Produtividade do algodão no Brasil: uma análise da mudança estrutural**. Río de Janeiro: Ipea, 2021. (Texto para Discussão, n. 2682).

ALVES, E. R. de A.; LÍCIO, A. M. A.; CONTINI, E. Perspectivas do Brasil no comércio internacional de lácteos. *In*: VILELA, D. *et al.* (Ed.). **Pecuária de leite no Brasil: cenários e avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa, 2016. p. 17-31.

AREVALO, J. L. S.; ARRUDA, D. de O.; DE CARVALHO, J. P. Competitividade no comércio internacional do café: um estudo comparativo entre Brasil, Colômbia e Peru. **Organizações Rurais e Agroindustriais**, v. 18, n. 1, p. 62-78, 2016.

BALASSA, B. **Trade liberalisation and revealed comparative advantage**. Washington: World Bank, 1965.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Trade: crops and livestock products** – FAOSTAT Data. Rome: FAO, 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>.

FERREIRA, M. D. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Inserção no mercado internacional e a produção de carnes no Brasil**. Rio de Janeiro: Ipea, 2019. (Texto para Discussão, n. 2479).

FERREIRA, Z. R.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Competitividade internacional do agronegócio. *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Agropecuária brasileira: evolução, resiliência e oportunidades**. Rio de Janeiro: Ipea, 2023. p. 67-95.

HIDALGO, Á. B. Especialização e competitividade do Nordeste no mercado internacional. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 29, p. 491-515, jul. 1998. Número especial.

SOUZA, R. G. de; VIEIRA FILHO, J. E. R. Produção de trigo no Brasil: análise de políticas econômicas e seus impactos. **Revista de Política Agrícola**, v. 30, n. 2, p. 45-61, 2021.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Production, Supply and Distribution (PS&D)**. [s.l.]: USDA, 2023. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads>.

PARTE III

POLÍTICAS Y PERSPECTIVAS REGIONALES

DIMENSIONES
DEL AGRONEGOCIO
BRASILEÑO



INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD

Zenaide Rodrigues Ferreira¹
José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho²

1 INTRODUCCIÓN

Los aumentos en la productividad agropecuaria son esenciales en el debate sobre la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental.³ Para que haya un equilibrio en el mercado, el crecimiento de la oferta debe ser superior a la expansión de la demanda. Mientras el crecimiento poblacional estimula el aumento del consumo, el crecimiento productivo incrementa la presión sobre el uso de los recursos naturales. Cuanto mayor sea la productividad, mayor será la producción, más eficiente será la asignación de recursos y menor será el precio de los alimentos.

La eficiencia productiva está asociada a la sostenibilidad ambiental. Como señala la CEPAL (2022), algunos datos indican que el aumento de la complejidad económica, manifestado por el incremento de la cantidad de conocimiento incorporado a la estructura productiva, está estrechamente relacionado con las prácticas de producción sostenibles. Por un lado, es posible producir más en una misma unidad de tierra. Por otro, se pueden economizar factores escasos y evitar la apertura de nuevas áreas productivas mediante la deforestación, reduciendo la presión sobre los niveles de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Dos importantes factores que impulsan la productividad son el cambio tecnológico y el aumento de la eficiencia productiva. En la agricultura no es diferente. Los aumentos en la productividad pueden ser aún mayores en las economías agroexportadoras, ya que el progreso técnico depende de la investigación adaptativa local y del avance tecnológico del sector. Además, el aumento de la eficiencia productiva se relaciona con la llegada de técnicas y prácticas agrícolas comprometidas no solo

1. Investigadora del Centro de Estudios de Economía Agrícola (ne²agro) en la Dirección de Estudios y Políticas Regionales, Urbanas y Ambientales del Instituto de Investigación Económica Aplicada (Dirur/Ipea); y profesora de economía del Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais (Ibmec-DF). *E-mail*: zenaide.r.ferreira@gmail.com.

2. Investigador del Ipea; profesor del Programa de Postgrado en Políticas Públicas del Ipea; y columnista de economía del canal Agromais TV. *E-mail*: jose.vieira@ipea.gov.br.

3. La sostenibilidad definida en el ámbito del uso y gestión de insumos relativamente escasos (incluidos los recursos naturales) y la orientación del cambio tecnológico y institucional para satisfacer las necesidades humanas y suministrar productos en el presente sin comprometer el desarrollo y la producción económica de las generaciones futuras. Para una discusión más detallada del enfoque conceptual, ver CMMAD (1991), FAO (1988) y Alvarez y Mota (2010).

con el aumento del rendimiento productivo, sino también con la confrontación de los desafíos de la sostenibilidad de los recursos productivos, especialmente los renovables (Fishlow y Vieira Filho, 2020; Chaudhary y Kumar, 2022).

Esta evolución de la agricultura moderna se opone firmemente a la mayoría de los modelos de desarrollo económico de dos sectores, que consideran a la agricultura como un sector rezagado y dependiente de la compra de insumos tecnológicos (Lewis, 1954; Srinivas y Vieira Filho, 2015). Desde una perspectiva sectorial, clasificar a la agricultura como un sector rezagado es obsoleto. Además, como señalan Fishlow y Vieira Filho (2020) y Srinivas y Vieira Filho (2015), la relación entre la producción agrícola y el uso de insumos no se da mediante la dependencia tecnológica, sino que se refiere a la complementariedad sectorial y a la coevolución de la producción agrícola y el desarrollo de nuevas tecnologías.⁴

Aunque, de manera estilizada, es evidente la relación que se establece entre el avance tecnológico, la productividad y la sostenibilidad ambiental en la agricultura, dimensionar esta relación dentro de una perspectiva agregada es un gran desafío. Considerando la centralidad de las principales economías productoras de alimentos en el mundo, el presente estudio tiene como objetivo elaborar dos indicadores comparativos de sostenibilidad productiva en la agricultura. Estos indicadores buscan relacionar las dimensiones de la productividad agrícola y la sostenibilidad ambiental, esta última medida en términos de emisiones de GEI y por el efecto de ahorro forestal (*efeito poupa-floresta*). Las emisiones de GEI por los sectores de la agropecuaria y el cambio en el uso del suelo pueden reflejar una trayectoria de sostenibilidad ambiental, mientras que el efecto de ahorro forestal, resultado del uso de tecnologías, refleja una contribución a la reducción de áreas deforestadas.

Para la comparación, se seleccionaron las diez principales economías agroexportadoras del mundo, utilizando como base los datos de comercio internacional de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). En orden creciente según el *ranking* del valor de las exportaciones agropecuarias, los países analizados fueron: Estados Unidos, Holanda, Brasil, Alemania, Francia, China, Italia, Canadá y Bélgica. Según la FAO (FAO, 2014a; 2014b), las acciones destinadas a promover prácticas sostenibles en el sector agropecuario son relevantes, especialmente en países emergentes y agroexportadores. El uso de los indicadores propuestos permite identificar entre las economías reportadas cuáles están verdaderamente comprometidas con una producción sostenible, desde la óptica de la reducción de las emisiones de GEI. Para complementar el análisis comparativo, también se calculó el *efeito poupa-floresta*, utilizado para medir el área ahorrada de tierras como función del avance tecnológico.

4. Para un caso aplicado de evolución conjunta de diferentes sectores, consulte el estudio completo sobre cadenas agroindustriales de Lopes (2023).

En resumen, el presente trabajo presenta tres resultados relevantes: i) los países que invierten en tecnologías sostenibles pueden aumentar simultáneamente la productividad y reducir las emisiones de GEI; ii) Brasil, entre los países comparados, presentó mejores indicadores de productividad, lo que, indirectamente, contribuyó a la sostenibilidad; y iii) la comparación internacional puede ayudar en la construcción de políticas tecnológicas regionales. En conjunto, la financiación de tecnologías sostenibles contribuye a garantizar la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible.

Para elaborar la comparación de la productividad entre los países seleccionados y para presentar indicadores de sostenibilidad, se incluyen cuatro secciones, incluida esta breve introducción. La sección dos describe la metodología, presentando el objeto de comparación, así como el cálculo de la productividad con emisiones de GEI y del efecto de ahorro forestal. La sección tres presenta la discusión de los resultados. Se realiza un diagnóstico del sector agropecuario en los países seleccionados, presentando los indicadores de productividad con emisiones y del efecto de ahorro forestal. Por último, se presentan las conclusiones y sugerencias de políticas públicas.

2 METODOLOGÍA

2.1 Objeto de investigación

Se seleccionaron las diez principales economías agroexportadoras del mundo en los últimos diez años. En orden creciente según el *ranking* del valor de las exportaciones agropecuarias, los países analizados fueron: Estados Unidos, Holanda, Brasil, Alemania, Francia, España, China, Italia, Canadá y Bélgica (tabla 1).

TABLA 1
Estadísticas del comercio internacional del sector agropecuario para los diez principales países agroexportadores (2021)

Países	Exportaciones		Importaciones		Balanza comercial		Exportaciones agrícolas en total exportado (%)	Importaciones agrícolas en total importado (%)	Participación en el PIB (%)	
	Agro ¹	Rank	Agro ¹	Rank	Agro ¹	Rank			Exportaciones Agro	Importaciones Agro
Estados Unidos	173,7	1	172,4	2	1,3	32	9,9	5,9	0,7	0,7
Holanda	114	2	78,6	4	35,4	2	13,6	10,4	11,3	7,8
Brasil	101,6	3	12,4	34	89,2	1	36,1	5,3	6,3	0,8
Alemania	87,1	4	104,9	3	-17,8	174	5,3	7,4	2	2,5
Francia	76,5	5	63,7	7	13	15	13,1	8,9	2,6	2,1
España	63,5	6	39,5	10	24	5	16,6	9,5	4,4	2,8
China	54,6	7	157,9	1	-103,4	179	3	9	1	1

(Continúa)

(Continuación)

Países	Exportaciones		Importaciones		Balanza comercial		Exportaciones agrícolas en total exportado (%)	Importaciones agrícolas en total importado (%)	Participación en el PIB (%)	
	Agro ¹	Rank	Agro ¹	Rank	Agro ¹	Rank			Exportaciones Agro	Importaciones Agro
Italia	59,4	8	49,1	8	10,3	14	9,7	8,8	2,8	2,3
Canadá	58,9	9	40,1	9	18,9	10	11,6	8	3	2
Bélgica	50,9	10	44,2	11	6,7	16	9,3	8,7	8,6	7,4

Fuentes: FAO (2023) y World Bank (2020a).

Nota: ¹ En billones de US\$ FOB.

Con excepción de Brasil y China, que son economías emergentes, los demás países incluyen economías industrializadas, así como aquellas en transición, según lo definido por las Naciones Unidas (UNCC, 2022a; 2022b). Brasil y China pertenecen al grupo de países en desarrollo, que son reconocidos por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC) como especialmente vulnerables a los impactos adversos del cambio climático. La convención enfatiza actividades que prometen atender las necesidades y preocupaciones especiales de estos países, como inversiones, seguros y transferencia de tecnología.

Se observa que los países que más exportan productos agropecuarios también se encuentran entre los principales importadores de este sector, especialmente China, que ocupa el primer lugar en el *ranking* mundial de importaciones de productos agropecuarios, seguida de Estados Unidos y Alemania. Brasil, por su parte, fue el país con el menor valor de importaciones agrícolas, movilizándolo alrededor de US\$ 12,4 mil millones en el año 2021, lo que lo ubicó en el primer lugar en el *ranking* mundial de la balanza comercial del sector agropecuario.

En términos de participación, considerando el total del valor exportado, Brasil fue el país con mayor participación del sector agropecuario en las exportaciones totales (36,1%). En relación con el PIB, la participación de las exportaciones de productos agrícolas fue igual al 6,3% en Brasil, inferior a los porcentajes de Holanda (13,6%) y Bélgica (8,6%). En cuanto a los productos comercializados, se destacan carnes, leches y derivados, granos, cereales, vegetales hortícolas, frutas y preparaciones alimenticias (o alimentos procesados). Los productos de mayor valor productivo son, en general, los más apreciados en la lista de exportación agropecuaria de cada país.

2.2 Método analítico

2.2.1 Efecto ahorro-forestal (*efeito poupa-floresta*)

El Efecto Ahorro-Forestal (*efeito poupa-floresta*, EPF) se utiliza para medir el área ahorrada de tierras como una función del avance tecnológico. Para medirlo, siguiendo a Martha Junior, Alves y Contini (2012), Vieira Filho (2017) y Alcantara, Vieira Filho y Gasques (2021), es necesario computar la productividad parcial de la tierra (rendimiento agrícola) y la productividad parcial de la ganadería (que depende de la tasa de ocupación y del peso de la carcasa del animal). Por un lado, la productividad agrícola (A_a) puede medirse dividiendo la producción (P) entre el área plantada (L):

$$A_a = \frac{P}{L} \quad (1)$$

Por otro lado, la productividad ganadera (A_l) se calcula multiplicando el peso de la carcasa del animal (G) por la tasa de ocupación (S). La tasa de ocupación es el cociente entre el número de animales del rebaño (A_n) y el área de pastizales (L). El peso carcasa se encuentra dividiendo la producción (P) entre el número efectivo de animales (A_n). Así, la productividad ganadera se da por:

$$A_l = G \cdot S \quad (2)$$

Na ecuación (2), $S = A_n/L$ y $G = P/A_n$.

Para calcular el EPF, se utilizaron estadísticas oficiales de la FAO (2023). El EPF debe reflejar el cambio tecnológico a lo largo del tiempo. Para dejarlo claro, la adopción de tecnología es capaz de ahorrar recursos escasos. Alternativamente, sería posible ahorrar tierra si hubiera un aumento en la producción por unidad de insumo, lo que evitaría la deforestación. Este enfoque ayuda a comprender el uso sostenible de los insumos productivos. Para medir este efecto, el área ahorrada para producir la cantidad de alimentos y carnes, dado la tecnología del pasado, se da por:

$$EPF_i = \left(\frac{P_{i1}}{A_{i0}} \right) - L_{i1} \quad (3)$$

Entonces, el EPF muestra el impacto de la tecnología en la producción agropecuaria a lo largo del tiempo, dividiendo la cantidad producida (P_t) en el período final ($t = 1$) por la productividad del período inicial (A_{it}), de manera que ($t = 0$; $i = \{a \text{ (agricultura)}; l \text{ (pecuaria)}\}$), y restando el área utilizada en el período actual ($L1$).

2.2.2 Cálculo de la Productividad Total de los Factores con emisiones de GEI

Según Vieira Filho (2017), una forma de evaluar el papel de la modernización sostenible del sector agropecuario es mediante la medición de la productividad total de los factores (PTF), considerando la evolución de las emisiones de GEI como

un *input* negativo. El resultado de esta implementación puede usarse como un indicador de sostenibilidad productiva para enumerar los países que, a través de la modernización de sus sistemas productivos, han logrado una mayor productividad junto con la reducción de los niveles de emisiones de GEI.

Analíticamente, la producción agropecuaria (P) por unidad de emisión (E) es función de los factores productivos tradicionalmente utilizados, como la tierra (L), el capital (K), el trabajo (W) y los insumos intermedios (I), como fertilizantes, pesticidas, medicamentos, entre otros. Así, la producción por unidad de emisión se expresa por:

$$P/E = f(L, K, W, I) \quad (4)$$

Las emisiones entran en el lado izquierdo de la ecuación, ya que son un insumo negativo, que no puede ser medido monetariamente. A partir de esta especificación, medir el crecimiento de la producción (G_P), excepto la tasa de crecimiento de las emisiones (G_E), puede definirse como la suma de las tasas de crecimiento de los insumos (G_i) ponderadas por los costos de cada factor productivo (Sh_i ; $i = L, K, W, I$), sumando a este resultado un término residual, referente al crecimiento de la productividad total de los factores (G_{PTF}). Este término se refiere al cambio del producto “no explicado” por cambios en las cantidades de los factores productivos:

$$G_P - G_E = (\sum_{i=L}^I Sh_i G_i) + G_{PTF} \quad (5)$$

Manipulando algebraicamente el resultado anterior, el crecimiento de la PTF del sector agropecuario es igual al crecimiento del producto menos las tasas de crecimiento de los insumos ponderadas por sus costos relativos (G_I) y el crecimiento de las emisiones (G_E). De esta manera, se tiene que:

$$G_{PTF} = G_P - (G_I + G_E) \quad (6)$$

Para medir la PTF con emisiones para diferentes países, se trabajaron datos de productividad, de insumos y de emisiones. En relación a la productividad y los insumos, las estadísticas se obtuvieron del estudio del Ministerio de Agricultura de Estados Unidos (USDA, 2022). Respecto a la información sobre emisiones de GEI, los datos fueron reportados por el Banco Mundial (World Bank, 2020). El período estudiado va desde 1990 hasta 2020.

3 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1 Efecto ahorro-forestal y producción por emisión de GEI

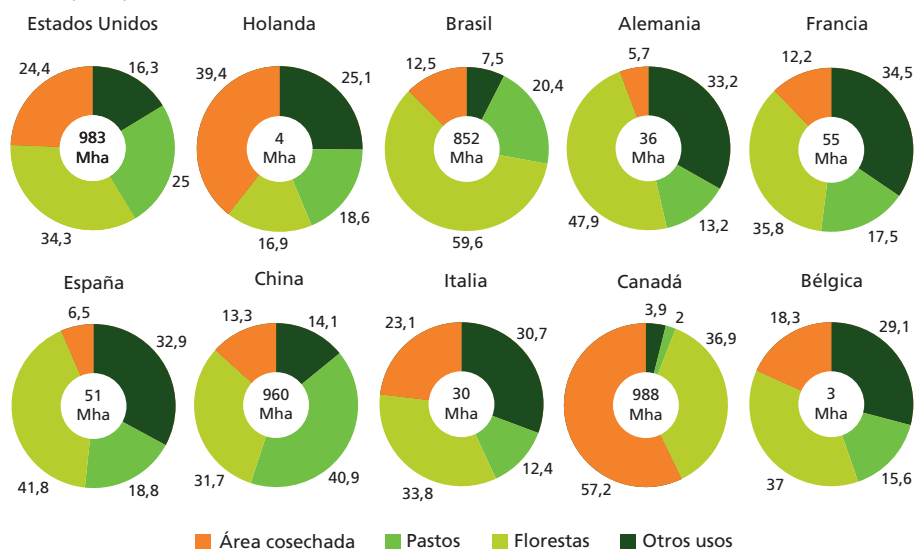
Antes de iniciar la discusión sobre los indicadores, es importante destacar las estadísticas relacionadas con el uso del suelo en las economías analizadas. El gráfico 1 muestra la participación de las áreas de producción agrícola, ganadera y forestal en relación con el territorio nacional. En cuanto a las tierras agrícolas, Brasil tiene una de las

menores parcelas destinadas a la producción agrícola (7,5% del territorio nacional). En términos de pastizales, Brasil presentó un porcentaje del 20,4%.

GRÁFICO 1

Participación del uso de la tierra en relación con el área territorial¹ de los países seleccionados (2020)

(En %)



Fuente: FAO (2023).

Nota: ¹ Millones de hectáreas (Mha).

En relación con las áreas de bosques nativos y plantados, Brasil fue el país con la mayor proporción de tierras preservadas, equivalente al 60% de todo su territorio en el año 2020. En los demás países de Europa, este porcentaje fue, en promedio, del 39%, excepto en los Países Bajos, donde fue inferior al 20%. En Estados Unidos, China y Canadá, este porcentaje estuvo en torno al 35%.

En cuanto a los bosques nativos, los datos de la FAO (2023) muestran una reducción del 0,5% anual de estas áreas en Brasil, simultáneamente con un crecimiento de los bosques plantados, que fue del 5,8% anual, de 2000 a 2020. Este resultado fue el mayor entre los países analizados, seguido por Canadá (3,4%) y Francia (2,2%). En los demás países, las áreas de bosques nativos se mantuvieron estables, creciendo a una tasa igual o inferior al 1% anual en el mismo período.

Se observó, sin embargo, que desde 2004, la deforestación ha estado disminuyendo en Brasil. Este movimiento fue influenciado por la creación del Plan de Prevención y Control de la Deforestación en la Amazonía Legal (PPCDAm). La mayor fiscalización por parte del poder público, junto con la presión de la sociedad

civil organizada (moratoria de la soya y acciones para responsabilizar la producción ganadera en áreas deforestadas), contribuyó a la reducción de la deforestación en la Amazonía Legal (Barreto y Araújo, 2012; CEPAL, 2011).⁵ Esta iniciativa fue esencial para crear un punto de inflexión y una tendencia a la baja en las tasas de deforestación de la Amazonía Legal desde entonces, como se verifica en el informe del Ministerio de Medio Ambiente (Brasil, 2016) y en Vieira Filho (2016).

En cuanto al Cerrado, el monitoreo del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales (Inpe) también mostró una tendencia a la reducción en las tasas de deforestación de este bioma a partir de 2004, intensificada a partir de 2015 (Maurano, Almeida y Meira, 2019).

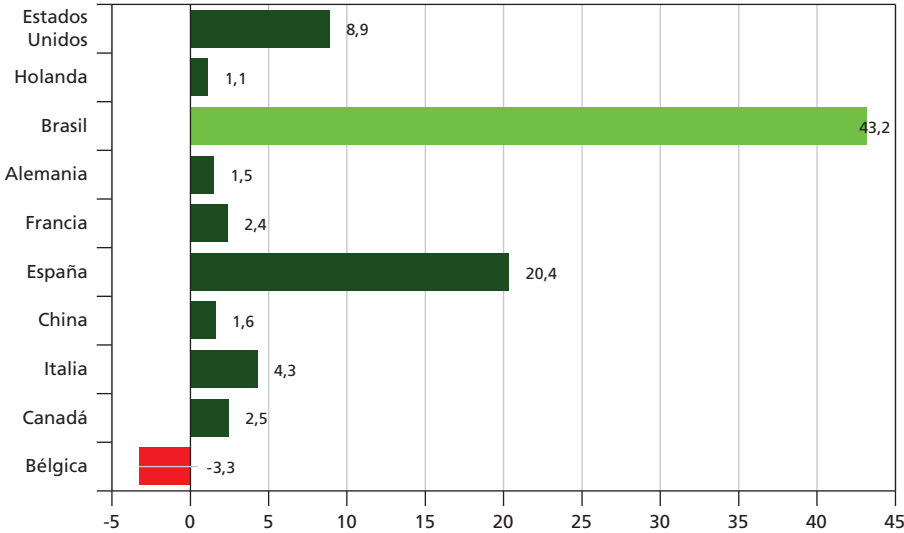
Cabe observar que, según el Inpe (2023), la deforestación absoluta en el bioma amazónico de Brasil de 2005 a 2022 fue de 16,8 millones de hectáreas, o el 1,9% del territorio nacional. Entretanto, según la FAO (2023), la plantación de bosques (silvicultura), en 2021, representaba 11,6 millones de hectáreas, concentrándose en su mayoría en las regiones Sudeste y Sur (IBGE, 2017).

Las estadísticas mencionadas hasta ahora indican que Brasil es un ejemplo en la preservación, incluso teniendo un crecimiento agropecuario sólido y un uso relativamente bajo de la tierra, que incorpora pastizales y áreas cultivadas. Otra forma de verificar este rendimiento es a través del EPF, un índice de impacto del cambio técnico en la producción agropecuaria. Este indicador muestra la extensión de tierra ahorrada debido al avance tecnológico ocurrido en la producción agropecuaria.

Para los países analizados, el EPF se informa en el gráfico 3. La preeminencia de Brasil entre los países estudiados es evidente. Para propósitos de interpretación, si Brasil tuviera que producir la misma cantidad de alimentos con la tecnología de 1990, sería necesario ocupar más de 366 millones de hectáreas, o el equivalente al 43% del territorio nacional. Este resultado se debe a los aumentos de productividad en la agricultura brasileña. España quedó en segundo lugar (con el 20,4% del territorio), seguido por Estados Unidos (8,9%) y Italia (4,3%). El resto de los países presentaron indicadores bastante inferiores. En el caso de Bélgica, hubo un efecto contrario y, por lo tanto, negativo. El retroceso belga también se observó en la disminución de la PTF en el mismo período.

5. Para más información, consulte los datos disponibles en: <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/>. Consulta en: sept. 2023.

GRÁFICO 2
Efecto de ahorro de bosques en países seleccionados (2020)
(En %)



Fuente: FAO (2023).
Elaboración de los autores.

El EPF revela contribuciones importantes del avance tecnológico. Indirectamente, la adopción de tecnologías contribuyó a evitar la deforestación, que interfiere en las emisiones generadas por los cambios en el uso de la tierra, sector conocido por la sigla LULUCF, del inglés *land use, land-use change and forestry*. Las emisiones relacionadas con los cambios en el uso de la tierra se reconocen como una fuente neta significativa de GEI en la atmósfera, especialmente entre los países menos desarrollados (UNCC, 2022a; 2022b).

Las alteraciones en las actividades que involucran cambios en el uso de la tierra relacionadas, por ejemplo, con la regeneración de bosques nativos o el aumento de bosques plantados, tienen un papel importante en la mitigación, que puede lograrse mediante la valoración de “sumideros” y reservorios de GEI. Los sumideros están constituidos por actividades que pueden aumentar las remociones de GEI de la atmósfera o que disminuyen las emisiones, deteniendo la pérdida de reservas de carbono. Los reservorios de GEI son responsables de la acumulación de CO₂ atmosférico en la vegetación y en los suelos de los ecosistemas terrestres (UNCC, 2022a; 2022b).

En este sentido, las actividades de mantenimiento de la cobertura vegetal, reforestación, manejo forestal, recuperación de áreas degradadas, incluyendo los pastos, son deseables para preservar o aumentar las reservas de carbono forestal,

contribuyendo a los objetivos de mitigación. Estas acciones involucran una modernización completa del sector productivo. Así, el dinamismo productivo se asocia directamente con el mantenimiento de la sostenibilidad ambiental de la actividad sectorial.⁶

En Brasil, las emisiones de GEI originadas por el cambio en el uso de la tierra tienen una participación significativa en las emisiones totales, en comparación con los otros países analizados. La tabla 2 presenta las emisiones de GEI por diferentes sectores y países. En el año 2018, el cambio en el uso de la tierra representó el 27% de las emisiones, mientras que el promedio mundial fue de alrededor del 2,9%. Sin embargo, Brasil ha mostrado una caída satisfactoria en las emisiones de este sector, alcanzando una reducción anual promedio del 5% desde principios de la década de 2000. Esta reducción fue aún más prominente en la última década, con una tasa de disminución del 12%. Este valor fue considerablemente superior al promedio mundial, que fue del 1%.

TABLA 2
Emisiones totales de GEI en Mt CO₂ equivalente y participación porcentual de los sectores de emisiones en el total para las principales economías agroexportadoras y el mundo (2018)

País	Emisión total de GEE (Mt CO ₂ eq)	Participación por sector de emisiones de GEI (%)				
		Agricultura	Energía	Procesos industriales	Cambio en el uso de la tierra	Residuos
Estados Unidos	5.794	6,6	91	4	-4	2,3
Holanda	180	10,3	85,4	1,9	0,8	1,6
Brasil	1.421	34,9	30,8	2	27,3	4,9
Alemania	777	7,5	91,9	3,3	-3,8	1,1
Francia	361	20,4	85,9	6,7	-17,2	4,1
España	313	13,2	81,1	5,9	-4,4	4,2
China	11.706	5,7	88,1	10	-5,5	1,7
Italia	387	8,3	85,1	5,6	-3,3	4,4
Canadá	763	7,7	82	2,8	5	2,4
Bélgica	109	8,6	85,3	4,9	0,1	1
Mundo	47.261	12,3	75,2	6,1	2,9	3,4

Fuente: World Bank (2020b).
Elaboración de los autores.

Entre los países analizados, Francia y China aumentaron las emisiones medias de este sector en un 4,5% en los últimos 20 años, aunque en la última década, Francia

6. Como señala Vieira Filho (2022), la Unión Europea y Estados Unidos aprobaron recientemente el uso de áreas ecológicas y de conservación. La idea era permitir a los agricultores plantar, debido a una inminente crisis de suministro, en tierras que forman parte de programas federales de conservación, sin que esto suponga una penalidad. Este tipo de política va en dirección contraria al ordenamiento internacional prescrito en las últimas décadas encaminado a lograr la sostenibilidad ambiental.

indicó una reducción del 1%, a diferencia de Alemania y China, que informaron un aumento del 6% y 9% en estas emisiones en el mismo período, respectivamente.

Entre los países agroexportadores de Europa y Estados Unidos, la producción de energía fue la principal fuente de emisión de CO₂ equivalente, lo que representó más del 85% de las emisiones totales de GEI en 2018. En las últimas dos décadas, estos países redujeron en un 1% las emisiones de este sector, una reducción por debajo del esfuerzo mundial, que fue del 2% en el mismo período. Entre los países analizados, China fue el país que informó la mayor reducción de estas emisiones, igual al 6%, mientras que Brasil se equiparó con el promedio mundial. Solo Canadá estuvo en dirección opuesta a este proceso, reportando un aumento promedio de las emisiones del sector energético del 0,5% anual.

El sector agropecuario, por su parte, es el mayor responsable de las emisiones en Brasil, correspondiendo al 35% de las emisiones totales de GEI, un valor cercano al de países vecinos como Argentina (33%) y Paraguay (31%). A continuación, Francia aparece como el segundo país con el 20% de sus emisiones totales originadas del sector agropecuario. Para España y los Países Bajos, este porcentaje fue en promedio del 12%, mientras que en los demás países fue inferior al 10% (World Bank, 2020b).

A diferencia del sector energético, cuyas emisiones de GEI consisten en gases de CO₂, las emisiones de la agricultura están compuestas por gases de metano, CH₄, y óxido nitroso, N₂O, más susceptibles de ser mitigados mediante la valorización de sumideros y reservorios de GEI. En Brasil, la producción de estos gases está más relacionada con los procesos de fermentación entérica, la fertilización nitrogenada en áreas cultivadas y, en menor medida, el manejo de desechos animales, el cultivo de arroz y la quema de residuos de cultivos, como caña de azúcar y algodón (Vieira Filho, 2017; Brasil, 2021).

Según los datos del World Bank (2020b), en las últimas dos décadas, Brasil aumentó en un 1,5% las emisiones del sector agropecuario. Canadá y Estados Unidos registraron un crecimiento promedio del 0,4% en el mismo período, mientras que los países europeos informaron una tendencia a la baja en las emisiones de este sector del 0,6%. Aunque estas estadísticas señalan al sector agropecuario como un problema en Brasil, la producción agropecuaria se ha mostrado cada vez más como parte de la solución al problema climático.

Como señaló Vieira Filho (2017), se ha observado un aumento significativo en el uso de la integración productiva en los últimos años, especialmente en sistemas consorciados de cultivo, ganadería y bosques. La integración productiva tiene un mayor potencial de secuestro de carbono en comparación con los sistemas productivos tradicionales. En este sentido, también se destaca la recuperación de pastizales degradados en el marco de las acciones del Plano Setorial de Mitigação

e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC). Estas acciones contribuyen a la consolidación de un sector agropecuario más sostenible, formando parte del conjunto de estrategias brasileñas orientadas a alcanzar los objetivos de reducción de emisiones presentados a la UNFCCC, en el marco del programa de Redução de Desmatamento e Degradação Florestal – REDD+ (Brasil, 2016).

El crecimiento de las emisiones de GEI está asociado al aumento de la producción agropecuaria. Sin embargo, cuando el proceso de crecimiento se acompaña de modernización y adopción de tecnologías, es posible aumentar la producción por unidad de emisión de GEI. Es decir, medir cuántos kilos de alimentos se producen cada vez que se emite 1 tonelada de carbono a la atmósfera. La tabla 3 presenta los valores de la producción agrícola y ganadera por unidad de emisión, en los países analizados, considerando tanto las emisiones totales como las emisiones específicas de la agropecuaria.

TABLA 3
Producción agrícola por emisiones de GEI (toneladas de CO₂ equivalente) y tasa promedio de crecimiento anual (1990-2018)

Emisiones de GEI	Sector productivo	País	1990	2000	2010	2018	Tasa promedio de crecimiento anual (%)			
							1ª década 1990-2000	2ª década 2000-2010	3ª década 2010-2018	Total 1990-2018
Producción por emisiones totales de GEI	Producción agrícola	Estados Unidos	91,5	94,2	107,4	123,6	0,3	1,3	1,8	1,1
		Holanda	103,4	101,9	95,9	107,4	-0,1	-0,6	1,4	0,1
		Brasil	243,3	278,5	458,8	748,2	1,4	5,1	6,3	4,1
		Alemania	83,4	106,6	103,2	107	2,5	-0,3	0,5	0,9
		Francia	249,5	265,1	313	362,2	0,6	1,7	1,8	1,3
		España	271,7	216,7	192,9	240,1	-2,2	-1,2	2,8	-0,4
		China	285,2	274,9	154,6	153,9	-0,4	-5,6	-0,1	-2,2
		Italia	145,9	152,4	133,6	134	0,4	-1,3	0	-0,3
		Canadá	111,6	100,5	79,8	134,7	-1	-2,3	6,8	0,7
	Producción pecuaria	Bélgica	-1	109,8	116,8	123,3	-	0,6	0,7	-
		Estados Unidos	5,1	4,9	5,2	5,9	-0,5	0,7	1,6	0,5
		Holanda	5,6	4,1	3,7	4,2	-3	-1	1,6	-1
		Brasil	16,4	19,9	23	46,5	1,9	1,5	9,2	3,8
		Alemania	5,3	4,8	4,7	5	-0,9	-0,2	0,7	-0,2
		Francia	12,8	12,3	14,3	16,3	-0,4	1,6	1,6	0,9
		España	5,5	4,9	4,8	5,7	-1,3	0	1,9	0,1
		China	4,1	3,5	1	0,8	-1,6	-11,7	-3	-5,7
		Italia	4,6	3,8	3,8	4,8	-1,8	-0,1	3	0,2
		Canadá	4,8	5,9	4,3	5,8	2	-3,1	3,8	0,7
		Bélgica	-	7,5	7,2	6,9	-	-0,4	-0,6	-

(Continúa)

(Continuación)

Emisiones de GEI	Sector productivo	País	1990	2000	2010	2018	Tasa promedio de crecimiento anual (%)			
							1ª década 1990-2000	2ª década 2000-2010	3ª década 2010-2018	Total 1990-2018
Producción por emisiones de GEI de la agricultura	Producción agrícola	Estados Unidos	1.417,10	1.645,40	1.737,00	1.859,50	1,5	0,5	0,9	1
		Holanda	918,6	1.069,30	1.022,60	1.041,20	1,5	-0,4	0,2	0,4
		Brasil	1.175,00	1.325,20	1.965,50	2.142,30	1,2	4	1,1	2,2
		Alemania	1.070,40	1.436,30	1.406,00	1.425,90	3	-0,2	0,2	1
		Francia	1.375,10	1.532,60	1.659,00	1.772,80	1,1	0,8	0,8	0,9
		España	1.649,60	1.681,40	1.625,20	1.817,50	0,2	-0,3	1,4	0,3
		China	1.387,80	1.725,40	2.194,30	2.678,20	2,2	2,4	2,5	2,4
		Italia	1.541,90	1.975,90	1.840,40	1.621,40	2,5	-0,7	-1,6	0,2
		Canadá	1.464,30	1.388,20	1.410,10	1.744,80	-0,5	0,2	2,7	0,6
	Producción pecuaria	Bélgica	-	1.445,80	1.442,80	1.428,90	-	0	-0,1	-
		Estados Unidos	79,4	85,1	84,4	88,8	0,7	-0,1	0,6	0,4
		Holanda	49,4	42,9	39,4	40,7	-1,4	-0,8	0,4	-0,7
		Brasil	79,1	94,5	98,7	133,2	1,8	0,4	3,8	1,9
		Alemania	67,5	64,9	64	66,1	-0,4	-0,1	0,4	-0,1
		Francia	70,7	70,9	76	79,6	0	0,7	0,6	0,4
		España	33,7	37,7	40,8	42,8	1,1	0,8	0,6	0,9
		China	20,1	22	14,4	13,8	0,9	-4,1	-0,5	-1,3
		Italia	48,3	49,5	52	57,7	0,3	0,5	1,3	0,6
		Canadá	63,1	81,2	76	74,8	2,6	-0,7	-0,2	0,6
		Bélgica	-	98,6	88,9	79,7	-	-1	-1,4	-

Fuentes: FAO (2023) y World Bank (2020a).

Elaboración de los autores.

Nota: Los datos agregados de producción para Bélgica sólo están disponibles a partir de 2000.

En todos los análisis, se observa que Brasil lideró el crecimiento de la producción por unidad de emisión de GEI a lo largo de las últimas décadas. En 1990, Brasil emitía una tonelada de carbono a la atmósfera para producir 243 toneladas de producción agrícola. En 2020, con la misma tonelada de carbono, la producción de alimentos involucrada era el triple (o 774 toneladas). Al producir más alimentos en la misma área, muchas veces utilizando biotecnología, insumos modernos y maquinaria agrícola con tecnología integrada, las emisiones de GEI disminuyen. En ese mismo ejercicio, para los demás países analizados, la producción ni siquiera se duplicó entre 1990 y 2020.

Los aumentos productivos fueron más significativos, en general, considerando las emisiones totales, que incluyen las emisiones de GEI originadas por el cambio de uso de la tierra. En lo que respecta a la producción agrícola, España, Italia y China informaron una disminución de la producción por unidad de emisión durante todo el período analizado, aunque España mostró signos de recuperación

en la última década, con un crecimiento del 2,8%. En ese mismo período, Brasil logró un crecimiento de la producción por unidad de emisión agrícola del 6,3%.

En la producción pecuaria, Holanda, Alemania y China informaron una disminución de la producción por unidad de emisión durante todo el período analizado. No obstante, Holanda y Alemania, en la última década, revirtieron este comportamiento, con un crecimiento medio del 1,6% y 0,7%, respectivamente. En ese mismo período, Brasil logró un crecimiento de la producción por unidad de emisión total de la pecuaria del 9,2% (tabla 3).

Por lo tanto, Brasil se muestra potencialmente capaz de impulsar el uso eficiente de los recursos productivos como un instrumento efectivo para lograr la sostenibilidad ambiental. Según Ferreira y Féres (2020), los resultados de la eficiencia técnica sugieren que Brasil produce un 26% menos de lo que podría potencialmente producir con la cantidad de insumos en la producción actual. En cuanto a la eficiencia en el uso de la tierra, los autores indican que el país podría reducir en un 70% la cantidad de tierra utilizada en sus actividades agrícolas, manteniendo los niveles de producción vigentes. La ineficiencia en el uso de la tierra es particularmente más crítica en la región Norte, lo que muestra que hay un amplio espacio para la intensificación de las actividades agropecuarias en la Amazonía.

Además, como señalan Chiavari y Lopes (2017), la mayoría de los países agroexportadores, con excepción de Brasil, permiten cierto grado de manejo sostenible de los recursos forestales y la realización de actividades agrícolas.⁷ En una comparación internacional de las legislaciones, Brasil fue el único que exigió que las propiedades privadas mantuvieran un porcentaje de área conservada con vegetación nativa (reserva legal), sin ningún tipo de compensación financiera al propietario (Chiavari y Lopes, 2017).⁸ El marco legal y ambiental en Brasil constituye una gran contribución en comparación con los demás países analizados, especialmente los principales críticos dentro de la comunidad internacional, como Francia y Alemania.

Es importante destacar también que, según Benatti y Fischer (2018), el gobierno brasileño ha estado integrando formalmente acciones destinadas a la titulación de tierras, especialmente en la región amazónica brasileña, con el fin de promover el desarrollo regional y minimizar los incentivos a la deforestación, aunque sea de forma indirecta. La regularización de la tenencia de la tierra altera los incentivos para invertir, lo que disminuye o aumenta la deforestación. La titulación estimula

7. El Código Forestal (Brasil, 2012) permite en la pequeña propiedad rural, enfocadas a la agricultura familiar, algunas prácticas productivas en las áreas APP y RL.

8. El Código Forestal también permite el pago por servicios ambientales (PSA) en las áreas RL y APP, al igual que la Lei de Pagamento por Serviços Ambientais (Ley nº 14.119/2021). Sin embargo, ésta no es la regla de los casos en Brasil, sino más bien la excepción.

las inversiones en nuevas tecnologías, aumentando la productividad. La tierra se utiliza de manera más intensiva, lo que aumenta la producción sin incrementar la deforestación.

Según Lipscomb y Prabakaran (2020), el aumento de la productividad reduce los incentivos para abrir nuevas áreas para la siembra. Según Ceddia *et al.* (2014), incluso si la producción se vuelve más eficiente, puede haber estímulo por parte de los agentes para expandir el área sembrada, lo que genera deforestación. En las regiones donde los derechos de propiedad están bien definidos, las regulaciones ambientales pueden ser más efectivas, reduciendo la deforestación. En el caso de Brasil, por ejemplo, hay evidencia en relación con esta hipótesis. Assunção, Gonzalez-Navarro y Szman (2019), al estudiar políticas de titulación, encontraron que la titulación reduce la deforestación sustancialmente.

No obstante los compromisos asumidos por el país con el clima y el medio ambiente, las cuestiones relacionadas con la comercialización internacional de productos agropecuarios producidos en áreas deforestadas ilegalmente deben ser rigurosamente supervisadas y castigadas.

Entre los países de Europa, la Política Agrícola Común (PAC) enfoca sus objetivos en el desarrollo sostenible, buscando aumentar la productividad y el ingreso de los agricultores, estabilizar los mercados y garantizar el suministro de alimentos a precios más bajos. Del presupuesto europeo, en 2019, € 58,8 mil millones (o el 36% del total) se destinaron a la PAC, con alrededor del 70% destinado a pagos directos, subsidios que remuneran a los agricultores por la preservación ambiental y la prestación de bienes públicos, como el cuidado del campo (EC, 2023).

Entretanto, según Guth *et al.* (2020), Pe'er *et al.* (2020), EC (2019a) y Montanarella, Scholes y Brainich (2018), existen indicios de que la PAC no ha sido eficiente en el sentido de apoyar políticas agrícolas que puedan sostener la adopción de tecnologías ambientalmente correctas. Hay evidencia de que los subsidios pagados al productor provocan distorsiones significativas en el mercado, induciendo el uso de prácticas agrícolas que contribuyen a la degradación del medio ambiente.

Según la Comisión Europea (EC, 2019b), se publicó el “Pacto Verde Europeo” que presenta una nueva estructura de reformulación de políticas con el objetivo de alinear los procesos económicos con estrategias más ambiciosas para abordar los desafíos relacionados con el clima y el medio ambiente. No obstante, el nuevo plan se muestra vago y escaso en promover una agricultura más sostenible.

3.2 PTF con emisiones de GEI

Considerando la medida más general del desempeño agropecuario de las economías agroexportadoras, los resultados de la PTF se presentan en la tabla 4. Según el Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 2022), la mejora de la PTF agropecuaria ha sido el principal motor del crecimiento de la oferta productiva. Desde 1990 hasta 2019, Brasil y China lograron los mejores desempeños comparativos, siendo Brasil el líder en el *ranking* del crecimiento durante todas las décadas analizadas, excepto en la primera, por una pequeña diferencia con China. Las demás economías reportaron un menor crecimiento de la PTF, con tasas oscilando alrededor del promedio mundial.

TABLA 4
Índice de PTF y tasas de crecimiento en diferentes periodos

País	Índice de la PTF				Tasa promedio de crecimiento anual (%)			
	1990	2000	2010	2019	1ª década 1990-2000	2ª década 2000-2010	3ª década 2010-2019	Total 1990-2019
Estados Unidos	82	95	104	100	1,47	0,9	-0,44	0,68
Holanda	92	100	92	99	0,76	-0,79	0,86	0,25
Brasil	44	62	87	107	3,48	3,43	2,33	3,1
Alemania	83	88	97	105	0,68	0,94	0,85	0,82
Francia	82	88	95	102	0,79	0,7	0,83	0,77
España	66	82	96	101	2,21	1,56	0,56	1,47
China	51	75	91	105	3,93	1,95	1,66	2,54
Italia	68	90	104	93	2,81	1,48	-1,23	1,08
Canadá	70	80	95	110	1,36	1,75	1,56	1,56
Bélgica	114	114	93	102	0,01	-2,02	1,04	-0,38
Mundo	68	79	92	105	1,53	1,65	1,41	1,53

Fuente: USDA (2022).

La tabla 5 presenta las tasas de crecimiento de la PTF, así como el resultado del indicador de sostenibilidad productiva, dado por la tasa de crecimiento de la PTF en relación a las emisiones GEI (totales y agropecuarias). A pesar de los resultados previamente discutidos, se observa que Brasil también lideró el indicador de productividad por emisión. Entre 1990 y 2018, la PTF brasileña por emisiones totales experimentó el mayor crecimiento, alcanzando un 3,7%. En la última década, el desempeño brasileño fue aún más destacado, con una tasa anual de crecimiento del 7,4%. Al comparar únicamente la PTF por emisiones del sector agropecuario, Brasil también se destaca. No obstante, en el período de 1990 a 2018, la tasa de crecimiento fue menor que la observada en Italia, China y Alemania, pero superior a la de los demás países. En las dos últimas décadas, Brasil también experimentó un crecimiento significativo, aunque quedó por detrás de China, España y Alemania. Su resultado fue especialmente elevado entre 2010 y 2018, equivalente al 2,5%.

TABLA 5
Tasas de crecimiento de la PTF, de la PTF por emisiones totales y PTF por emisiones agropecuarias
(En %)

País	Crecimiento de la PTF			Crecimiento de la PTF por emisiones totales de GEI			Crecimiento de la PTF por emisiones agropecuarias de GEI		
	1990-2018	2000-2018	2010-2018	1990-2018	2000-2018	2010-2018	1990-2018	2000-2018	2010-2018
Estados Unidos	0,9	0,5	0,1	0,7	1,1	0,6	0,6	0,3	-0,3
Holanda	0,2	-0,1	0,8	0,7	0,7	2,4	1	0,3	1,2
Brasil	3,2	3,1	2,6	3,7	4,4	7,4	1,9	1,6	2,5
Alemania	0,8	0,8	0,6	2	1,8	1,9	2,1	1,7	1,7
Francia	0,7	0,7	0,7	1,7	2,3	2,1	1,3	1,4	1,1
España	1,9	1,7	1,8	0,8	1,9	2,5	1,6	1,8	1,1
China	2,6	1,9	1,8	-2,5	-3,9	-0,3	2,2	2	2,3
Italia	1,2	0,4	-1	1,8	1,6	0,9	2,3	1,3	-0,7
Canadá	1,5	1,6	1,5	0,8	1,5	4,6	0,8	1,1	0,7
Bélgica	-	-1,1	0	-	0	1,3	-	-0,7	0,5

Elaboración de los autores.

Cabe señalar que las emisiones totales consideran en gran medida la fuerte reducción de las emisiones del sector de cambio en el uso de la tierra, que en Brasil fue influenciada por la disminución de la deforestación en los últimos 20 años (Inpe, 2023). Dentro del alcance de la PTF para las emisiones totales de GEI, destaca también el desempeño de Canadá y España, cuyos esfuerzos por reducir las emisiones de GEI se concentraron especialmente en el sector de cambio de uso del suelo.

En el caso holandés, aunque la tasa de crecimiento de la PTF por emisiones totales fue del 2,4%, hubo un aumento de las emisiones en el sector de cambios de uso del suelo. El buen resultado en este indicador podría explicarse por la reducción de emisiones del sector de residuos y procesos industriales, como lo muestran datos del World Bank (2020). El primero comprende las emisiones provenientes del tratamiento de residuos sólidos y líquidos, mientras que el segundo resulta de los procesos productivos en las industrias, incluido el consumo no energético de combustibles como materia prima (Brasil, 2021).

Aunque otros países, como Italia y Estados Unidos, han tenido buenos resultados en la reducción de emisiones del sector de cambio de uso de la tierra en la última década, en términos de emisiones totales, los resultados han sido menos impresionantes. En otras palabras, un buen indicador de sostenibilidad productiva valora a los países que reportan, simultáneamente, un crecimiento productivo

combinado con una reducción de emisiones. China, por su parte, si bien ha señalado un esfuerzo por reducir las emisiones del sector agropecuario en la última década, en los demás sectores ha aumentado sus emisiones, en promedio, nueve veces más que la reducción que se produjo en la agricultura de China. Por tanto, su resultado, en términos de emisiones totales, fue negativo. No obstante, en lo que respecta a las emisiones agropecuarias, el desempeño fue positivo.

4 CONSIDERACIONES FINALES

El financiamiento, ya sea proveniente de políticas públicas o incluso de inversión privada, con el objetivo de incorporar prácticas y tecnologías que promuevan el desarrollo sostenible, es central para la creación de una economía verde. La organización y seguimiento de los indicadores económicos son fundamentales para apoyar a las instituciones financieras, que captan recursos en el mercado para posibilitar las inversiones necesarias para la transformación tecnológica. En este sentido, este trabajo buscó presentar una comparación internacional de diferentes indicadores de las diez principales economías agroexportadoras. En esta comparación, se observan aquellos países que son capaces de producir más con menos recursos, y también mitigar y reducir las emisiones de carbono, principal componente asociado al cambio climático.

Si bien la población mundial ha aumentado, al igual que el consumo de alimentos, el uso de nuevas tecnologías ha permitido que la producción crezca sin un aumento sustancial de las áreas plantadas y de pastos, es decir, la tecnología ha impedido la incorporación de nuevas áreas de producción, evitando así la deforestación. Este efecto se denomina aquí *poupa-floresta*. Brasil presentó la EPF más alta de 1990 a 2020, ahorrando casi la mitad (43,2%) del territorio nacional, seguido de España (20,4%) y Estados Unidos (8,9%). Este esfuerzo también representó una mayor producción por unidad de emisión. Los resultados mostraron que, para Brasil, fundamentalmente, 1 kg de alimento producido en 2018 generó menos emisiones que en el pasado. Este comportamiento no fue el mismo para los demás países estudiados.

Al analizar la productividad por emisiones de GEI, Brasil lideró el crecimiento de ese indicador, ya sea en la comparación de las emisiones totales o incluso de las del sector agropecuario. De 1990 a 2018, la PTF brasileña por emisiones totales mostró el mayor crecimiento del 3,7%. De 2010 a 2018, la tasa de crecimiento de la PTF en el país fue aún mayor, alrededor del 7,4%. En cuanto a la PTF por emisiones del sector agropecuario, el indicador brasileño es relativamente inferior, pero aún superior al de otros países, especialmente en la última década. Los resultados muestran que este índice es relevante para comparar el desempeño de la producción sostenible en diferentes economías. Dependiendo del tipo de análisis, la comparación puede ayudar en la reformulación de instrumentos de financiamiento para prácticas productivas y sostenibles.

En resumen, se puede observar que los países que invierten en tecnologías sostenibles son capaces de aumentar su productividad y reducir las emisiones de GEI. Brasil, a pesar de ser un gran productor agrícola, presentó mejores indicadores de productividad. Cabe señalar que es en el sector agrícola donde existen ventanas de oportunidades para mitigar y reducir las emisiones de CO₂ equivalentes. En comparación internacional, no hay duda de que la construcción de políticas tecnológicas exitosas debe centrarse en el crecimiento de la producción por unidad de insumo.

REFERENCIAS

- ALCANTARA, I. R.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. Farming production in Brazil: innovation and land-sparing effect. **International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering**, v. 15, n. 10, p. 93-100, 2021.
- ALVAREZ, A. R.; MOTA, J. A. (Org.). **Sustentabilidade ambiental no Brasil: biodiversidade, economia e bem-estar humano**. Brasília: Ipea, 2010. 640 p.
- ASSUNÇÃO, J.; GONZALEZ-NAVARRO, M.; SZERMAN, D. **Property rights and resource extraction: evidence from deforestation in the Amazon**. [S. l.: s. n.], 2019. Preliminar version.
- BARRETO, P.; ARAÚJO, E. **O Brasil atingirá a sua meta de redução do desmatamento?** Belén: Imazon, 2012.
- BENATTI, J. H.; FISCHER, L. R. da C. New trends in land tenure and environmental regularisation laws in the Brazilian Amazon. **Regional Environmental Change**, v. 18, p. 11-19, 2018.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 102, p. 1, 28 mayo 2012.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **ENREDD+: Estratégia Nacional para Redução das Emissões Provenientes do Desmatamento e da Degradação Florestal, Conservação dos Estoques de Carbono Florestal, Manejo Sustentável de Florestas e Aumento de Estoques de Carbono Florestal**. Brasília: MMA, 2016.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Quarta comunicação nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília: MCTI, 2021. 620 p.

CEDDIA, M. G. *et al.* Governance, agricultural intensification, and land sparing in tropical South America. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 20, p. 7242-7247, 2014.

CEPAL – COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE. **Avaliação do plano de ação para prevenção e controle do desmatamento na Amazônia Legal**: PPCDAM 2007-2010. Brasília: Ipea; CEPAL, 2011.

CEPAL – COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE. **Rumo à transformação do modelo de desenvolvimento na América Latina e no Caribe**: produção, inclusão e sustentabilidade – síntese. Santiago, Chile: CEPAL, 2022.

CHAUDHARY, B.; KUMAR, V. Emerging technological frameworks for the sustainable agriculture and environmental management. **Sustainable Horizons**, v. 3, sept. 2022.

CHIAVARI, J.; LOPES, C. **Legislação florestal e de uso da terra na comparação internacional**. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2017.

CMMAD – COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 1991.

EC – EUROPEAN COMMISSION. **Evaluation study of the impact of the CAP on climate change and greenhouse gas emissions**: final report. Bruselas: EU, oct. 2019a. Disponible en: <https://data.europa.eu/doi/10.2762/54044>.

EC – EUROPEAN COMMISSION. **Communication from the commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions**: the European Green Deal. Bruselas: EU, 2019b. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52019DC0640>.

EC – EUROPEAN COMMISSION. **The common agricultural policy at a glance**: agriculture and rural development. Bruselas: EU, [2023]. Disponible en: https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-glance_en. Consulta en: oct. 2022.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Report of the FAO Council**: 94th session. Rome: FAO, 1988.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Agriculture, forestry and other land use emissions by sources and removals by sinks**: 1990-2011 analysis. Roma: FAO, 2014a. (Working Paper, n. 2).

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Impacts of foreign agricultural investment on developing countries: evidence from case studies.** Roma: FAO, 2014b. (Working Paper, n. 47).

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Data. **Faostat**, 2023. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>.

FERREIRA, M. D. P.; FÉRES, J. G. Farm size and land use efficiency in the Brazilian Amazon. **Land Use Policy**, v. 99, dic. 2020.

FISHLOW, A.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Agriculture and industry in Brazil: innovation and competitiveness.** Nueva York: Columbia University Press, 2020.

GUTH, M. *et al.* The economic sustainability of farms under common agricultural policy in the European Union countries. **Agriculture**, v. 10, n. 2, p. 1-20, 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017.** Río de Janeiro: IBGE, 2017. Disponible en: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Prodes (desmatamento).** Brasília: Inpe, 2023.

LEWIS, W. A. Economic development with unlimited supplies of labour. **The Manchester School**, v. 22, n. 2, p. 139-191, mayo 1954.

LIPSCOMB, M.; PRABAKARAN, N. Property rights and deforestation: evidence from the Terra Legal land reform in the Brazilian Amazon. **World Development**, v. 129, p. 104854, 2020.

LOPES, E. P. **Desenho da cadeia do agronegócio e análise da sua complexidade como ferramentas para assegurar arrecadação fiscal.** 2023. 226 f. Tesis (Doctorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2023.

MARTHA JUNIOR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Land-saving approaches and beef production growth in Brazil. **Agricultural Systems**, v. 110, p. 173-177, jul. 2012.

MAURANO, L. E. P.; ALMEIDA, C. A. de; MEIRA, M. B. Monitoramento do desmatamento do cerrado brasileiro por satélite: Prodes cerrado. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*, 19., 2019, Santos, São Paulo. **Anales...** Santos: Inpe, 2019.

MONTANARELLA, L.; SCHOLLES, R.; BRAINICH, A. (Ed.). **The assessment report on land degradation and restoration.** Bonn: IPBES, 2018. (Report). Disponible en: <https://www.ipbes.net/assessment-reports/ldr>.

PE'ER G. *et al.* Action needed for the EU Common Agricultural Policy to address sustainability challenges. **People and Nature**, v. 2, n. 2, p. 305-316, jun. 2020.

SRINIVAS, S.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Farms versus firms in economic development**: the assumptions and consequences of learning dynamics in agriculture and manufacturing. Brasília: Ipea, oct. 2015. (Discussion Paper, 207).

UNCC – UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE. **Process and meetings**. Bonn: UNCC, 2022a.

UNCC – UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE. **Topics**. Bonn: UNCC, 2022b.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. International agriculture productivity. **Economic Research Service**, feb. 2022. Disponível em: <https://www.ers.usda.gov/data-products/international-agricultural-productivity/>.

VIEIRA FILHO, J. E. R. A fronteira agropecuária brasileira: redistribuição produtiva, efeito poupa-terra e desafios estruturais logísticos. *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília: Ipea, 2016. p. 89-108.

VIEIRA FILHO, J. E. R. Expansão pecuária no Brasil e proposição metodológica de cálculo da produtividade em termos de sustentabilidade ambiental. *In*: ABDE – AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO. **Prêmio ABDE-BID**: coletânea de trabalhos. Rio de Janeiro: ABDE, 2017. p. 227-258.

VIEIRA FILHO, J. E. R. **Agricultura e pecuária, energia e efeito poupa-florestas**: um comparativo internacional. Brasília: Ipea, jun. 2022. (Nota Técnica Dirur, n. 30).

WORLD BANK. **World development indicators**. Washington: World Bank, 2020a.

WORLD BANK. **Country climate and development report**. Washington: World Bank, 2020b.

POLÍTICA DE REGULARIZACIÓN DE TIERRAS

Raúl Velilla Gómez¹

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho²

1 INTRODUCCIÓN

Una vasta literatura económica argumenta que los derechos de propiedad bien definidos sobre el uso de la tierra son fundamentales para crear los incentivos necesarios para el desarrollo económico (Besley y Ghatak, 2010). Dado que los incentivos para invertir dependen significativamente de las expectativas de derechos sobre los retornos potenciales de la inversión, los derechos de propiedad ofrecen seguridad y garantía sobre estos retornos. En el sector agrícola no hay excepción, los derechos de propiedad bien definidos sustentan la eficiencia en el uso de la tierra y de los recursos escasos (Besley y Ghatak, 2010). Cuando los derechos de propiedad son claros, los propietarios de tierras tienen incentivos para invertir en sus tierras, mejorar su calidad y aumentar la productividad. De hecho, la garantía de la tenencia de la tierra ha sido utilizada por los gestores públicos como un mecanismo para desarrollar el sector agrícola (Bambio y Agha, 2018).

Según el informe *Desafios da nação* del Ipea (De Negri, Araújo y Bacelette, 2018), al identificar los principales desafíos de la economía brasileña, el sector agropecuario era responsable de 1/3 del producto interno bruto (PIB), además de preservar 1/4 del territorio nacional con vegetación nativa (o el equivalente a 170 millones de hectáreas en reserva legal). Por lo tanto, una parte significativa de la preservación ambiental estaba dentro de los inmuebles y emprendimientos rurales. El estudio también informó que reglas institucionales más estables, en la garantía de la propiedad privada, contribuirían al aumento de la productividad junto con la sostenibilidad ambiental.

En Brasil, el proceso de regularización de asentamientos se ha convertido en un debate de interés de la política agraria nacional, dada la importancia del sector agropecuario en la economía del país, en la generación de empleos y en la participación de las exportaciones. No hay duda de que el agronegocio en general ha ayudado significativamente al crecimiento y desarrollo económico nacional

1. Investigador del Centro de Estudios de Economía Agrícola del Instituto de Investigación Económica Aplicada (ne²agro/Ipea). E-mail: raul.gomez@ipea.gov.br.

2. Investigador del Ipea; profesor del Programa de Posgrado en Políticas Públicas del Ipea; y columnista de economía del canal Agromais TV. E-mail: jose.vieira@ipea.gov.br.

en las últimas décadas. La participación del sector agropecuario representó cerca del 27% de la producción nacional en 2021 (Cepea y CNA, 2022). El sector fue responsable, en promedio, del 24% de la población económicamente activa (De Negri, Araújo y Bacelette, 2018). Las exportaciones del sector representaron, en promedio, cerca del 42% del total nacional, mientras que las importaciones fueron de alrededor del 8%.

Desde 2000, Brasil ha presentado avances significativos en la productividad agropecuaria. Según Gasques *et al.* (2020), la Productividad Total de los Factores (PTF) creció, anualmente, a una tasa del 2,2% entre 2006 y 2017, mostrando que hubo cambios relevantes en la adopción de nuevas tecnologías. La innovación en el campo ha aumentado incluso la productividad del trabajo. Para mantener el crecimiento, existen desafíos por superar. Las inversiones en innovación y tecnología podrían aumentar la productividad y conciliar la sostenibilidad ambiental (Fishlow y Vieira Filho, 2020; Gasques *et al.*, 2022).

Ante este escenario, la política de regularización de tierras desempeña un papel importante al reconocer jurídicamente el título de la propiedad. En particular, la regularización de tierras puede tener un impacto en el aumento de la productividad, ya que, como dueños del negocio, los productores tienden a mejorar la eficiencia en el uso de los factores productivos. La tenencia segura de la tierra brinda a los agricultores incentivos para invertir en la mejora a largo plazo de sus fincas mediante la mecanización y fertilización de los suelos, con el objetivo de cosechar los beneficios de estas inversiones sin temor a sufrir expropiación de sus tierras. Como observó Vieira Filho (2022), la intensificación tecnológica y productiva genera el “*efeito poupa-floresta*”, al tiempo que los agricultores aumentan su productividad, también preservan el medio ambiente.

Es importante destacar que este proceso enfrenta algunos riesgos, como el aumento potencial de titulación en áreas de conflicto, la expansión de la deforestación en momentos previos a la titulación, así como el incentivo a la ocupación de nuevas áreas, con miras a futuras titulaciones (Lipscomb y Prabakaran, 2020). Ante este escenario, el gran desafío que se plantea es el de diseñar mecanismos y políticas públicas eficientes que permitan un mayor control para minimizar estos problemas.

Este texto tiene como objetivo profundizar en el debate sobre la importancia y eficacia de la política de regularización de tierras en Brasil, específicamente en relación con el *Programa Titula Brasil*. En particular, se busca analizar la evolución del proceso de regularización de tierras en los últimos años. Un problema que puede ser estudiado, en caso de tener acceso a datos individualizados con el año de la titulación definitiva es: cuál es el impacto de la política de regularización de tierras sobre el desarrollo económico. Dado que no se tuvo acceso a los datos identificados con los años de las titulaciones, este estudio presenta evidencias para

el análisis de la política o intervención de la regularización de tierras y su relación con variables de producción agropecuaria.

Para ello, el capítulo está dividido en cinco secciones, incluyendo esta introducción. En la sección 2, se documentan los mecanismos por los cuales la titulación de tierras se relaciona con la productividad. En la sección 3, se discuten y analizan datos del censo agrario y de las políticas de titulación. En la sección 4, se presenta el modelo empírico para realizar un análisis de correlación y, en la sección 5, se presentan los resultados. Por último, se discuten sugerencias para la implementación de políticas públicas y desafíos a superar.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Titulación de tierras y productividad agrícola

El factor tierra es uno de los recursos fundamentales en la producción agrícola, especialmente en zonas rurales donde la agricultura es la principal fuente de ingresos y subsistencia para la mayoría de sus habitantes. A pesar de ser un factor escaso, la ineficiencia en el uso de esta es un fenómeno común y se convierte en un obstáculo para la productividad. La literatura económica destaca varios factores que pueden generar esta ineficiencia, tales como el acceso limitado a crédito, la concentración desigual de tierras (latifundios y minifundios), degradación de suelos, mercados de tierras ineficientes, falta de derechos claros de propiedad entre otros.

La falta de derechos claros de propiedad es uno de los principales factores apuntados por la literatura como generador de ineficiencia en la producción agrícola, al tiempo que seguridad en la tenencia de la tierra es un prerrequisito para incrementar la productividad agrícola (Bugri, 2008; Abdulai, Owusu y Goetz, 2011; Bambio y Agha, 2018). Los derechos de propiedad claros definen las condiciones sobre el uso de los recursos, los derechos de control y derechos para participar en mercados de transferencias.

Hay varias razones por las cuales las titulaciones de tierras interfieren en el aumento de la productividad agrícola. La seguridad y confianza que brindan los títulos de propiedad son fundamentales para atraer inversiones productivas, acceder al crédito y comercializar tierras. Cuando los agricultores tienen títulos claros y seguros, están dispuestos a invertir en mejoras a largo plazo, como la mecanización y fertilización del suelo. Además, los títulos permiten la transferencia legal de propiedades, fomentando la actividad económica y la inversión. Conjuntamente, esto puede conducir a un aumento de la productividad agrícola.

En primer lugar, con el riesgo de expropiación o pérdida de la posesión de la tierra, los agricultores cambian los incentivos para invertir. Con derechos de propiedad bien definidos, los propietarios asignan de manera más eficiente los recursos

y tienden a aumentar la inversión productiva (Besley, 1995). La seguridad en la tenencia de la tierra se asume como un prerequisite para la inversión en la tierra orientada al crecimiento agrícola (Lawry *et al.*, 2017). Estudios han demostrado que derechos de propiedad más sólidos incrementan la inversión en la tierra (Bambio y Agha, 2018).

En segundo lugar, los derechos de propiedad de la tierra son cruciales para generar mayores niveles de inversión y permitir el acceso al mercado crediticio de los agricultores, ya que la tierra sirve como garantía para la obtención de créditos bancarios. Con la seguridad de no ser expropiados y al acceder al mercado crediticio, los agricultores disponen de incentivos y recursos para invertir en innovación y tecnología, lo que permite aumentar la productividad y, en consecuencia, el valor de la producción.

Finalmente, la formalización de los derechos de propiedad puede facilitar la comercialización de tierras y aumentar la eficiencia del mercado de tierras. Al proporcionar seguridad jurídica sobre el uso y la posesión, se incrementa la confianza entre los actores involucrados en negociaciones de compra-venta, arrendamiento o transferencia de tierras, reduciendo los costos de transacción asociados. Esto ocurre porque disminuyen las incertidumbres legales y, por ende, los fallos de mercado.

3 ANÁLISIS DE DATOS Y DIAGNÓSTICO

Según el Censo Agropecuario del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE), un establecimiento agropecuario se define como (IBGE, 2019, p. 14, traducción nuestra):

toda unidad de producción/explotación dedicada, total o parcialmente, a actividades agropecuarias, forestales o acuícolas, independientemente de su tamaño, de su forma jurídica (si pertenece a un productor, a varios productores, a una empresa, a un conjunto de empresas, etc.), o de su ubicación (área urbana o rural), con el objetivo de producir, ya sea para venta (comercialización de la producción) o para subsistencia (sustento del productor o de su familia).

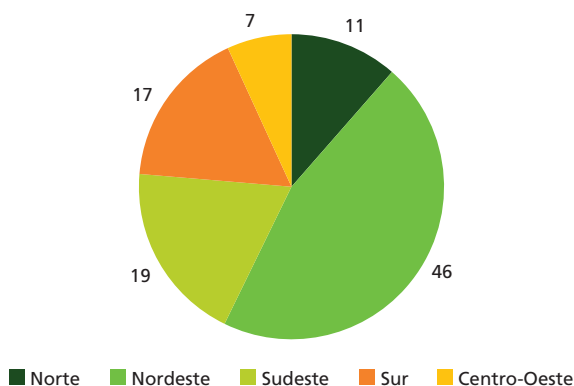
El IBGE también considera censales los huertos, fincas, puestos zootécnicos, escuelas profesionales, patronatos, reformatorios, hospitales, asilos, estaciones experimentales y hoteles-fincas, explotaciones de conventos, orfanatos, prisiones o lugares de esparcimiento, siempre que realicen algún tipo de explotación agropecuaria, forestal o acuícola, con excepción de los patios de residencia con huertas domésticas o con cría de animales domésticos.

Según el Censo Agropecuario 2017 (IBGE, 2019), hay aproximadamente 5 millones de establecimientos agropecuarios a lo largo de las regiones brasileñas. El gráfico 1 ilustra la distribución porcentual de los establecimientos entre las regiones. La mayor proporción de estos establecimientos se registra en la región Noreste, con aproximadamente el 45,8% del total nacional, siendo la mayor parte de agricultura

familiar. Sin embargo, el análisis aquí pretende enfocarse especialmente en la región Norte, al entender que es en este lugar es donde se tiene la mayor parte del bioma amazónico. Es importante destacar que la Selva Amazónica se extiende también a los estados de Mato Grosso, Maranhão y una pequeña parcela de Tocantins.

GRÁFICO 1

Distribución de los establecimientos agropecuarios – grandes regiones (En %)



Fuente: Censo Agropecuario 2017 (IBGE, 2019).
Elaboración de los autores.

La tabla 1 presenta la división del número de establecimientos según la condición legal del productor en relación con la tierra, así como la clasificación por regiones. En el Panel A se presentan los datos correspondientes al año de 2017, mientras que en el Panel B se encuentran los datos para 2006. Se evidencia una disminución de aproximadamente 100 mil establecimientos agrícolas con respecto al censo anterior (lo que equivale a una disminución de aproximadamente un 2% en el total de establecimientos agropecuarios). Esta reducción se presenta principalmente en las regiones Sur y Nordeste (152 mil y 131 mil establecimientos, respectivamente). En el resto de las regiones, el comportamiento es opuesto, con un incremento en el número de establecimientos.

En relación con la distribución de la propiedad de la tierra en el país, se evidencia un aumento en el número de propietarios en comparación con el año 2006. Brasil pasó de 3.946.411 propietarios en 2006 a 4.108.639 en 2017 (+162.228 establecimientos), lo que representa un aumento del 4,1%. Así, para 2017, aproximadamente el 81% de los establecimientos contaban con propietario, como se puede observar en el gráfico 2. En este aspecto, se destaca la región Norte con un incremento de aproximadamente 31% en el número de propietarios. Como se observa en la tabla 1, la región Norte pasó de 374 mil a 490 mil propietarios (116 mil nuevos propietarios) entre los períodos censales. En esta misma región, la participación de los propietarios

en el total de los establecimientos censados también aumentó, pasando de 78,6% en 2006 a 84,4% en 2017. Este aumento del 5,8% indica que más tierras están siendo obtenidas por propietarios directamente, si comparamos con otras formas de tenencia de tierras.

La región Centro-Oeste, también experimentó un incremento en el número de propietarios, pasando de 257.843 en 2006 para 280.057 establecimientos (22.124 nuevos establecimientos). Sin embargo, su participación porcentual en relación con el total de establecimientos disminuyó ligeramente. Esta estadística sugiere que, aunque existió un incremento en la cantidad absoluta de propietarios, la proporción de establecimientos bajo propiedad directa no creció al mismo ritmo que el total de establecimientos en la región.

En la región Nordeste, como se señaló anteriormente, aunque el número total de establecimientos agropecuarios disminuyó, se evidencia un incremento absoluto en el número de propietarios. La región pasó de 1.682.794 propietarios en 2006 para 1.793.934 en 2017, lo que representa un incremento de 6,6% en la participación del número de propietarios. Además, la proporción del número de propietarios con relación al total de establecimientos agropecuarios también experimentó un incremento, pasando de 68,57% en 2006 a 77,23% en 2017, lo que indica un aumento en la proporción de tierras controladas o gestionadas por propietarios.

Por otro lado, la región Sur experimentó una disminución en el número absoluto de propietarios (12,16%), pasó de 839.690 propietarios en 2006 para 737.613 en 2017. Sin embargo, la proporción de tierras bajo propiedad directa aumentó. En 2006 la participación de propietarios en el total de establecimientos era aproximadamente 83,45% mientras que para 2017 pasó para 86,44%.

Por último, la región Sudeste a pesar de que experimentó un ligero crecimiento en el número absoluto de propietarios (1,89%, incremento de 14.947 establecimientos), la proporción de establecimientos agropecuarios controlados por propietarios disminuyó en relación al total de establecimientos de la región, pasó de 85,89% en 2006 al 83,24% en 2017.

Al analizar en detalle los establecimientos categorizados como concesionarios o asentados en espera de titulación definitiva, Brasil pasó de 189.193 establecimientos en 2006 para 258.309 en 2017 (+69.116 establecimientos). En otras palabras, el número de asentados esperando titulación definitiva aumentó en un 36,53%. En este incremento se destacan las regiones Norte y Nordeste por sus incrementos tanto en términos absolutos como relativos. En particular, la región Nordeste pasó de 86.406 establecimientos con condición de concesionario o asentado en 2006 a 123.575 en 2017, lo que representa un incremento del 43%.

Por su parte, la región Norte los establecimientos concesionarios o asentados aumentaron en un 51,9% (de 26.720 a 40.574) entre 2006 y 2017.

TABLA 1

Número de establecimientos agropecuarios por condición jurídica del productor en relación con la tierra – Regiones (2006 y 2017)

Región	Total	Propietario(a)	Participación (%)	Concesionario(a) o asentado(a)	Participación (%)	Otros	Participación (%)
Panel A: Censo Agropecuario 2017							
Norte	580.613	490.055	84,4	40.574	7,0	49.984	8,6
Nordeste	2.322.719	1.793.934	77,2	123.575	5,3	405.210	17,4
Sudeste	969.415	806.980	83,2	29.034	3,0	133.401	13,8
Sur	853.314	737.613	86,4	25.422	3,0	90.279	10,6
Centro-Oeste	347.263	280.057	80,6	39.704	11,4	27.502	7,9
Brasil	5.073.324	4.108.639	81,0	258.309	5,1	706.376	13,9
Panel B: Censo Agropecuario 2006							
Norte	475.778	374.051	78,6	26.720	5,6	75.007	15,8
Nordeste	2.454.060	1.682.794	68,6	86.406	3,5	684.860	27,9
Sudeste	922.097	792.033	85,9	17.897	1,9	112.167	12,2
Sur	1.006.203	839.690	83,5	22.279	2,2	144.234	14,3
Centro-Oeste	317.498	257.843	81,2	35.891	11,3	23.764	7,5
Brasil	5.175.636	3.946.411	76,2	189.193	3,7	1.040.032	20,1

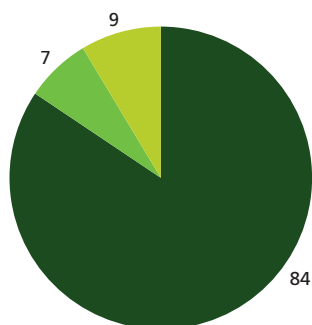
Fuentes: Censos Agropecuarios 2006 y 2017 (IBGE, 2006; 2019).

Elaboración de los autores.

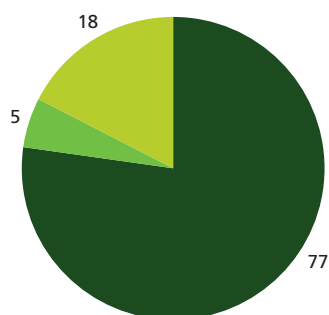
GRÁFICO 2

Distribución de establecimientos agrícolas por condición legal de la tierra
(En %)

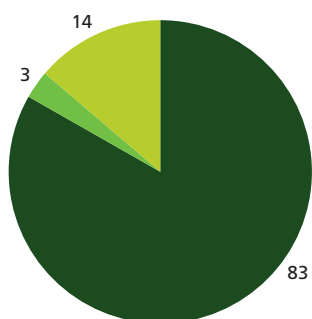
2A – Norte



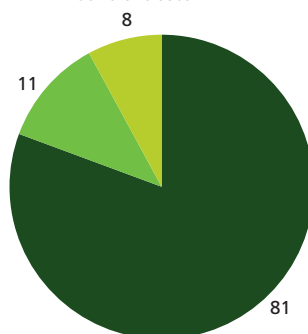
2B – Nordeste



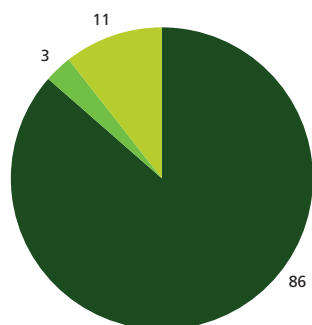
2C – Sudeste



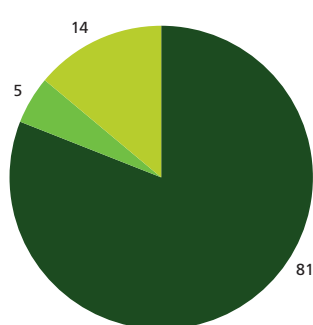
2D – Centro-Oeste



2E – Sur



2F – Brasil



■ Propietario(a) ■ Concesionario/asentado ■ Otros

Fuentes: Censo Agropecuario 2017 (IBGE, 2019).
Elaboración de los autores.

3.1 Avances en la titulación

Existen números significativos de establecimientos agropecuarios que poseen tierras en concesión o están asentados, y que están esperando la titulación definitiva. En Brasil, este número asciende a 9.427 asentamientos distribuidos en 2.167 municipios, lo que involucra aproximadamente 968.000 familias (Titula..., 2021). La información pública relacionada con el proceso de titulación de tierras en Brasil en proyectos de asentamientos, hasta ahora disponible, se encuentra desagregada a nivel de regiones, unidades federativas o superintendencias a partir de 2019. Lo gráfico 3 y la tabla 2 muestran los resultados de la titulación entre 2019 y abril de 2022. Durante este período de análisis, se emitieron 312.799 títulos. Se evidencia una tendencia creciente a partir de 2020, siendo 2021 el año que registró el mayor número de títulos emitidos (117.908 títulos).

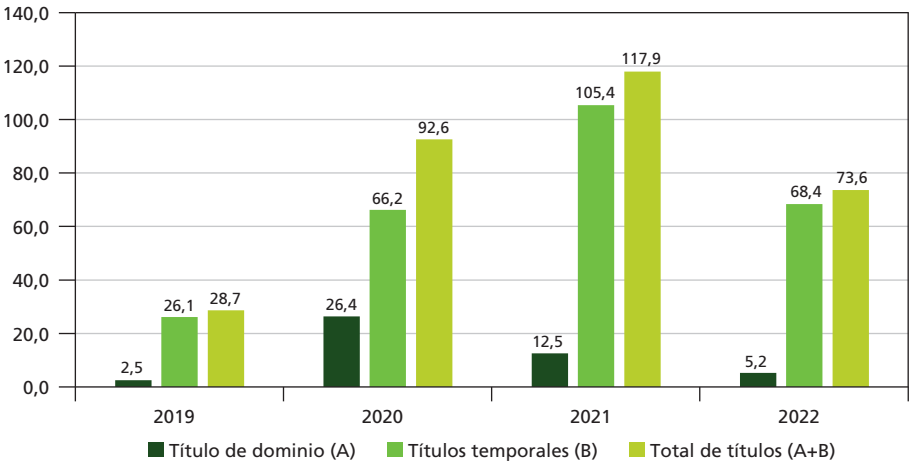
Según el Observatorio de la Agropecuaria Brasileña,³ los títulos pueden dividirse en tres tipos diferentes:

- Títulos de Dominio (TD);
- Concesión de Derecho Real de Uso (CDRU); y
- Contrato de Concesión de Uso (CCU).

La primera categoría está asociada a documentos definitivos, mientras que la segunda y tercera se consideran documentos provisionales. Durante el periodo en análisis fueron emitidos 46.575 títulos definitivos (TDs) y 266.224 títulos de carácter provisional (sumando 1.402 Concesiones de Derecho Real de Uso – CDRU; y 264.822 Contratos de Concesión de Uso – CCU), lo que corresponde al 14,89% y al 85,11% del total, respectivamente. El Título de Dominio, al ser el único de carácter definitivo posee una importancia crucial para la propiedad de la tierra del beneficiario, especialmente en programas de asignación y distribución de tierras. Sin embargo, desde el año 2020 donde se obtuvo un incremento notable de 26.355, los números han decrecido en los años posteriores (2021 y 2022). Por su parte, los títulos de Contrato de Concesión de Uso, que otorgan el derecho del uso temporal de la tierra, fueron los que tuvieron una mayor participación en el total de los títulos en todo el periodo de análisis, con un incremento considerable entre 2020 a 2021 del 58,88%, pasando de 65.845 en 2020 a 104.617 en 2021). Por último, la emisión de CDRU, aunque considerablemente mayor en los años 2020 a 2022 comparado a 2019, su participación sigue siendo baja con la emisión de 1.402 títulos en todo el periodo.

3. Disponible en: <https://observatorio.agropecuaria.inmet.gov.br/paineis/assuntosFundarios/titula?lang=pt-BR>.

GRÁFICO 3
Total de títulos emitidos en proyectos de asentamientos, por tipo de título (2019-2022)
(En 1 mil de unidades)



Fuente: Observatorio Agrícola Brasileño (2022).
Elaboración de los autores.
Nota: La información presentada proviene de la base de datos del Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agraria (Incra) con última actualización abril de 2022.

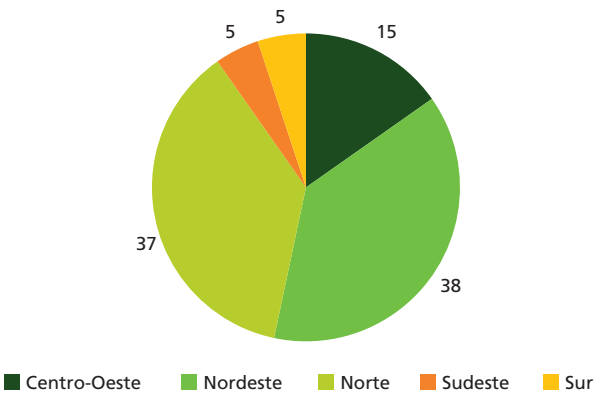
TABLA 2
Total de títulos emitidos en proyectos de asentamiento por tipo de título (2019-2022)

Tipo de título	2019	2020	2021	2022	Total período
Título de Dominio	2.532	26.355	12.496	5.192	46.575
Concesión de Derecho Real de Uso	4	397	795	206	1.402
Contrato de Concesión de Uso	26.131	65.845	104.617	68.229	264.822
Total	28.667	92.597	117.908	73.627	312.799

Fuente: Observatorio Agrícola Brasileño (2022).
Elaboración de los autores.
Notas: ¹ La información presentada proviene de la base de datos del Incra con última actualización en abril de 2022.
² Todos los documentos provisionales (CCU y CDRU) y definitivos (TD) dentro del período seleccionado.

Los resultados de los documentos emitidos en los proyectos de asentamiento se concentran en las regiones Norte y nordeste. En total, alrededor del 75% de los títulos emitidos procedían de zonas situadas en estas regiones. Lo gráfico 4 muestra esta distribución. Vale la pena mencionar que la mayoría de los proyectos de asentamiento se ubican en municipios dentro de estas regiones.

GRÁFICO 4
Participación regional en títulos emitidos en proyectos de asentamiento
(En %)



Fuente: Observatorio Agrícola Brasileiro (2022).
Elaboración de los autores.
Nota: La información presentada proviene de la base de datos del Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agraria (Incra) con última actualización abril de 2022.

La tabla 3 muestra la distribución de los títulos emitidos en proyectos de asentamientos por regiones y tipos de títulos durante los últimos cuatro años. En el Panel A se presentan los datos sobre los títulos de dominio. Se puede observar que aproximadamente 46 mil documentos de dominio fueron emitidos en Brasil durante este período, siendo la región Norte la mayor participante, representando el 50,2% (23.388 títulos), según se muestra en el gráfico 5.

En el Panel B, se encuentran los títulos de Concesión de Derecho Real de Uso, aunque es una categoría con una menor participación en el total nacional (0,44%), nuevamente la región Norte se destaca como el lugar con la mayor emisión de títulos de esta naturaleza.

En el Panel C, se muestran los documentos de Contrato de Concesión de Uso. Como se ha definido, este tipo de títulos es de carácter provisional y representa la mayor proporción, aproximadamente el 84,7% del total nacional. Al analizar la distribución a lo largo de las grandes regiones, la región Norte ocupa el primer lugar en esta clasificación con 110 mil títulos (41,6%), según se ilustra en el Panel C del gráfico 5.

En resumen, podemos destacar que durante los últimos cuatro años, alrededor del 18% de los establecimientos caracterizados en el censo como asentados en espera de titulación definitiva recibieron un título. Además, se destaca que las regiones Norte y Nordeste han sido las que han recibido la mayor cantidad de títulos en términos de TDs y CCU.

TABLA 3

Total de títulos emitidos en proyectos de asentamientos por tipo de título – grandes regiones (2019-2022)

Región	2019	2020	2021	2022	Total período
Panel A: Título de Dominio					
Centro-Oeste	307	4.874	4.291	1.501	10.973
Nordeste	1.028	2.299	4.087	1.306	8.720
Norte	1.124	18.209	2.585	1.470	23.388
Sudeste	8	363	1.049	291	1.711
Sur	65	610	484	624	1.783
Brasil	2.532	26.355	12.496	5.192	46.575
Panel B: Concesión de Derecho Real de Uso					
Centro-Oeste	0	0	6	0	6
Nordeste	0	297	13	8	318
Norte	4	100	776	198	1.078
Sudeste	0	0	0	0	0
Sur	0	0	0	0	0
Brasil	4	397	795	206	1.402
Panel C: Contrato de Concesión de Uso					
Centro-Oeste	5.840	4.287	10.938	15.646	36.711
Nordeste	11.510	30.250	36.811	31.490	110.061
Norte	3.535	25.158	45.780	16.579	91.052
Sudeste	2.407	2.290	5.832	2.384	12.913
Sur	2.839	3.860	5.256	2.130	14.085
Brasil	26.131	65.845	104.617	68.229	264.822

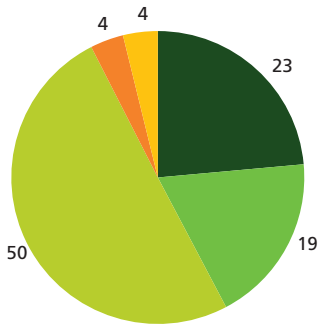
Fuente: Observatorio Agrícola Brasileño (2022).

Elaboración de los autores.

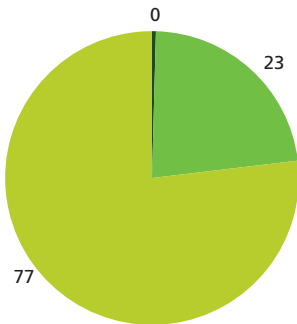
Nota: La información presentada proviene de la base de datos del Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agraria (Incra) con última actualización abril de 2022.

GRÁFICO 5
Participación regional por tipo de título en proyectos de asentamiento
(En %)

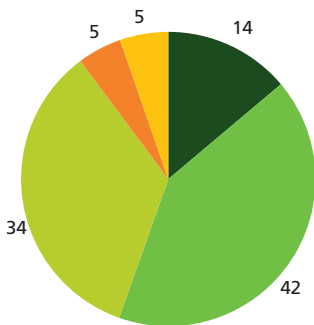
5A – Panel A: Título de Dominio



5B – Panel B: Concesión de Derecho Real de Uso



5C – Panel C: Contrato de Concesión de Uso



■ Centro-Oeste ■ Nordeste ■ Norte ■ Sudeste ■ Sur

Fuente: Observatorio Agrícola Brasileño (2022).
Elaboración de los autores.
Nota: La información presentada proviene de la base de datos del Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) con última actualización abril de 2022.

3.2 Programa Titula Brasil

El Programa Titula Brasil⁴ fue creado en diciembre de 2020, estableciendo las bases de la política de titulación en los proyectos de reforma agraria del Inkra o de tierras públicas federales susceptibles de regularización. Estas tierras pueden estar bajo dominio del Inkra o de la União⁵ (Titula..., 2021).

La tabla 4 muestra las principales estadísticas del Programa Titula Brasil. Desde la fecha de inicio del programa hasta abril de 2022, 1.126 municipios solicitaron adhesión al programa, de los cuales 680 firmaron el Acuerdo de Cooperación Técnica (ACT) entre el Inkra y el municipio (55,4% de tasa de conversión). Sin embargo, hay 372 municipios aún tienen solicitudes en análisis, lo que significa que la tasa de conversión al programa podría ser aún mayor.

Al examinar el comportamiento de las grandes regiones, se observa que la región Nordeste lideró en número de solicitudes de adhesión, con 443 municipios. De estos, 262 acordaron el Acuerdo de Cooperación Técnica, lo que resulta en una tasa de conversión del 59,1%. Las regiones Norte y Centro-Oeste también tuvieron una participación significativa, con 276 y 202 municipios, respectivamente. En cambio, las regiones Sur y Sudeste tuvieron una participación relativamente menor, representando el 12,7% y el 12,1% de las solicitudes de adhesión a nivel nacional.

TABLA 4
Estadísticas del Programa Titula Brasil

Región	Solicitudes de adhesión	ACTs firmadas	Solicitudes en análisis	Pedidos rechazados	Abandonos	Tasa de conversión (%)
Centro-Oeste	202	148	42	11	1	73,27
Nordeste	443	262	103	78	0	59,14
Norte	276	125	131	9	11	45,29
Sudeste	149	52	47	50	0	34,90
Sur	156	93	49	13	1	59,62
Brasil	1.226	680	372	161	13	55,46

Fuente: Observatorio Agrícola Brasileño (2022).
Elaboración de los autores.
Notas: ¹ La información presentada proviene de la base de datos del Inkra con última actualización en abril de 2022.
² Los valores numéricos de las primeras cinco columnas corresponden a números de municipios. La última columna, “tasa de conversión”, representa la relación entre el número de ACTs firmadas y las Solicitudes de adhesión expresado como porcentajes (ACTs Firmadas/Solicitudes de Adhesión).

4. El Programa Titula Brasil es una iniciativa del gobierno brasileño para registrar propiedades rurales en el país, con el fin de regularizar la situación de la tierra y así fomentar el desarrollo rural. El programa tiene como objetivo garantizar la propiedad de propiedades rurales a agricultores familiares, quilombolas, comunidades indígenas, entre otros, a través del registro y emisión de títulos de propiedad.
5. La União es la persona jurídica de Derecho Público que representa al Gobierno Federal de Brasil a nivel interno y a la República Federativa de Brasil (como Estado Federal) a nivel externo. En otras palabras, es una entidad federativa autónoma en contraste con los demás componentes de la República Federativa de Brasil.

4 MODELO EMPÍRICO

Esta sección se dedica a presentar la metodología utilizada en este estudio. En la siguiente subsección se presentan las fuentes de datos, así como la forma en que fueron construidas las variables. A continuación, se presenta el modelo empírico utilizado para establecer la relación entre los derechos de propiedad, medidos por el número de títulos emitidos, y la producción agrícola.

4.1 Fuente de datos y construcción de variables

4.1.1 Producción agrícola

Este estudio utiliza datos de la Encuesta de Producción Agrícola Municipal (PAM) recolectados por el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE). Esta encuesta proporciona información sobre el área sembrada, el área destinada a la cosecha, la cantidad producida, la cantidad cosechada, rendimiento y precio promedio pagado al productor en el año de referencia para 64 productos agrícolas. Entre estos 64 productos agrícolas se encuentran 31 cultivos temporales y 33 cultivos permanentes.

La PAM se realiza anualmente, lo que la hace atractiva para nuestro análisis, y contempla datos para todo Brasil, grandes regiones, Unidades Federativas, Mesoregiones, Microrregiones y Municipios. En este estudio, debido a que los datos sobre el número de títulos emitidos solamente están disponibles a nivel de Unidades Federativas, utilizamos los datos sobre producción agrícola a ese mismo nivel. Específicamente, este trabajo utiliza dos variables referentes a la producción agropecuaria: área plantada y valor de la producción.

- 1) *Área Plantada (en hectáreas)*: según la PAM se refiere a la superficie de tierra que ha sido utilizada para el cultivo de determinado producto agrícola durante el año de referencia.
- 2) *Valor de la Producción (en reales)*: según la PAM corresponde al valor monetario de la producción obtenida en el año de referencia. Esta variable se construye multiplicando la cantidad producida por el precio promedio pagado al productor en el periodo de análisis y no contempla costos de producción o transporte.

4.1.2 Total de títulos emitidos

Para identificar la relación entre la regularización de tierras y los rendimientos en la producción, este estudio utiliza el número de títulos emitidos por parte del Estado brasileño como medida de los avances en el proceso de regularización de tierras. Esta variable es procesada por el Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agraria (Incra). El Incra es una autarquía del gobierno federal de

Brasil vinculada al Ministerio de Desarrollo Agrario, que tiene como principal objetivo ejecutar la política de reforma agraria y realizar el ordenamiento fundiario en el territorio nacional. Asimismo, el Incra es la entidad encargada del proceso de regularización de tierras públicas, lo que incluye la emisión de títulos (definitivos o temporales) para garantizar la seguridad jurídica de los ciudadanos que habitan o trabajan en la tierra.

Los datos utilizados en este estudio corresponden al número de títulos emitidos por el Incra, ya sea de carácter definitivo o temporal, correspondientes a los años 2019 a 2021. Los datos fueron extraídos del *Observatório da Agropecuária Brasileira* a nivel de Unidad Federativa, ya que fue el nivel de desagregación más bajo obtenido. Además, los datos fueron agrupados, de modo que se tiene la variación a nivel de unidad federativa y a lo largo del tiempo. En particular, este estudio utiliza tres variables representativas sobre la titularización de tierras: Número de Títulos de Dominio (TD), Número de Títulos de Concesión de Derecho Real de Uso (CDRU) y Número de Títulos de Contrato de Concesión de Uso (CCU).

4.1.3 Estrategia empírica

Para verificar la relación existente entre la regularización de tierras, medida como el número de títulos emitidos, y la productividad agrícola se utiliza un Modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO).

El modelo empírico a estimar sigue la siguiente especificación:

$$\ln(y_{i,t}) = \beta \ln(\text{titulosdominio}_{i,t}) + \alpha_i + \gamma_t + Z_i + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

En la ecuación (1), $\ln(y_{i,t})$ se refiere al valor de la producción o el área plantada en la unidad federativa i en el año t . La variable independiente de interés es $\ln(\text{titulosdominio}_{i,t})$, que representa el logaritmo del número total de títulos de propiedad definitivos emitidos en la UF i en el año t . El parámetro de interés β mide el grado de relación entre la cantidad de títulos y las variables relacionadas con la producción agrícola (valor de la producción y área plantada). El modelo considera efectos fijos de UF i , que absorben cualquier factor invariable en el tiempo no observado, como características geográficas, que podrían confundir el coeficiente estimado específico de esa UF. También se incluyó el efecto fijo del año t , que permite capturar el choque agregado que afecta a todo el país, pero que puede cambiar con el tiempo. El parámetro Z_i representa un vector de características socioeconómicas de cada UF i (población y tasa de participación). Los modelos estimados utilizan errores estándar robustos ajustados por conglomerados al nivel de región para tener en cuenta cualquier correlación serial. La ecuación fue estimada mediante el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios.

4.1.4 Limitaciones del análisis

Es importante destacar que los datos utilizados en este análisis están agregados a nivel de Unidad Federativa y cubren un período corto de tiempo (2019-2022). Esto se debe a que no fue posible obtener datos sobre la titulación a nivel de propietario o a nivel de municipio y por un periodo más amplio, lo que proporcionaría una visión detallada y precisa de la relación entre los títulos de propiedad y la producción agrícola. En este sentido, los resultados proporcionados no deben interpretarse como efectos causales y si como una primera aproximación para comprender la correlación entre la emisión de títulos y la productividad agrícola. Otros factores no observados, como políticas agrícolas locales y condiciones geográficas, que no han sido capturadas por las variables utilizadas, pueden impactar el resultado.

5 RESULTADOS

La ecuación (1) permitió analizar la relación entre los títulos de dominio definitivos y diversas variables de rendimiento agrícola. Los resultados de esta estimación se encuentran en la tabla 5, donde de (1) a (3) el modelo se estimó utilizando el valor de producción como variable dependiente, mientras que en los modelos (4) a (6) se utilizó el área plantada como variable dependiente. En las columnas (1) y (4), se presentan estimaciones sin ningún control. En las columnas (2) y (5) se incorporan efectos fijos, mientras que en las columnas (3) y (6) se agregan algunos controles.

TABLA 5
Títulos de dominio: producción y área plantada como variable de resultado

	ValorProduccion (en Ln)	ValorProduccion (en Ln)	ValorProduc- cion (en Ln)	ÁreaPlantada (en Ln)	ÁreaPlantada (en Ln)	ÁreaPlantada (en Ln)
Títulos Dominio (en Ln)	0,1239227** (0,051845)	0,1921116*** (0,0587636)	0,1691033*** (0,0431084)	0,127664** (0,0528812)	0,2003949*** (0,0650782)	0,1790176*** (0,0559053)
Observaciones	81	81	81	81	81	81
R ²	0,067443	0,5099584	0,7163723	0,0687059	0,4615532	0,6530007

Elaboración de los autores.
Notas: ¹ Cada coeficiente proviene de una regresión diferente. En (1) a (3) la variable dependiente es el logaritmo del valor de la producción mientras que (4) a (6) la variable dependiente es el logaritmo del área plantada. Para todos los modelos, la variable independiente es el logaritmo del número de títulos de dominio. Los modelos (3) y (6) contienen efectos fijos y variables de control. En particular, controlamos por el logaritmo de la población y el logaritmo de la tasa de participación en el mercado laboral.
² Significancia: *** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; y * $p < 0,1$.
³ Errores estándar entre paréntesis.

Como se puede observar en la tabla 5, la variable que representa la cantidad de títulos de dominio fue estadísticamente significativa para explicar la relación con el valor de la producción y el área plantada en todos los seis modelos estimados. En resumen, los incrementos en el número de títulos de carácter definitivo emitidos están asociados con incrementos en el valor de la producción y en el área plantada. Sin embargo, estos resultados deben interpretarse con cautela, ya que no representan una relación causal, sino que muestran una fuerte correlación positiva.

Para respaldar los resultados, se estimó el mismo modelo de regresión presentado en la ecuación (1), utilizando el número total de títulos y el número de títulos temporales como variables independientes. Los resultados de este ejercicio se presentan en las tablas 6 y 7, respectivamente. En resumen, tanto el total de títulos como los títulos temporales muestran una asociación positiva y estadísticamente significativa con la producción total y el área plantada. En la tabla 7, en las columnas (3) y (6), se muestra la elasticidad del total de títulos con respecto al valor de la producción y al área plantada, respectivamente. El análisis de los coeficientes indica que, como era de esperar, un aumento del uno por ciento en el total de títulos está asociado con un aumento del 0,53 puntos porcentuales en el valor de la producción y del 0,59 puntos porcentuales en el área plantada.

TABLA 6
Total de títulos: producción y área plantada como variable de resultado

	ValorProduccion (en Ln)	ValorProduccion (en Ln)	ValorProduc- cion (en Ln)	ÁreaPlanta- da (en Ln)	ÁreaPlanta- da (en Ln)	ÁreaPlantada (en Ln)
Total de títulos (en Ln)	0,4461943*** (0,128395)	0,6325482*** (0,1251078)	0,4622616*** (0,1170124)	0,4687633*** (0,1304532)	0,6871248*** (0,1195799)	0,5233122*** (0,125738)
Observaciones	81	81	81	81	81	81
R ²	0,1409662	0,1326002	0,6051025	0,1404835	0,5783333	0,6786829

Elaboración de los autores.
Notas: ¹ Cada coeficiente es el resultado de una regresión diferente. En (1) a (3) la variable dependiente es el logaritmo del valor de la producción, mientras que (4) a (6) la variable dependiente es el logaritmo del área plantada. Para todos los modelos, la variable independiente es el logaritmo del número total de títulos. Los modelos (3) y (6) contienen efectos fijos y variables de control. En particular, controlamos por el logaritmo de la población y el logaritmo de la tasa de participación en el mercado laboral.
² Significancia: *** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; y * $p < 0,1$.
³ Errores estándar entre paréntesis.

TABLA 7
Títulos temporales: producción y área plantada como variable de resultado

	ValorProduccion (en Ln)	ValorProduccion (en Ln)	ValorProduc- cion (en Ln)	ÁreaPlantada (en Ln)	ÁreaPlantada (en Ln)	ÁreaPlantada (en Ln)
Total de títulos temporales (en Ln)	0,4735498*** (0,1315224)	0,7083444*** (0,1350541)	0,5303165*** (0,1179417)	0,4960298*** (0,133655)	0,7690251*** (0,1232691)	0,5985433*** (0,1242147)
Observaciones	81	81	81	81	81	81
R ²	0,1409662	0,6227975	0,7393459	0,1484639	0,5981004	0,6926019

Elaboración de los autores.
Notas: ¹ Cada coeficiente pertenece a una regresión diferente. En (1) hasta (3), la variable dependiente es el logaritmo del valor de la producción, mientras que en (4) hasta (6), la variable dependiente es el logaritmo del área cultivada. Para todos los modelos, la variable independiente es el logaritmo del total de títulos temporales. Los modelos (3) y (6) incluyen efectos fijos y variables de control. En particular, se controló el logaritmo de la población y el logaritmo de la tasa de participación en el mercado laboral.
² Significancia: *** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; y * $p < 0,1$.
³ Errores estándar entre paréntesis.

6 CONSIDERACIONES FINALES

La relación entre los derechos de propiedad sobre el uso de la tierra y las variables económicas en el sector rural es un tema importante y controvertido en las políticas de desarrollo agrícola. En este estudio, se analizó la política de regularización de tierras en proyectos de asentamiento en Brasil. En particular, se investigó la relación entre la política de regularización de tierras y la producción agrícola en los estados brasileños. Los principales resultados indican que esta relación es positiva y estadísticamente significativa. En resumen, se encontró que los aumentos en el número de títulos de carácter definitivo están asociados con un aumento en el valor de la producción agrícola y en la superficie cultivada. Es importante destacar que estos resultados deben interpretarse como correlaciones y no como efectos causales, ya que las limitaciones de los datos no permitieron realizar análisis de causalidad.

En la literatura nacional, hay poca evidencia sobre los impactos del Programa Titula Brasil. Dada la importancia de la regularización de tierras, esta es fundamental para garantizar la distribución de tierras a los agricultores que durante años han contribuido a la producción de alimentos y, al mismo tiempo, han ayudado a preservar el medio ambiente. Sin embargo, es necesario realizar un diagnóstico sobre la evolución y el estado del proceso de regularización de la tierra y los asentamientos a nivel desagregado, utilizando datos sobre los productores titulados o que están por recibir títulos. La información detallada ayudaría a estimar los efectos causales de la política y así este tipo de análisis podría ayudar a los organismos gubernamentales y a los actores políticos de tres formas:

- 1) Comprender la evolución y el estado de la política de regularización de tierras de manera desagregada. La desagregación de los datos proporciona una mejor visión de cómo se están distribuyendo los títulos, lo que permite tomar mejores decisiones en áreas donde pueden existir cuellos de botella.
- 2) Evaluar los efectos de la política de regularización sobre variables económicas como la producción agrícola, la productividad y la reducción de la deforestación. El análisis de estos indicadores proporcionará información concreta sobre si la política está logrando sus objetivos y contribuyendo a mejorar la vida de los productores rurales.
- 3) Contribuir, teniendo en cuenta los resultados de esta evaluación preliminar, al debate público sobre los mecanismos para mejorar la implementación del proceso de regularización de la tierra en Brasil.

Sin embargo, esto solo puede ser posible utilizando datos a nivel de productor (o asentado de la reforma agraria), información confidencial administrada por el Incra. Para ello, no hay dudas de que instituciones de investigación como el Ipea, con una reconocida capacidad en la evaluación de políticas públicas, podrían llevar a cabo este análisis a nivel desagregado. Sin lugar a dudas, la evaluación del Programa

Titular Brasil es fundamental para cualquier estrategia política en el ámbito de la producción agropecuaria y el control de la sostenibilidad ambiental, especialmente en el conjunto de asentamientos rurales en Brasil. El esfuerzo de titulación ha sido notable en los últimos años, pero esta política necesita una evaluación minuciosa técnica y económica para indicar los pasos futuros a seguir.

REFERENCIAS

- ABDULAI, A.; OWUSU, V.; GOETZ, R. Land tenure differences and investment in land improvement measures: theoretical and empirical analyses. **Journal of Development Economics**, v. 96, n. 1, p. 66-78, 2011.
- BAMBIO, Y.; AGHA, S. B. Land tenure security and investment: does strength of land right really matter in rural Burkina Faso? **World Development**, v. 111, p. 130-147, 2018.
- BESLEY, T. Property rights and investment incentives: theory and evidence from Ghana. **Journal of Political Economy**, v. 103, n. 5, p. 903-937, 1995.
- BESLEY, T.; GHATAK, M. Property rights and economic development. In: RODRIK, D.; ROSENZWEIG, M. (Ed.). **Handbook of development economics**. Oxford: Elsevier, 2010. v. 5, p. 4525-4595.
- BUGRI, J. T. The dynamics of tenure security, agricultural production and environmental degradation in Africa: evidence from stakeholders in north-east Ghana. **Land Use Policy**, v. 25 n. 2. p. 271-285, 2008.
- CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA; CNA – CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **PIB do agronegócio cresceu abaixo das projeções**. São Paulo: Cepea; CNA, 15 marzo 2022. Disponible en: https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_CNA_PIB_JAn_Dez_2021_Mar%C3%A7o2022.pdf.
- DE NEGRI, J. A. de; ARAÚJO, B. C.; BACELETTE, R. (Org.). **Desafios da nação**: artigos de apoio. Brasília: Ipea, 2018. v. 2.
- FISHLOW, A.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Agriculture and industry in Brazil**: innovation and competitiveness. Nueva York: Columbia University Press, 2020.
- GASQUES, J. G. *et al.* Crescimento e produtividade da agricultura brasileira: uma análise do Censo Agropecuário. In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil**: cem anos de censo agropecuário. Brasília: Ipea, 2020. p. 107-119.
- GASQUES, J. G. *et al.* **Produtividade total dos fatores na agricultura**: Brasil e países selecionados. Brasília: Ipea, mayo 2022. (Texto para Discussão, n. 2764).

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**: resultados preliminares. Río de Janeiro: IBGE, 2006.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**: resultados definitivos. Río de Janeiro: IBGE, 2019.

LAWRY, S. *et al.* The impact of land property rights interventions on investment and agricultural productivity in developing countries: a systematic review. **Journal of Development Effectiveness**, v. 9, n. 1, p. 61-81, 2017.

LIPSCOMB, M.; PRABAKARAN, N. Property rights and deforestation: evidence from the Terra Legal land reform in the Brazilian Amazon. **World Development**, v. 129, p. 104854, 2020.

TITULA Brasil. **Gov.br**, 8 feb. 2021. Disponible en: <https://www.gov.br/incra/pt-br/titulabrazil>.

VIEIRA FILHO, J. E. R. **Agricultura e pecuária, energia e o efeito poupa-florestas**: um comparativo internacional. Brasília: Ipea, jun. 2022. (Nota Técnica Dirur, n. 30).

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

GOLDSTEIN, M.; UDRY, C. The profits of power: land rights and agricultural investment in Ghana. **Journal of Political Economy**, v. 116, n. 6, p. 981-1022, dic. 2008.

GÓMEZ, R. V.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Regularização fundiária no Brasil**: avanços e desafios. Brasília: Ipea, feb. 2023. (Texto para Discussão, n. 2851).

CRÉDITO RURAL Y SISTEMA DE PLANTÍO DIRECTO

Tiago Santos Telles¹
José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho²

1 INTRODUCCIÓN

Promover prácticas sostenibles en la agropecuaria brasileña, ante los desafíos impuestos por los cambios climáticos, es de fundamental importancia para el desarrollo económico y la seguridad alimentaria. Para atender esta demanda y enfrentar los desafíos de lograr que la producción agropecuaria sea más sostenible, Brasil asumió en la XV Conferencia de las Partes (COP15), celebrada en Copenhague en 2009, el compromiso voluntario de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), y para ello creó el *Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas* para la Consolidación de una Economía de Bajas Emisiones de Carbono en la Agricultura, también conocido como Plano ABC (*Agricultura de Baixa Emissão de Carbono*, en adelante Plan ABC).

El Plan ABC es una política pública que comprende un conjunto de acciones destinadas a ampliar el nivel de adopción de ciertas tecnologías agropecuarias, consideradas sostenibles y con potencial para minimizar las emisiones de GEI y, así, combatir el calentamiento global. Con el Plan ABC, Brasil se comprometió a reducir hasta un 38,9% las emisiones de GEI en el período de 2010 a 2020, lo que a su vez podría generar una reducción de mil millones de toneladas de CO₂ equivalente (Mg CO₂ eq).

El Plan ABC contempla un conjunto de acciones dirigidas a la adopción de tecnologías que reduzcan las emisiones de GEI en la producción agropecuaria, tales como: el Sistema de Siembra Directa (SPD), la recuperación de pastizales degradados, la integración agricultura-ganadería-forestación (ILPF), la fijación biológica de nitrógeno (FBN), los bosques plantados y el tratamiento de desechos animales. Entre estas acciones, la dirigida a la adopción del SPD tiene una relevancia destacada para la conservación del suelo, así como para la agricultura brasileña. Uno de los instrumentos del Plan ABC, con el objetivo de incentivar la adopción de prácticas del ABC,

1. Investigador del Instituto Agronómico de Paraná (Iapar); profesor del Programa de Posgrado en Agronomía de la Universidad Estadual de Londrina (PGAGR/UEL); y consultor de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). E-mail: telles@iapar.br.

2. Investigador del Instituto de Investigación Económica Aplicada (Ipea); profesor del Programa de Posgrado en Políticas Públicas del Ipea; y columnista de economía del canal Agromais TV. E-mail: jose.vieira@ipea.gov.br.

como el SPD, es la línea de crédito rural denominada Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura (Programa ABC). El crédito rural desde la década de 1960 ha sido la principal política agropecuaria de Brasil y tiene un gran potencial para alinear las políticas agropecuarias con las de sostenibilidad. Esto se debe a que el crédito rural, para muchos agricultores, es una de las principales fuentes de recursos para invertir en la compra de maquinaria y equipos agrícolas, así como insumos, resultando esencial para la modernización de sus operaciones e intensificación de la producción.

Al alinear el crédito rural con los objetivos ambientales, se refuerza la relación entre la agricultura y la protección de los recursos naturales, justificando, desde el punto de vista económico, la asignación de recursos públicos al sector agropecuario. En las negociaciones de acuerdos comerciales internacionales, este ya constituye una cuestión prioritaria, que afecta directamente a las exportaciones brasileñas. Ante los desafíos del cambio climático y con el objetivo de reducir las emisiones de GEI, así como atender la necesidad de intensificar y potenciar la productividad de los cultivos, con el Plan ABC se buscó difundir el SPD en Brasil. De esta forma, se hace necesario evaluar la efectividad de las políticas brasileñas de crédito rural, como el Programa ABC y, específicamente, el Subprograma SPD, en Brasil. Además, es relevante analizar el progreso reciente y los desafíos en la adopción de prácticas sostenibles en la producción agropecuaria del país, como el SPD.

En este contexto, el objetivo del presente estudio fue verificar el impacto del crédito rural en el nivel de adopción del SPD en Brasil. En este sentido, contribuir con la literatura sobre la evaluación de políticas públicas orientadas a la producción agrícola sostenible, especialmente aquellas alineadas con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

2 REVISIÓN DE LA LITERATURA

La sostenibilidad depende no solo de la conservación de los recursos naturales, sino también de ganancias en términos de rentabilidad para el productor rural. La degradación de los suelos agrícolas es un problema ambiental, económico y social, reconocido como una amenaza para la seguridad alimentaria y un obstáculo para la sostenibilidad (Bindraban *et al.*, 2012; Meyfroidt, 2018). La degradación del suelo implica un deterioro en la calidad de sus atributos físicos, químicos, biológicos y ecológicos (Lal, 2015; Didoné *et al.*, 2019), pérdida de materia orgánica y biodiversidad, procesos de erosión y compactación del suelo, y limitaciones en sus funciones y servicios ecosistémicos.

A principios de la década de 1970, se difundieron en Brasil prácticas conservacionistas para controlar y revertir problemas derivados de la erosión y degradación del suelo, entre ellas el plantío directo – PD (Derpsch, 1972; Telles *et al.*, 2013).

El PD surgió como una alternativa al sistema convencional de preparación del suelo, que implicaba arar y rastrillar, dejando el suelo expuesto y vulnerable a la erosión (Muzilli, 1983), lo que además de perjudicar la calidad del suelo, comprometía la productividad de los cultivos. El PD es una técnica en la que la siembra se realiza sobre la paja del cultivo anterior, con la ayuda de equipos específicos que hacen una abertura en el suelo solo para depositar la semilla, es decir, la movilización del suelo para la siembra se limita a las líneas o hoyos de siembra. El PD se utiliza ampliamente en la agricultura brasileña, especialmente en las regiones Sur, Sudeste y Centro-Oeste, donde las condiciones climáticas son más favorables para el cultivo de granos (Fuentes-Llanillo *et al.*, 2022). Aún en la década de 1970, el PD evolucionó hacia el Sistema Plantio Direto (SPD). El concepto de SPD fue desarrollado por el Iapar,³ que propuso un nuevo enfoque en el manejo de los cultivos, basado en tres pilares que deben ser atendidos simultáneamente: no revolvimiento del suelo (PD restringido a líneas o hoyos de siembra), rotación de cultivos y cobertura permanente (viva o muerta) del suelo (Fuentes-Llanillo *et al.*, 2021; 2022). De esta manera, es importante tener en cuenta que el PD es una técnica contenida en el SPD. El SPD aporta un enfoque más completo, ya que además de proteger el suelo contra la erosión, tiene en cuenta diversos aspectos del cultivo, como la rotación de cultivos, el uso de abonos verdes, el aumento de la fertilidad del suelo y la productividad de los cultivos. Por ello, aunque el PD represente un avance respecto al manejo convencional (con arado y rastrillado previo a la siembra), dadas las condiciones edafoclimáticas de la mayor parte de Brasil, resulta insuficiente para evitar la erosión y degradación de los suelos agrícolas y garantizar la conservación del suelo y del agua (Silva y Maria, 2011; Minella *et al.*, 2017; Deuschle *et al.*, 2019). Cabe destacar que el SPD es de gran importancia para la sostenibilidad de la agricultura, tanto que la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) utilizó sus pilares para establecer el concepto de Agricultura Conservacionista – AC (Kassam *et al.*, 2009; Kassam, Friedrich y Derpsch, 2018).

Con la intensificación de la agricultura, la adopción del SPD se volvió aún más prominente. Uno de los criterios de decisión para la adopción o no de prácticas de manejo con miras a la conservación del suelo y el agua radica en la perspectiva socioeconómica, teniendo en cuenta los análisis de costo-beneficio. Sin embargo, hay pocos estudios sobre los beneficios económicos de la conservación del suelo y el agua, y a pesar de la consolidación de las técnicas de conservación del suelo y el agua en la agricultura brasileña, como el PD y el SPD, hay escasez de información sobre las formas de manejo y prácticas de conservación adoptadas por los agricultores brasileños, lo que debería reflejar una gran heterogeneidad en la forma en que se llevan a cabo.

3. El 31 de diciembre de 2019, con la Ley nº 20.121, el entonces Iapar incorporó el Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural, el Centro Paranaense de Referência em Agroecologia y la Companhia de Desenvolvimento Agropecuário do Paraná, convirtiéndose en el Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – Iapar-Emater.

Además, el uso de la tierra y el manejo del suelo pueden resultar en efectos negativos o positivos en lo que respecta a la emisión de GEI a la atmósfera y la sostenibilidad de la producción. En las regiones tropicales y subtropicales de Brasil, la reducción de la materia orgánica del suelo puede tener un impacto negativo en la calidad de los atributos químicos, físicos y biológicos del suelo, así como en la producción agrícola (Sá *et al.*, 2017). El SPD, por otro lado, promueve una mejor estructuración del suelo, mayor protección física de la materia orgánica del suelo, así como una descomposición lenta y gradual de los residuos orgánicos, lo que le confiere la capacidad de aumentar los depósitos de carbono en el suelo y de reducir la emisión de gases a la atmósfera, especialmente CO₂, lo que resulta en la acumulación de carbono en el suelo (Paustian *et al.*, 2000). Por lo tanto, con la adopción del SPD y, consecuentemente, con la conservación del suelo y el agua, se espera un aumento en la productividad, una disminución en los riesgos de pérdidas de cultivos debido a sequías y lluvias intensas, y una oportunidad de mercado debido a la captura de carbono de la atmósfera hacia el suelo y a las múltiples externalidades económicas y ambientales positivas que proporciona. Así, la adopción del SPD es de gran importancia en la mitigación de las emisiones de GEI y en el desarrollo de una agricultura sostenible y rentable. Ante lo expuesto, se evidencia la importancia de analizar la adopción del SPD por parte de los productores rurales de Brasil, así como el impacto del crédito rural en este proceso.

3 MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Plantío directo y sistema de plantío directo

Para analizar la evolución y los cambios en la adopción de prácticas de conservación de suelo y agua por parte de los productores rurales en Brasil, se utilizaron datos, por microrregiones, obtenidos a partir de las tabulaciones especiales de los censos agropecuarios de 2006 y 2017, realizados por el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE).⁴ Se utilizó información sobre el número y área de los establecimientos agropecuarios con cultivos que utilizaron PD y SPD.

Las prácticas de conservación de suelo y agua consideradas en el estudio están definidas en el Censo Agropecuario, y la información sobre el PD y SPD se refiere solo a las áreas de cultivos temporales (CTs), donde se lleva a cabo la preparación del suelo para cultivos de corta duración (generalmente menos de un año, con excepción de cultivos como la caña de azúcar y la yuca), que generalmente requieren un nuevo plantío después de cada cosecha. Para obtener indicadores sobre el SPD, se consideró la información de los establecimientos agropecuarios que adoptaban en

4. Cabe señalar que las tabulaciones especiales se elaboran con base en micro-datos del censo, los cuales no son de libre acceso. Así, los datos fueron obtenidos de la Coordinación Operativa del Censo Agropecuario, a través de un convenio de cooperación técnica (Término de Compromiso NUP 0000003.00000313/2018-81, publicado en el *Diário Oficial da União* el 9 de diciembre de 2018, apartado 3).

sus cultivos, de manera concomitante, el PD y la rotación de cultivos. Para el análisis de los datos, se presentó el área de PD en cultivos y su proporción con respecto al área total de cultivos, así como se calcularon las tasas de variación entre 2006 y 2017.

3.2 PROGRAMA ABC

Para evaluar posibles impactos del Programa ABC en la adopción del SPD, se adoptó un modelo de diferencias en diferencias generalizado. Las premisas y la lógica del modelo tradicional de diferencias en diferencias, con apenas dos períodos y dos grupos (Card y Krueger, 1994), pueden expandirse fácilmente para adaptarse a una variedad mayor de situaciones, como un mayor número de períodos de tiempo y un mayor número de tratamientos, incluidas variables de tratamiento continuo (Lechner, 2011). A estos modelos se les denomina modelos de diferencias en diferencias generalizados (Wing, Simon y Bello-Gomez, 2018). Gracias a su flexibilidad, estos modelos se han utilizado con frecuencia como herramienta de inferencia causal en diversas áreas de políticas públicas, incluidas las ambientales (Xiong *et al.*, 2023; Liu, Wen y Ding, 2023; Ruggiero *et al.*, 2022; Song, Zhang y Yang, 2020).

Específicamente, se estimó el siguiente modelo:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 T_{it} + \beta_2 X_{it} + \lambda_t + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

En la ecuación (1), la variable dependiente Y_{it} se refiere al porcentaje del área dedicada al SPD en relación con el área total de cultivos en la i -ésima microrregión en 2006 ($t = 0$, último año anterior al inicio del Programa ABC con información disponible sobre la adopción de agricultura conservacionista en Brasil) y en 2017 ($t = 1$, año posterior al inicio del Programa). La variable independiente T_{it} es una variable de tratamiento continua, siendo $T_{i0} = 0$ para todas las microrregiones en el primer período y T_{i1} igual al valor del crédito agrícola recibido a través del Subprograma SPD del Programa ABC por la i -ésima microrregión hasta la cosecha 2016-2017, en dólares⁵ por hectárea de cultivo plantado. El vector X_{it} se refiere a las variables de control, compuesto por las siguientes características sociodemográficas de los productores rurales en las microrregiones: porcentaje de productores hombres (Hombre), porcentaje de productores menores de 45 años (Menos_45), porcentaje de productores con educación secundaria completa (Educación_Promedia), porcentaje de productores propietarios de tierras (Propietario), porcentaje de productores asociados a cooperativas y/o a entidades de clase (Cooperativa) y porcentaje de productores que reciben orientación técnica (Orientación).

5. Los valores monetarios fueron deflactados y corregidos por el IPCA para diciembre de 2022, y convertidos a dólares al tipo de cambio vigente en diciembre de 2022 (1 BRL = 5,2177 USD).

El parámetro β_0 representa la ordenada al origen de la recta estimada, β_1 es el parámetro de interés de la investigación y mide los impactos que un dólar por hectárea de cultivo plantado, transferido a través de ABC-SPD, tiene sobre la expansión del SPD en las microrregiones brasileñas que recibieron los pagos. El parámetro λ_i captura los efectos fijos en el tiempo y μ_i captura los efectos fijos no observables de las microrregiones. Por último, ε_{it} representa el término de error aleatorio. Se estimó un panel balanceado con datos de las 558 microrregiones brasileñas.

El grupo de tratamiento de la investigación está compuesto por microrregiones que no recibieron ningún desembolso de crédito agrícola en el marco del Subprograma SPD del Programa ABC, mientras que el grupo de control está compuesto por microrregiones que recibieron al menos un desembolso a través de dicho subprograma. Dado que los datos sobre la adopción de la agricultura conservacionista después del inicio del Programa ABC contemplan apenas el año 2017, se considera como variable de tratamiento el valor total acumulado por la microrregión en pagos desde el inicio del programa hasta el año-cosecha 2016-2017.

A pesar de que el primer período de análisis es el año 2006, es decir, antes de la implementación del programa ABC, no se espera que los municipios que recibieron crédito a través del subprograma SPD pudieran, de alguna manera, adoptar la agricultura conservacionista más rápidamente que los municipios que no lo hicieron antes de que el programa comenzara. Con respecto a la adopción de prácticas de conservación del suelo y agua, la única razón que llevaría a una mayor adopción de la agricultura conservacionista entre 2006 y 2017 serían los incentivos. En este sentido, se destaca el caso del crédito agrícola con tasas de interés más bajas, como en el caso del Programa ABC, que puede considerarse uno de los pocos instrumentos que pueden promover la expansión de la adopción del SPD en Brasil.

Los datos del modelo referentes al área de cultivo y del SPD provienen de tabulaciones especiales de los censos agropecuarios de 2006 y 2017, proporcionados por el IBGE. Se consideró al SPD como la adopción simultánea de PD y rotación de cultivos. Los valores de crédito agrícola otorgados a las microrregiones fueron recopilados de la Matriz de Datos de Crédito Rural (MDCR), publicada por el Banco Central de Brasil.⁶ Por último, las variables de control descritas anteriormente fueron obtenidas de los censos agropecuarios de 2006 y 2017.

Una limitación importante del modelo propuesto se refiere a la confiabilidad de los datos del crédito agrícola recopilados, ya que en la MDCR solo se proporcionan los valores del Programa ABC a partir de la cosecha 2012-2013, posterior al inicio del Programa. Además, hasta la cosecha 2014-2015, la mayoría de los pagos del Programa no estaban adecuadamente desagregados entre sus subprogramas,

6. Disponible en: <https://www.bcb.gov.br>. Consulta en: 27 agosto 2022.

por lo que los pagos relativos al SPD no pudieron identificarse correctamente. La consecuencia de este problema es una probable sobreestimación de los impactos calculados, ya que el valor total del crédito del subprograma SPD es potencialmente mayor que el medido en la investigación.

De esta forma, los resultados encontrados deben considerarse como una estimación aproximada, en lugar de un resultado medio preciso. Es importante destacar que se intentó contactar con el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento, a través de la Ley de Acceso a la Información, solicitando la disponibilidad correcta de la información desagregada; sin embargo, este intento resultó infructuoso.

4 RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Niveles de adopción del Plantío Directo y Sistema de Plantío Directo

En el año 2006, el PD se utilizaba en el 40,1% del área y en el 16,2% de los establecimientos agropecuarios con cultivos temporales en Brasil. En 2017, el PD pasó a utilizarse en el 57,0% del área y en el 17,4% de los establecimientos agropecuarios con cultivos temporales del país (tabla 1). Entre 2006 y 2017, se produjo un aumento del 77,5% en el área de cultivos temporales con PD, pasando de aproximadamente 18 millones de hectáreas a cerca de 32 millones de hectáreas. Asimismo, el número de establecimientos agropecuarios con cultivos temporales que adoptaron el PD aumentó en 1,26%, pasando de 506 mil a un poco más de 513 mil durante el mismo periodo.

Sin embargo, las proporciones en cuanto al área y al número de establecimientos agropecuarios con cultivos temporales en Brasil que adoptaron el SPD son mucho menores. En 2006, el SPD se adoptó en solo el 3,3% del área y en el 4,3% de los establecimientos agropecuarios con cultivos temporales en el país. En 2017, la adopción alcanzó el 7,1% del área y el 6,1% de los establecimientos agropecuarios con cultivos temporales en Brasil (tabla 1). La adopción del SPD, entre 2006 y 2017, mostraron un crecimiento de cerca del 167% en el área, al pasar de aproximadamente 1,5 millones de hectáreas a cerca de 4 millones de hectáreas; y un aumento del 44% en el número de establecimientos agropecuarios con cultivos temporales, al pasar de 135 mil a 194 mil. A pesar de que el nivel de adopción del SPD sigue siendo bajo en Brasil, hubo un aumento importante en cuanto al área y al número de establecimientos agropecuarios con cultivos temporales que utilizan este paquete tecnológico.

El aumento en los niveles de adopción del PD y el SPD en términos de área y número de establecimientos agropecuarios con cultivos temporales se verifica, aunque de manera bastante heterogénea, en todas las regiones de Brasil. La región Sur tiene las tasas de adopción más altas de PD y SPD en Brasil, tanto en términos

de área como de número de establecimientos agropecuarios con cultivos temporales. En el año 2017, el PD se utilizaba en aproximadamente el 76,2% del área y en el 57,8% de los establecimientos agropecuarios con cultivos temporales. Por otro lado, el SPD se adoptaba en el 21,9% del área y en el 29,3% de los establecimientos agropecuarios con cultivos temporales (tabla 1).

En las demás regiones de Brasil, hay menos área y menor número de establecimientos agropecuarios con PD y SPD. En la región Norte, por ejemplo, en 2017 el PD se utilizaba en aproximadamente el 36,8% del área y en el 10,7% de los establecimientos agropecuarios con cultivos temporales; mientras que el SPD se adoptaba en el 1% del área y en el 1,3% de los establecimientos agropecuarios.

En relación con las Unidades de la Federación, en 2006, entre las que presentaron los mayores niveles de adopción de PD, vale la pena destacar Paraná, Rio Grande do Sul y Mato Grosso do Sul. En 2017, se destacan Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina y Tocantins. Con respecto al SPD, tanto en 2006 como en 2017, se destacan Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina y el Distrito Federal. Se observa que todos los estados de la Región Sur de Brasil son relativamente más intensivos en la práctica del plantío directo.

TABLA 1

Área y número de establecimientos agrícolas con CTs, porcentaje de área y número de establecimientos agrícolas con PD y SPD con relación a LT – Brasil (2006 y 2017)

Lugar	2006						2017					
	CT		PD/CT (%)		SPD/CT (%)		CT		PD/CT (%)		SPD/CT (%)	
	Área	N. Est.	Área	N. Est.	Área	N. Est.	Área	N. Est.	Área	N. Est.	Área	N. Est.
Brasil	44.609.043	3.127.358	40,10	16,20	3,30	4,30	55.642.059	3.179.423	57,00	17,40	7,10	6,10
Norte	1.987.682	201.848	11,10	10,10	0,20	0,40	2.547.708	270.409	36,80	10,70	1,00	1,30
Rondônia	167.067	23.071	25,10	14,50	0,40	0,80	324.355	12.978	56,00	19,50	1,40	0,50
Acre	78.348	17.169	7,50	15,90	0,00	0,40	56.858	25.983	8,70	8,00	0,00	2,30
Amazonas	483.055	37.494	2,10	4,10	0,00	0,00	118.219	61.940	8,00	6,50	0,00	0,70
Roraima	59.110	3.689	13,00	12,70	0,20	0,40	71.609	10.016	33,20	13,40	0,70	2,90
Pará	734.078	101.405	6,50	10,30	0,10	0,30	889.790	130.100	21,20	12,30	0,50	1,60
Amapá	20.548	1.719	1,20	4,00	0,00	0,50	43.406	5.772	6,00	11,10	0,00	1,10
Tocantins	445.476	17.301	24,10	10,40	0,40	0,50	1.043.471	23.620	50,30	9,80	2,50	1,00
Nordeste	10.102.757	1.640.638	11,60	5,00	0,80	0,30	8.773.634	1.706.203	36,50	3,60	3,50	0,60
Maranhão	2.003.359	175.115	14,90	9,30	1,30	0,30	1.245.676	158.133	85,00	10,60	4,00	1,20
Piauí	1.016.058	188.002	10,70	6,20	0,40	0,40	1.413.162	190.908	45,70	0,40	6,20	0,20
Ceará	1.133.413	282.758	5,70	5,80	0,00	0,30	650.840	309.455	9,50	4,20	0,10	0,40
Rio Grande do Norte	359.490	56.822	0,80	1,50	0,00	0,20	259.834	52.508	0,90	2,00	0,00	0,50
Paraíba	449.464	127.967	2,00	3,50	0,00	0,30	398.910	133.370	1,20	3,60	0,10	1,00
Pernambuco	1.272.984	217.984	2,60	3,80	0,10	0,40	682.513	211.445	1,90	6,20	0,10	1,20
Alagoas	739.826	87.411	2,20	4,20	0,20	0,30	459.391	78.102	2,60	2,70	0,40	0,80
Sergipe	143.412	53.683	1,30	2,40	0,00	0,20	256.592	64.545	2,50	1,70	0,10	0,30
Bahia	2.984.751	450.896	21,30	4,30	1,20	0,30	3.406.716	507.737	40,90	1,70	4,70	0,30

(Continúa)

(Continuación)

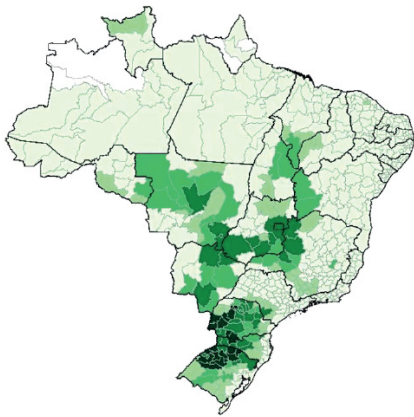
Lugar	2006						2017					
	CT		PD/CT (%)		SPD/CT (%)		CT		PD/CT (%)		SPD/CT (%)	
	Área	N. Est.	Área	N. Est.	Área	N. Est.	Área	N. Est.	Área	N. Est.	Área	N. Est.
Sudeste	8.219.242	421.149	17,10	7,80	1,50	1,00	11.155.018	452.225	23,80	14,00	3,80	2,30
Minas Gerais	2.827.672	284.152	32,80	8,30	1,60	1,00	4.015.732	314.981	42,80	14,10	3,80	2,20
Espirito Santo	160.804	26.166	2,00	4,50	0,00	0,40	150.538	30.387	3,60	10,60	0,10	0,70
Rio de Janeiro	193.538	24.795	1,80	1,90	0,00	0,30	128.619	32.248	4,10	8,00	0,10	1,00
São Paulo	5.037.228	86.036	9,10	8,70	1,70	1,50	6.860.129	74.609	13,50	17,90	5,00	4,10
Sul	13.261.743	763.476	64,10	46,60	13,10	19,70	15.065.902	641.762	76,20	57,80	21,90	29,30
Paraná	5.414.528	258.052	68,10	49,60	14,60	18,10	6.087.812	220.132	78,90	59,80	27,70	31,70
Santa Catarina	1.448.685	148.450	52,10	44,60	6,90	14,90	1.356.024	131.499	68,90	56,30	11,70	24,00
Rio Grande do Sul	6.398.530	356.974	63,30	45,10	13,80	23,10	7.622.066	290.131	75,40	57,00	21,00	30,00
Centro-Oeste	11.037.619	100.247	59,10	16,10	3,70	2,30	18.099.797	108.824	74,30	26,50	9,10	4,00
Mato Grosso do Sul	1.989.663	21.643	63,00	23,60	2,50	4,00	3.591.388	24.943	64,50	29,10	4,40	4,20
Mato Grosso	5.820.812	31.303	56,10	16,00	4,00	2,00	9.757.280	30.911	82,40	30,00	12,50	4,70
Goiás	3.139.741	44.196	61,00	12,50	4,30	1,60	4.651.568	48.829	65,00	24,10	7,10	3,20
Distrito Federal	87.403	3.105	76,90	17,20	24,20	9,20	99.561	4.141	69,80	13,30	26,60	8,00

Fuentes: IBGE (2006; 2017).
Elaboración de los autores.

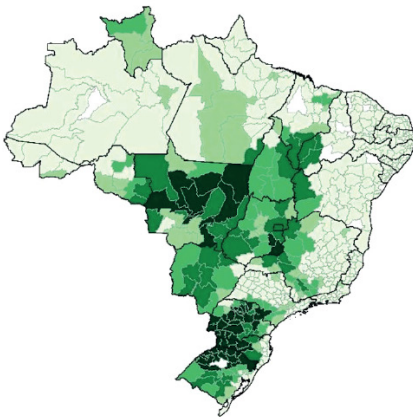
Al analizar los niveles de adopción de PD por microrregión, se observa que, en 2006, las que tenían mayor proporción de área eran Não-Me-Toque, Ijuí y Carazinho (mapa 1A); y, en 2017, los de Pindaré en Maranhão, Ibiapaba en Ceará y Não-Me-Toque (mapa 1B). Las microrregiones que presentaron las áreas con mayor nivel de adopción del SPD, tanto en 2006 como en 2017, fueron Não-Me-Toque, Carazinho, Cruz Alta y Ijuí (mapas 1C y 1D).

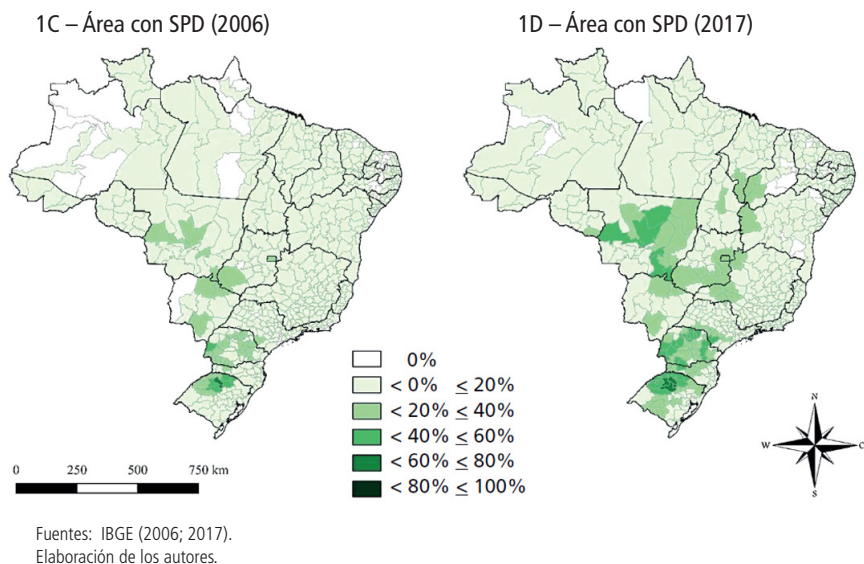
MAPA 1
Proporción de área con PD y SPD, por microrregiones – Brasil (2006 y 2017)

1A – Área con PD (2006)



1B – Área con PD (2017)

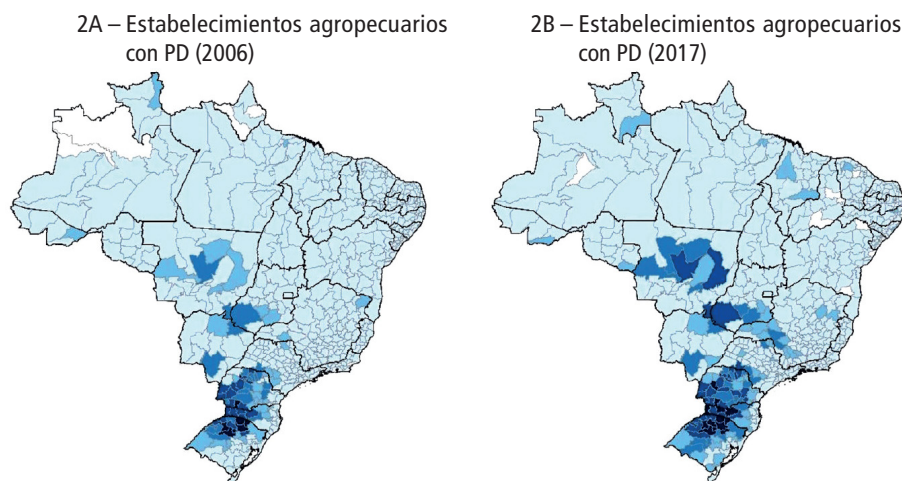


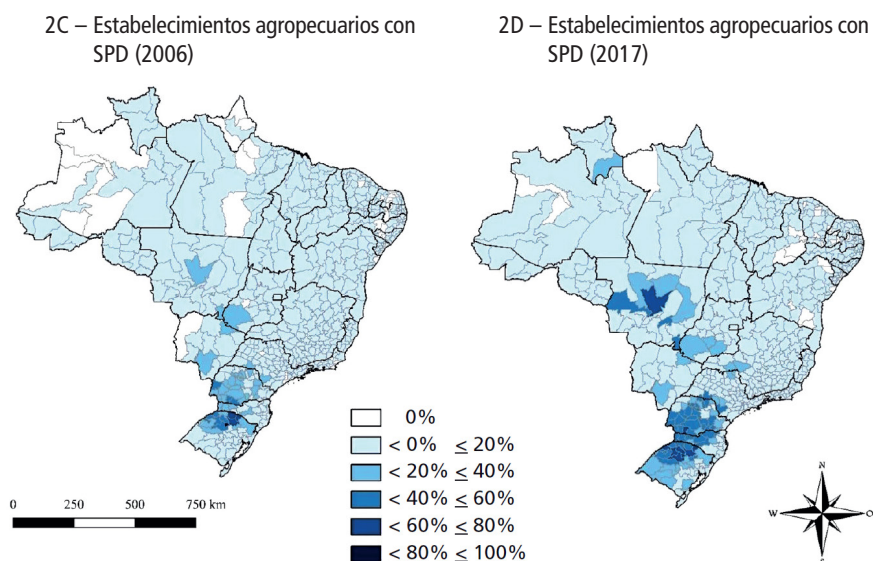


Las microrregiones con mayor proporción de PD en establecimientos agrícolas con cultivos temporales, tanto en 2006 como en 2017, fueron Náo-Me-Toque, Passo Fundo, Sananduva y Erechim (mapas 2A y 2B). La mayor proporción de SPD en establecimientos agrícolas con cultivos temporales, en 2006, se observó en las microrregiones de Náo-Me-Toque, Sananduva y Erechim (mapa 2C); y, en 2017, en Pato Branco, Sananduva, Náo-Me-Toque, Alto Teles Pires y Santa Rosa (mapa 2D).

MAPA 2

Proporción de establecimientos agrícolas con PD y SPD, por microrregiones – Brasil (2006 y 2017)





Fuentes: IBGE (2006; 2017).
 Elaboración de los autores.

En Brasil, se observó un aumento en los niveles de adopción tanto del Plantío Directo (PD) como del Sistema de Plantío Directo (SPD), con las proporciones de área y de establecimientos agropecuarios que utilizan estas prácticas concentradas principalmente en la región Sur del país, especialmente en el estado de Paraná (tabla 1). Los resultados también indican que si bien una gran parte de los productores ya había adoptado el Plantío Directo, no habían adoptado el Sistema de Plantío Directo. Sin embargo, a pesar de que el PD es una práctica conservacionista, no es suficiente para garantizar la adecuada conservación del suelo y del agua (Silva y Maria, 2011; Minella *et al.*, 2017), lo que confirma la necesidad de esfuerzos para difundir y ampliar la adopción de prácticas conservacionistas en el país.

4.2 Programa ABC y Subprograma de Sistema de Siembra Directa

Al analizar el monto del crédito rural y la proporción destinada de recursos al Programa ABC se observa que en los años agrícolas 2015-2016 y 2016-2017 el recurso destinado al plantío directo no superó el 1%. Al considerar el número de contratos firmados en el marco del Programa ABC en relación con el número total de contratos de crédito rural, también se puede observar un porcentaje muy bajo (tabla 2). Por ejemplo, en el año agrícola 2015-2016, se movilizaron poco más de US\$ 34,3 mil millones y al Programa ABC se le asignó cerca del 1% de ese valor, aproximadamente US\$ 332,5 millones. En cuanto a los valores destinados al Sub-

programa de SPD, alineado con el desarrollo sostenible del sector agrícola, fueron alrededor de US\$ 94,2 millones, una cantidad diminuta en comparación con el monto total del crédito rural. Para la cosecha 2016/2017, la situación fue similar: la cantidad destinada al crédito rural fue de casi US\$ 41 mil millones, con el valor asignado al Programa ABC equivalente al 0,7% de ese monto, cerca de US\$ 290 millones, y aproximadamente US\$ 72,5 millones para el Subprograma vinculado al SPD. Se observa que los recursos destinados al Programa ABC y, en particular, al Subprograma de SPD, todavía se encuentran por debajo de lo esperado para la consolidación y efectividad de una política pública que tiene como objetivo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y promover el desarrollo sostenible del sector agrícola brasileño.

TABLA 2
Valores y número total de contratos de CR, del Programa ABC y del Subprograma Sistema de Plantío Directo, porcentaje de valores y número de contratos del Programa ABC en relación al crédito rural, y porcentaje de los valores y número de contratos del Subprograma SPD en relación con el Programa ABC, en los años agrícolas 2015-2016 y 2016-2017

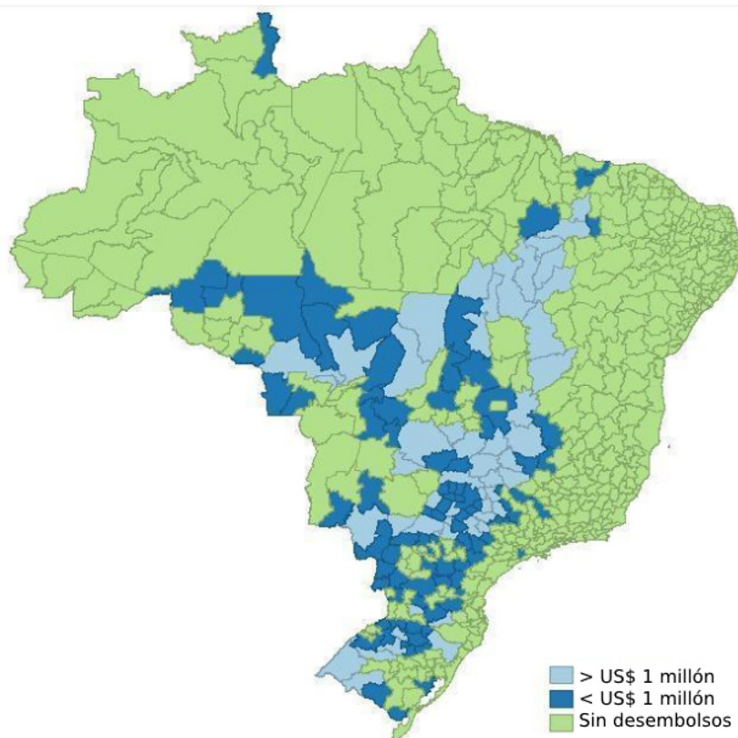
Año agrícola	Valor (US\$ millones)			Número de contratos			Relación (%)			
	CR	Programa ABC	Subprograma SPD	CR	Progr. ABC	Subprogr. SPD	ABC/CR (valor)	ABC/CR (contratos)	SPD/ABC (valor)	SPD/ABC (contratos)
2015-2016	34.254,5	332,5	94,2	1.705.497	3.486	653	0,97	0,2	28,32	18,73
2016-2017	40.981,3	290,0	72,5	2.088.253	2.942	544	0,71	0,14	24,98	18,49

Fuente: BCB (2022).
Elaboración de los autores.
Nota: CR – crédito rural.

Dentro del Programa ABC, la distribución de los créditos otorgados al Subprograma de SPD, en el acumulado de los años agrícolas de 2015-2016 a 2016-2017, por microrregiones de Brasil, se muestra en la figura 1. Al desglosar el crédito del Subprograma SPD por microrregiones, se observa que estos desembolsos no fueron homogéneos en el territorio nacional (figura 1). En total, apenas 404 municipios, concentrados en 143 microrregiones, recibieron algún financiamiento del Subprograma SPD, siendo que el municipio de Formosa do Rio Preto, ubicado en el estado de Bahía, recibió, de manera individual, US\$ 4,3 millones en 46 desembolsos. Incluyendo este municipio, la microrregión de Barreiras, en Bahía, fue beneficiada con 99 contratos, que totalizaron casi US\$ 15,5 millones. Como se puede observar, en algunos estados como Amazonas, Pernambuco y Río de Janeiro, no hubo ningún desembolso.

FIGURA 1

Distribución de las transferencias de crédito rural otorgadas al Subprograma SPD – Programa ABC, por microrregiones de Brasil, en los años agrícolas 2015-2016 y 2016-2017



Fuente: BCB (2022).
Elaboración de los autores.

Los resultados del modelo propuesto – ecuación (1) – se presentan en la tabla 3, con errores estándar robustos ajustados por las microrregiones. Según los resultados, se observa que dentro del Programa ABC, los desembolsos al Subprograma SPD fueron estadísticamente significativos y estuvieron positivamente relacionados con el nivel de adopción y difusión del SPD. Por lo tanto, a pesar de la probable sobreestimación de estos resultados, cada dólar por hectárea otorgado a través del Subprograma SPD contribuyó a la expansión del porcentaje de área dedicada al SPD en las áreas de cultivo de las microrregiones brasileñas en un 0,7%.

TABLA 3
Impacto del Subprograma SPD del Programa ABC en el nivel de adopción del SPD en Brasil

Variable	Coficiente	Error estándar robusto
ABC-PD/Cultivo	0,70046 **	0,3346
Hombre	0,16260 **	0,0695
Menos_45	-0,2943 ***	0,0561
Educacion_Promedio	0,13045 **	0,0576
Proprietario	0,00201	0,0159
Cooperativa	-0,0153	0,0242
Orientación	0,06396 **	0,028
Constante	-3,4912	6,5214
R²	0,9395	-
F	22,31 ***	-
Observaciones	1.116	-

Fuentes: IBGE (2006; 2017) y BCB (2022).
Elaboración de los autores.
Nota: Significancia: *** $p < 0,01$; y ** $p < 0,05$.

5 CONSIDERACIONES FINALES

En este estudio se evaluaron la evolución y la dinámica de la agricultura de conservación (SPD) en Brasil, centrándose en el papel del Programa ABC y su Subprograma con una línea de crédito específica para incentivar la adopción del SPD. Para ello, se estimó un modelo econométrico de diferencias en diferencias generalizadas para las microrregiones brasileñas. Los resultados de la investigación indican que, efectivamente, dentro del Programa ABC, el Subprograma SPD contribuyó a la expansión del nivel de adopción del SPD en el país, lo que sugiere que cada dólar adicional por hectárea de cultivos plantados, otorgado a través del Subprograma SPD del Programa ABC, aumenta en un 0,7% el porcentaje de adopción del área dedicada al SPD en relación con el área total de cultivo en las microrregiones.

Considerando el uso de prácticas de conservación, se observa que en 2006, aproximadamente el 3,3% del área y el 4,3% de los establecimientos agropecuarios con cultivos temporales adoptaron el SPD en Brasil; y que para 2017, hubo una expansión en el nivel de adopción del SPD, utilizándose en el 7,1% del área y en el 6,1% de los establecimientos agropecuarios con cultivos temporales en el país. Los resultados evidencian la expansión y el aumento en el nivel de adopción del SPD en Brasil.

Los resultados obtenidos en esta investigación también muestran que el volumen de recursos asignados al Programa ABC y, en consecuencia, al Subprograma alineado con el SPD, está muy por debajo de lo esperado para el desarrollo sostenible de la agricultura brasileña. En este sentido, para que Brasil construya y desarrolle un

modelo de producción agrícola que sea efectivo en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y alineado con la sostenibilidad, es necesario aumentar la cantidad de recursos de crédito rural asignados al Programa ABC.

REFERENCIAS

BCB – BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Matriz de dados do crédito rural: crédito concedido**. 2022. Disponible en: <https://www.bcb.gov.br>. Acesso en: 27 ago. 2022.

BINDRABAN, P. S. *et al.* Assessing the impact of soil degradation on food production. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 4, n. 5, p. 478-488, nov. 2012.

CARD, D.; KRUEGER, A. B. Minimum wages and employment: a case study of the fast-food industry in New Jersey and Pennsylvania. **The American Economic Review**, v. 84, n. 4, p. 772-793, dic. 1994.

DERPSCH, R. Plantio direto: revolução na agricultura. **A Granja**, n. 299, p. 26-27, 1972.

DEUSCHLE, D. *et al.* Erosion and hydrological response in no-tillage subjected to crop rotation intensification in southern Brazil. **Geoderma**, v. 340, p. 157-163, abr. 2019.

DIDONÉ, E. J. *et al.* Quantifying the impact of no-tillage on soil redistribution in a cultivated catchment of Southern Brazil (1964-2016) with ¹³⁷Cs inventory measurements. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 284, nov. 2019.

FUENTES-LLANILLO, R. *et al.* Expansion of no-tillage practice in conservation agriculture in Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 208, abr. 2021.

FUENTES-LLANILLO, R. *et al.* Conservation agriculture in South America. In: KASSAM, A. (Ed.). **Advances in conservation agriculture: adoption and spread**. Cambridge: Burleigh Dodds Science Publishing, 2022. p. 113-148.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**: resultados definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**: resultados definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

KASSAM, A. *et al.* The spread of conservation agriculture: justification, sustainability, and uptake. **International Journal of Agricultural Sustainability**, v. 7, n. 4, p. 292-320, 2009.

KASSAM, A.; FRIEDRICH, T.; DERPSCH, R. Global spread of conservation agriculture. **International Journal of Environmental Studies**, v. 76, n. 1, p. 29-51, 2018.

LAL, R. A system approach to conservation agriculture. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 70, n. 4, p. 82-88, jul. 2015.

LECHNER, M. The estimation of causal effects by difference-in-difference methods. **Foundations and Trends® in Econometrics**, v. 4, n. 3, p. 165-224, 2011.

LIU, X.-Y.; WEN, H.-X.; DING, D.-D. The impact of new ambient air quality standards on green total factor energy efficiency: evidence from an environmental information disclosure policy in China. **Frontiers in Environmental Science**, v. 11, p. 1120893, 2023.

MEYFROIDT, P. Trade-offs between environment and livelihoods: bridging the global land use and food security discussions. **Global Food Security**, v. 16, p. 9-16, marzo 2018.

MINELLA, J. P. G. *et al.* Long-term sediment yield from a small catchment in southern Brazil affected by land use and soil management changes. **Hydrological Processes**, v. 32, p. 200-211, jan. 2017.

MUZILLI, O. Influência do Sistema de Plantio Direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 7, p. 95-102, 1983.

PAUSTIAN, K. *et al.* Management options for reducing CO₂ emissions from agricultural soils. **Biogeochemistry**, v. 48, n. 1, p. 147-163, jan. 2000.

RUGGIERO, P. G. C. *et al.* The Brazilian intergovernmental fiscal transfer for conservation: a successful but self-limiting incentive program. **Ecological Economics**, v. 191, jan. 2022.

SÁ, J. C. de M. *et al.* Low-carbon agriculture in South America to mitigate global climate change and advance food security. **Environment International**, v. 98, p. 102-112, jan. 2017.

SILVA, R. L. e; MARIA, I. C. de. Erosão em sistema plantio direto: influência do comprimento de rampa e da direção de semeadura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 6, p. 554-561, 2011.

SONG, D.; ZHANG, Q.; YANG, L. Environmental effect of flattening administrative structure on local water quality: a county-level analysis of China's County-Power-Expansion reform. **Journal of Cleaner Production**, v. 276, dic. 2020.

TELLES, T. S. *et al.* Valuation and assessment of soil erosion costs. **Scientia Agrícola**, v. 70, n. 3, p. 209-216, mayo-jun. 2013.

WING, C.; SIMON, K.; BELLO-GOMEZ, R. A. Designing difference in difference studies: best practices for public health policy research. **Annual Review of Public Health**, v. 39, p. 453-469, abr. 2018.

XIONG, F. *et al.* The influencing mechanism of financial development on CO₂ emissions in China: double moderating effect of technological innovation and fossil energy dependence. **Environment, Development and Sustainability**, v. 25, n. 6, p. 4911-4933, 2023.

PRONAMP Y EL EFECTO DEL CRÉDITO RURAL

Érica Basílio Tavares Ramos¹
José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho²

1 INTRODUCCIÓN

El desempeño productivo de la agricultura ha colocado a Brasil entre los países con mayor crecimiento de productividad (Gasques *et al.*, 2012; Lachaud y Bravo-Ureta, 2021; Lachaud, Bravo-Ureta y Ludena, 2017; 2022). Lachaud, Bravo-Ureta y Ludena (2022) identificaron que Brasil, entre 1961 y 2014, presentó el mayor crecimiento de la productividad agrícola entre los países latinoamericanos. Según Gasques, Vieira Filho y Navarro (2010), las ganancias de productividad agropecuaria se deben al aumento de la inversión en investigación y tecnología. Alves y Souza (2015) afirman que, para tener acceso a estas nuevas tecnologías y mantener el desempeño productivo de la actividad agropecuaria, las políticas públicas son instrumentos fundamentales.

Según los datos del Censo Agropecuario en 2017, el valor de la producción de la agropecuaria brasileña fue de R\$ 462,4 mil millones (IBGE, 2017). En ese mismo año, el valor total del crédito rural otorgado fue de R\$ 166,9 mil millones. De este total, el 17% correspondía al crédito rural destinado al Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural – Pronamp (BCB, 2023).

En este sentido, la política de crédito rural se ha configurado como uno de los principales instrumentos para mantener el rendimiento de la actividad agropecuaria en Brasil. Este marco se logró con la creación del Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR) mediante la Ley nº 4.829/1965 (Brasil, 1965). Gasques *et al.* (2017) demostraron que el crédito rural tiene impactos significativos en la agricultura, ya que afecta variables relacionadas con el rendimiento productivo.

Por lo tanto, para mantener el rendimiento productivo de la producción agropecuaria, varios autores destacan el papel de las políticas públicas, especialmente el del crédito rural (Brasil, 1965). El objetivo del crédito rural es reducir las deficiencias del mercado en el financiamiento, comercialización y industrialización de

1. Investigadora en el Instituto Mauro Borges de Estadísticas y Estudios Socioeconómicos (IMB); y consultora de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). *E-mail*: ericabasiliotavares@gmail.com.

2. Investigador del Instituto de Investigación Económica Aplicada (Ipea); profesor del Programa de Postgrado en Políticas Públicas del Ipea; y columnista de economía del canal Agromais TV. *E-mail*: jose.vieira@ipea.gov.br.

pequeños, medianos y grandes productores, con el fin de viabilizar la producción. Además, Gasques *et al.* (2012) destacan que el crédito rural es fundamental para la modernización del sector agropecuario brasileño.

Un aspecto relevante de las políticas públicas es que, además de contribuir a las ganancias de productividad agropecuaria, también contribuyen al aumento del bienestar de los productores y al logro de la sostenibilidad ambiental (Barros y Silveira, 2016; Belik y Cunha, 2015; Garcia y Vieira Filho, 2014; Moura, 2023). Según Belik y Cunha (2015), las políticas públicas favorecen la seguridad alimentaria y la lucha contra la pobreza rural. Barros y Silveira (2016) también resaltaron la necesidad de políticas públicas para la seguridad alimentaria en respuesta al cambio climático. Según Belik (2015), las políticas públicas pueden reducir la desigualdad en el medio rural, garantizando que los productores más vulnerables se tornen competitivos y puedan insertarse en el mercado.

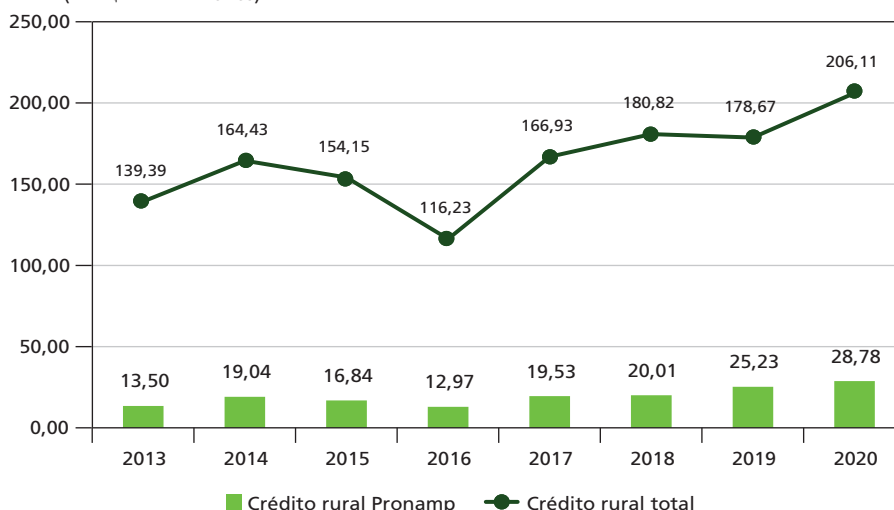
El gráfico 1 muestra la evolución del valor total del crédito rural y del crédito rural del Pronamp entre 2013 y 2020. Entre 2014 y 2016, el número de productores brasileños que accedieron al crédito rural disminuyó. Hubo una caída en los contratos en todas las líneas de financiación (costos de producción, inversión, industrialización y comercialización). Según el Banco Central (BCB, 2023), se celebraron 2,58 millones de contratos en 2014, mientras que en 2016 este número disminuyó a 1,56 millones, una reducción del 39%. En términos de valor del crédito rural, hubo una caída del 29% en ese período, pasando de R\$ 164,43 mil millones a R\$ 116,23 mil millones. Por el contrario, en el período de 2017 a 2020, el escenario se revirtió y hubo un crecimiento del 26% en el valor del crédito rural.

En 2020, el valor total del crédito rural fue de R\$ 206,11 mil millones. Las regiones Sur y Centro-Oeste se destacaron en el valor total de los créditos rurales firmados en el país. De este total, la mayor parte correspondió a créditos destinados al financiamiento de costos de producción (55%). En contrapartida están las regiones Norte y Nordeste, que tuvieron los menores valores de créditos rurales firmados. Según Baiardi y Costa (2020), al analizar la región Nordeste de Brasil, observaron una fuerte desigualdad productiva. Por ello, los autores sugieren la creación o el fortalecimiento de políticas de intervención regional.

GRÁFICO 1

Evolución del valor de los contratos de crédito rural – Brasil (2013-2020)

(En R\$ 1 mil millones)



Fuente: BCB (2023).

De esta manera, se analiza el efecto de la política de crédito rural del Pronamp sobre la eficiencia técnica de la producción agropecuaria brasileña. Diversos estudios han analizado el papel del crédito agrícola en la producción agropecuaria en Brasil, la mayoría centrados específicamente sobre el crédito rural del Pronaf. La escasez de investigaciones sobre el Pronamp hace que su efecto sobre la producción agropecuaria sea menos conocido.

Por lo tanto, el estudio se divide en cinco secciones, incluyendo esta breve introducción. En la sección dos, se define el método de investigación y la descripción de los datos para el análisis cuantitativo. En la sección cuatro, se realiza el análisis de los resultados. Finalmente, se presentan las principales consideraciones.

2 METODOLOGÍA

2.1 Análisis de frontera estocástica

Para verificar el efecto del crédito del Pronamp sobre la producción agropecuaria, se utilizó un análisis de frontera estocástica. El modelo de frontera estocástica fue propuesto por Aigner, Lovell y Schmidt (1977) y Meeusen y Broeck (1977). La especificación original del modelo implica una función de producción específica para datos *cross-section* con un término de error compuesto. Esto implica que el término de error contiene dos componentes, uno para contabilizar los efectos aleatorios y otro para contabilizar la ineficiencia tecnológica (Greene, 2002).

El modelo de frontera estocástica con distribución truncada normal (donde el promedio de la distribución es μ y se asume valores diferentes de cero) puede expresarse de la siguiente manera con sus respectivas restricciones:

$$\begin{aligned}
 y_i &= \alpha + x_i\beta + \varepsilon_i \\
 \varepsilon_i &= (v_i - u_i) \\
 v_i &\sim N(0, \sigma_v^2) \\
 u_i &\sim N^+(0, \sigma_u^2) \\
 \sigma_{v,i}^2 &= \exp(w_i\lambda) \\
 \sigma_{u,i}^2 &= \exp(z_i\delta)
 \end{aligned} \tag{1}$$

En la ecuación (1), y_i representa la variable dependiente, x_i es el vector de las variables explicativas y β es el vector de los coeficientes angulares. Por su parte, ε_i es el término de error compuesto dado por $v_i - u_i$, que es la suma (o la diferencia) de un error normalmente distribuido, v_i , representando el error tradicional de los modelos de regresión, u_i un error unilateral que representa la ineficiencia, $w_i(z_i)$ es un vector de variables que explica $\sigma_{v,i}^2$ ($\sigma_{u,i}^2$) a partir del vector de coeficientes λ (δ) (Battese y Coelli, 1995; Belotti *et al.*, 2013; Kumbhakar y Lovell, 2000; Wang, 2002).

La frontera de producción fue estimada usando la forma funcional Cobb-Douglas, para proporcionar flexibilidad en los parámetros estimados y consistencia teórica. La frontera de producción en la forma funcional Cobb-Douglas para el modelo Frontera Estocástica (SFA) puede ser expresada de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 \log Producción_i &= \alpha_i \\
 &+ \beta_i \log Insumos_i + \beta_i \log Cultivos_i + \beta_i \log Pastos_i \\
 &+ \beta_i \log Capital_i + \beta_i \log Trabajo_i \\
 &+ \beta_i \log Pecuaria_i + \beta_i \log Precipitación_i \\
 &+ \beta_i \log Temperatura_i + \beta_i Norte_i + \beta_i Sudeste_i + \beta_i Sur_i \\
 &+ \beta_i Centro\_Oeste_i + v_i - u_i
 \end{aligned} \tag{2}$$

En la ecuación (2), $Producción_i$ es el valor de la producción. Los β' son los parámetros a ser estimados; $Insumos_i$ representa el factor de los gastos; $Capital_i$ representa el factor capital, siendo el número de tractores; $Trabajo_i$ representa el factor trabajo, siendo el número de personas ocupadas; $Pecuaria_i$ representa a variable pecuaria; $Precipitación_i$ es la variable que mide los niveles de lluvia; $Temperatura_i$ mide los niveles de temperatura; $Norte_i$, $Sudeste_i$, Sur_i y $Centro\_Oeste_i$ son las *dummies* regionales. Como es estándar para la frontera estocástica, la estructura del error es compuesto ($v_i - u_i$), donde v_i , representa el error aleatorio, y u_i , representa la ineficiencia.

Como variable que explica la ineficiencia técnica z_i , se seleccionó la proporción del crédito del Pronamp, es decir, la proporción del monto de crédito rural asignado al Pronamp por municipio. Kumbhakar y Lovell (2000) sostienen que el análisis de la eficiencia debe considerar factores que no son insumos, pero que influyen en el desempeño de la producción.

Como el objetivo principal de la SFA es estimar la eficiencia técnica, entonces, según Jondrow *et al.* (1982), la eficiencia técnica viene dada por $TE_i = \exp(-u_{it})$. El resultado de la eficiencia técnica mide la proporción entre el producto observado y el producto potencial, es decir, cuánto más cerca esté el municipio de la frontera de producción potencial, más cercano a 1 estará el indicador de eficiencia técnica. Este indicador varía entre 0 y 1.

2.2 Base de datos

Las informaciones utilizadas en la estimación provienen de los datos agregados del Censo Agropecuario 2017, accedidos directamente en la base de datos del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE, por sus siglas en portugués) y de la Matriz de Datos do Crédito Rural del Banco Central de Brasil. Los datos agregados del Censo Agropecuario están disponibles en el Sistema IBGE de Recuperação Automática (Sidra, por sus siglas en portugués).

El cuadro 1 presenta las variables utilizadas en el modelo. Las informaciones recolectadas son solo de los establecimientos que poseían contratos firmados con el Pronamp en 2017 y que no tenían *missings* en las variables seleccionadas. De esta manera, la muestra contó con 1.549 observaciones.

CUADRO 1

Descripción de las variables del modelo

Nomenclatura	Variable	Unidad de medida	Descripción	Fuente
Producción	Valor de la producción	R\$ mil	Valor de la producción animal y vegetal por municipio	IBGE (2017)
Cultivos	Cultivos	ha	Área de establecimientos agrícolas en municipios con cultivos permanentes, cultivos temporales y bosques plantados	IBGE (2017)
Pastos	Pastos	ha	Área de establecimientos agrícolas en municipios con pastos naturales, pastos en buen estado y pastos en mal estado	IBGE (2017)
Trabajo	Trabajo	Unidades	Personas ocupado en establecimientos agrícolas por municipio	IBGE (2017)
Insumos	Gastos	R\$ mil	Gastos totales de los establecimientos de cada municipio con: fertilizantes y correctivos; semillas y plántulas; pesticidas; medicamentos para animales; sal, alimento y otros complementos para animales; energía eléctrica; y combustibles y lubricantes	IBGE (2017)
Capital	Capital	Unidades	Número de tractores en establecimientos de cada municipio	IBGE (2017)

(Continúa)

(Continuación)

Nomenclatura	Variable	Unidad de medida	Descripción	Fuente
Prop_pronamp	Proporción del crédito Pronamp	Proporción	Proporción del total de crédito rural asignado al Pronamp por municipio	BCB (2023)
Pecuaría	Pecuaría	Cabezas	Suma del número de cabezas de bovinos, cerdos y aves de corral por municipio	IBGE (2017)
Temperatura ¹	Temperatura	°C	Temperatura promedio en los municipios	Global Climate Monitor (US, 2017)
Precipitación ¹	Precipitación	mm	Precipitación promedio en los municipios	Global Climate Monitor (US, 2017)

Elaboración de los autores.
Nota: ¹ Los datos climáticos fueron recopilados en el sitio web Global Climate Monitor, siendo preparados y amablemente puestos a disposición por Helson Gomes de Souza y Edward Costa (Universidad Federal de Ceará – UFC).

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esta sección presenta los resultados y discusión de la investigación. Para empezar, se presentan las estadísticas descriptivas de las variables que serán utilizadas en el modelo y los resultados de la estimación del modelo. La tabla 1 muestra las estadísticas descriptivas de las variables. El valor promedio de la producción de los establecimientos agropecuarios fue de aproximadamente R\$ 146,122 millones por municipio. Se observa, además, que los establecimientos agropecuarios emplearon en los municipios un promedio de 3.482 personas. El promedio de los gastos fue de R\$ 51,972 millones por municipio. La suma de los datos corresponde al total de cada variable para los 1.549 municipios brasileños analizados. La suma del Valor Bruto de la Producción (VBP) de la agricultura brasileña fue de R\$ 226,343 mil millones en 2017. El valor total de personas ocupadas fue de 5.394.485 individuos. El promedio de la proporción de contratos de crédito rural destinados al Pronamp en los municipios fue de 0.14 en 2017.

TABLA 1
Estadísticas descriptivas de las variables del modelo

Variables	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Mínimo	Máximo	Sumatorio
Producción	146.122,33	240.273,85	1,64	2.196	3.248.127	226.343.493
Gastos	51.972,56	98.915,38	1,9	757	1.412.102	80.505.499
Tierra con cultivos	22.206,60	42.831,15	1,93	69	582.132	34.398.027
Tierra con pastizales	43.603,19	119.820,18	2,75	190	3.199.736	67.541.337
Capital	413,9	471,99	1,14	3	4.646	641.136
Trabajo	3.482	3.298	0,95	144	40.690	5.394.485

(Continúa)

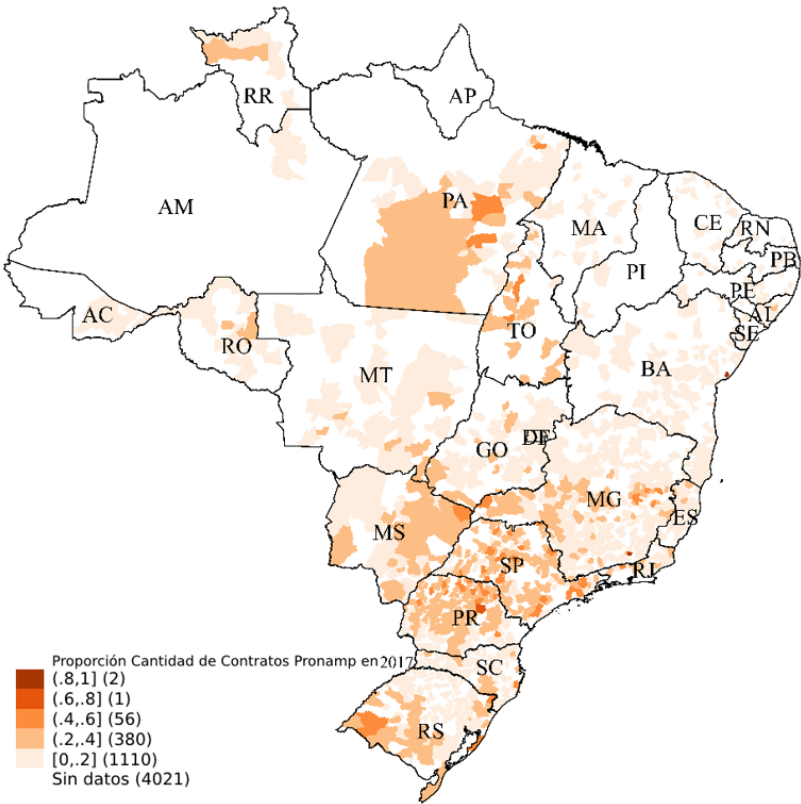
(Continuación)

Variables	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Mínimo	Máximo	Sumatorio
Pecuaría	512.184,37	1.220.429,91	2,38	698	17.711.012	793.373.583
Precipitación	1.457,13	541,84	0,37	174,9	2.812,62	-
Temperatura	22,25	2,99	0,13	15,54	32,59	-
Proporción crédito Pronamp	0,14	0,13	0,89	0	0,9	-
Observaciones	1.549	1.549	1.549	1.549	1.549	1.549

Elaboración de los autores.

La figura 1 presenta la proporción de la cantidad total de contratos de crédito rural destinados al Pronamp. La región Sudeste y Sur se destacan en la proporción del crédito del Pronamp. Los estados de Mato Grosso do Sul, Pará, Roraima y Tocantins también se destacaron en el mapa.

FIGURA 1
Mapa de la distribución espacial de la proporción del Pronamp (2017)



Elaboración de los autores.

Los resultados de la estimación de las funciones de producción mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y Frontera Estocástica (SFA) se presentan en la tabla 2. En general, las estimaciones son bastante similares entre ambos métodos. El test F para MCO y el test (Chi2) para SFA indicaron que todos los coeficientes son conjuntamente significativos. Todos los coeficientes de los factores de producción resultaron positivos en ambas aproximaciones, como se esperaba. Sin embargo, para ambas aproximaciones, la suma de los coeficientes de los factores de producción presentó un valor inferior a 1, es decir, se observaron rendimientos decrecientes a escala. Esto significa que si el uso de insumos productivos se duplica, la producción aumenta menos que el doble. Como resultado principal, se identificó que la presencia del crédito Pronamp en el municipio reduce la ineficiencia técnica de la producción agropecuaria.

TABLA 2
Resultados del modelo

log producción	(1) MCO	(2) SFA
log gastos	0,516*** (0,0154)	0,511*** (0,0154)
log tierra con cultivos	0,171*** (0,012)	0,180*** (0,0119)
log tierra con pastos	0,0187** (0,00856)	0,0234*** (0,00819)
log capital	0,121*** (0,0146)	0,120*** (0,0147)
log trabajo	0,112*** (0,0178)	0,101*** (0,0168)
log pecuaria	0,0514*** (0,00652)	0,0519*** (0,00641)
log precipitación	0,196*** (0,0343)	0,186*** (0,0352)
log temperatura	0,340*** (0,0966)	0,395*** (0,0957)
norte	0,0534 (0,0524)	0,0581 (0,0523)
sudeste	0,0816** (0,0369)	0,101*** (0,0373)
sur	-0,105** (0,051)	-0,0868* (0,0514)
centro-oeste	0,107** (0,0491)	0,105** (0,0491)
log proporción crédito rural Pronamp	0,0596*** -0,00866	-
Constante	-0,183 (0,383)	-0,349 (0,38)

(Continúa)

(Continuación)

log producción	(1) MCO	(2) SFA
Mu Constante	-	-0,0835 (0,167)
Usigma log proporción crédito rural Pronamp	-	-0,717*** (0,146)
Constante	-	-5,846*** (1,017)
Vsigma Constante	-	-2,346*** (0,0431)
chi2	15.744,75	-
F	1.395,55	-
r2	0,922	-
N	1.549	1.549
AIC	915,993	918,576
BIC	990,829	1.009,45

Elaboración de los autores.

Notas: ¹ Significancia: * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; y *** $p < 0,01$.² Errores estándar entre paréntesis.

La variable que explica la varianza de la ineficiencia (log de la proporción de crédito rural del Pronamp) presenta signo negativo y significativo, indicando que el crédito rural del Pronamp está negativamente asociado a la ineficiencia productiva de la agropecuaria. Es importante destacar que los municipios con mayor proporción de crédito rural del Pronamp se localizan principalmente en las regiones Sur, Sudeste y Centro-Oeste. Según Alves y Rocha (2010), el crédito es un factor importante para viabilizar la inversión y estimular el crecimiento económico.

La variable que representa los gastos presentó la mayor elasticidad, indicando que tales insumos de carácter variable presentaron mayor potencial para aumentar la producción agropecuaria. Este resultado resalta la importancia del crédito rural, especialmente el crédito de costos para el mantenimiento de la actividad agropecuaria a través de la adquisición de insumos productivos (Costa y Freitas, 2018).

La baja elasticidad de la variable *Pecuaria* estuvo en consonancia con los resultados encontrados en la literatura. Según Ferreira y Féres (2020), este resultado puede ser debido a que la pecuaria no es la actividad principal en muchos establecimientos agropecuarios brasileños. Ambas variables climáticas (temperatura y precipitación) presentaron elasticidades positivas, lo que indica que aumentos de temperaturas y lluvias contribuyen al mejor desempeño productivo de la agropecuaria brasileña.

Las *dummies* regionales de la región Sudeste y Centro-Oeste presentaron signos positivos y significativos, evidenciando que el desempeño productivo de los establecimientos agropecuarios en estas regiones es superior en relación a la región

Nordeste. La *dummy* de la región Sur, por su parte, presentó un signo negativo y significativo. Esto indica que el desempeño productivo de la región es peor en relación a la región Nordeste.

Las estadísticas descriptivas de la eficiencia técnica se presentan en la tabla 3. El promedio de la eficiencia técnica indicó que la producción agropecuaria en los municipios brasileños representaba el 90,3% del potencial máximo. La ineficiencia técnica revela que, en promedio, los municipios brasileños podrían aumentar la producción agropecuaria en un 9,7% si produjeran en la frontera de producción utilizando la cantidad actual de insumos.

TABLA 3
Resultados de eficiencia y ineficiencia técnica

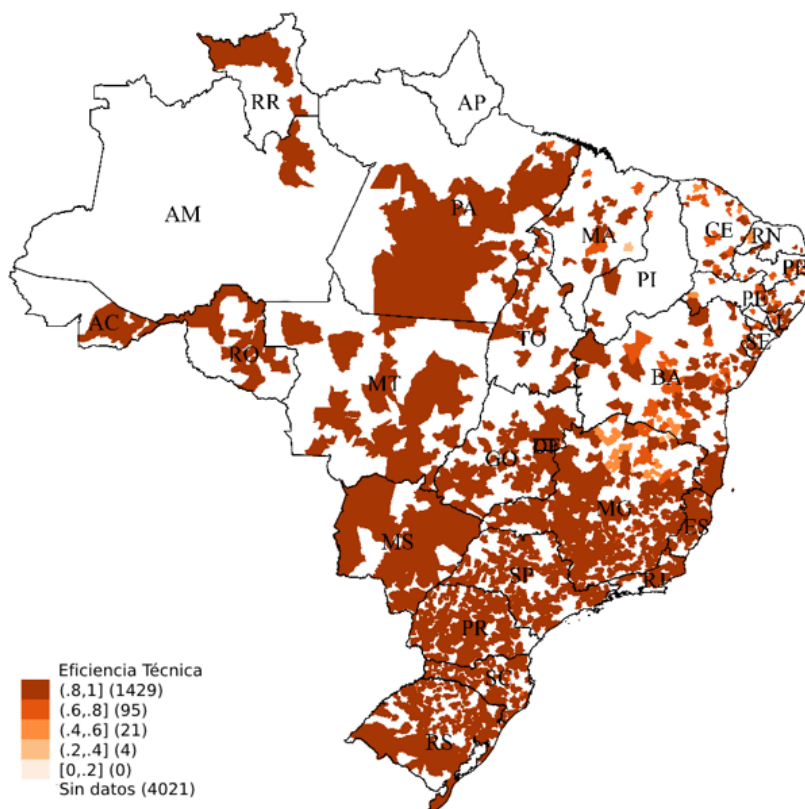
Variables	Promedio	Desviación estándar	Coficiente de variación	Mínimo	Máximo
Eficiencia técnica	0,9031	0,0833	0,0923	0,2152	0,9816
Ineficiencia técnica	0,0969	0,0833	0,86	0,0184	0,7848

Elaboración de los autores.

La figura 2 muestra la distribución espacial de la eficiencia y ineficiencia técnica en la producción agropecuaria brasileña. Se observa que los municipios del norte de Minas Gerais, el sur de Bahía y, en general, aquellos del Noreste presentan índices de eficiencia técnica inferiores a los de los demás municipios brasileños. Según Ramos y Vieira Filho (2023), este resultado podría estar relacionado con cuestiones institucionales, ya que la región depende de políticas públicas de desarrollo regional centralizadas (*top-down*).

FIGURA 2

Mapa de la distribución espacial de la eficiencia técnica en la producción agropecuaria (2017)



Elaboración de los autores.

4 CONSIDERACIONES FINALES

Las políticas públicas son instrumentos importantes para facilitar la producción agropecuaria, especialmente la política de crédito rural. Los resultados indican que la presencia del crédito rural del Pronamp en los municipios brasileños reduce la ineficiencia productiva en la agricultura y la pecuaria. La eficiencia técnica promedio señala que la producción agropecuaria en los municipios brasileños alcanza el 90,3% de su potencial máximo. La ineficiencia técnica revela que, en promedio, los municipios brasileños podrían aumentar su producción agropecuaria en un 9,7% si estuvieran operando en el nivel de frontera de producción y utilizando la misma cantidad de insumos.

También se verifica que los municipios en el norte de Minas Gerais y en la región Nordeste de Brasil tienen una eficiencia productiva menor en comparación con otros municipios. En estas regiones, la cantidad de crédito rural del Pronamp contratado es significativamente inferior a la de otras áreas. Por lo tanto, es necesario fomentar la creación de instituciones locales de apoyo a la producción en estas regiones menos eficientes.

Estudios demuestran que aumentar la eficiencia productiva conlleva numerosos beneficios económicos, sociales y ambientales para los productores rurales. Por lo tanto, este estudio contribuye a aportar información relevante sobre el impacto del crédito del Pronamp en la producción agropecuaria brasileña. Adicionalmente, presenta implicaciones importantes para la toma de decisiones de los productores, dado que la presencia del crédito del Pronamp reduce la ineficiencia productiva en la agricultura y la pecuaria de Brasil.

REFERENCIAS

- AIGNER, D.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. **Journal of Econometrics**, v. 6, n. 1, p. 21-37, 1977.
- ALVES, E.; ROCHA, D. P. Ganhar tempo é possível? In: GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. (Org.). **A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília: Ipea, 2010. p. 275-290.
- ALVES, E.; SOUZA, G. da S. e. Pequenos estabelecimentos também enriquecem? Pedras e tropeços. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, año 24, n. 3, p. 7-21, jul.-sept. 2015.
- BAIARDI, A.; COSTA, E. M. Uma solução produtiva para o Nordeste. In: VIERA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: cem anos do Censo Agropecuário**. Brasília: Ipea, 2020. p. 135-147.
- BARROS, M. D.; SILVEIRA, P. G. A política agrícola como instrumento de segurança alimentar. **Revista da Faculdade de Direito da UFMG**, Belo Horizonte, n. 68, p. 609-630, enero-jun. 2016.
- BATTESE, G. E.; COELLI, T. J. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. **Empirical Economics**, v. 20, n. 2, p. 325-332, 1995.
- BCB – BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Matriz de dados do crédito rural**. Brasília: BCB, 2023. Disponible en: <https://www.bcb.gov.br/estabilidade financeira/micrrural>. Consulta en: 29 enero 2023.

BELIK, W. A heterogeneidade e suas implicações para as políticas públicas no rural brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 53, n. 1, p. 9-30, enero-marzo 2015.

BELIK, W.; CUNHA, A. R. A. de A. Abastecimento no Brasil: o desafio de alimentar as cidades e promover o desenvolvimento rural. In: GRISA, C.; SCHNEIDER, S. (Org.). **Políticas públicas de desenvolvimento rural no Brasil**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2015. p. 217-235.

BELOTTI, F. *et al.* Stochastic frontier analysis using Stata. **Stata Journal**, v. 13, n. 4, p. 719-758, 2013.

BRASIL. Lei nº 4.829, de 5 de novembro de 1965. Institucionaliza o crédito rural. **Diário Oficial da União**, Brasília, p. 11465, 9 nov. 1965. Seção 1.

CAMPOS, S. K.; NAVARRO, Z. (Org.). **A pequena produção rural e as tendências do desenvolvimento agrário brasileiro**: ganhar tempo é possível? Brasília: CGEE, 2013.

COSTA, L. V.; FREITAS, C. O. de. Crédito e extensão rural: impactos isolados e da sinergia sobre a eficiência técnica dos agricultores brasileiros. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA – ANPEC, 46., 2018, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Anpec, 2018.

FERREIRA, M. D. P.; FÉRES, J. G. Farm size and land use efficiency in the Brazilian Amazon. **Land Use Policy**, v. 99, p. 1-10, 2020.

GARCIA, J. R.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Reflexões sobre o papel da política agrícola brasileira para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Ipea, fev. 2014. (Texto para Discussão, n. 1936).

GASQUES, J. G. *et al.* Produtividade da agricultura brasileira e os efeitos de algumas políticas. **Revista de Política Agrícola**, v. 11, n. 3, p. 83-92, jul.-sept. 2012.

GASQUES, J. G. *et al.* **Projeções do agronegócio**: Brasil 2016/17 a 2026/27. Brasília: Mapa, 2017.

GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. (Org.). **A agricultura brasileira**: desempenho, desafios e perspectivas. Brasília: Ipea, 2010.

GREENE, W. **Alternative panel data estimators for stochastic frontier models**. Nueva York: Stern School of Business/NYU, 2002.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos. **Sidra**, 2017. Disponible en: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Consulta en: 9 sept. 2022.

JONDROW, J. *et al.* On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model. **Journal of Econometrics**, v. 19, n. 2-3, p. 233-238, 1982.

KUMBHAKAR, S. C.; LOVELL, C. A. K. Stochastic frontier analysis SFA. **International Series in Operations Research and Management Science**, v. 157, p. 197-231, 2000.

LACHAUD, M. A.; BRAVO-URETA, B. E. Agricultural productivity growth in Latin America and the Caribbean: an analysis of climatic effects, catch-up and convergence. **Australian Journal of Agricultural and Resource Economics**, v. 65, n. 1, p. 143-170, 2021.

LACHAUD, M. A.; BRAVO-URETA, B. E.; LUDENA, C. E. Agricultural productivity in Latin America and the Caribbean in the presence of unobserved heterogeneity and climatic effects. **Climatic Change**, v. 143, n. 3-4, p. 445-460, agosto 2017.

LACHAUD, M. A.; BRAVO-URETA, B. E.; LUDENA, C. E. Economic effects of climate change on agricultural production and productivity in Latin America and the Caribbean (LAC). **Agricultural Economics**, v. 53, n. 2, p. 321-332, marzo 2022.

MEEUSEN, W.; BROECK, J. van den. Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. **International Economic Review**, v. 18, n. 2, p. 435-444, jun. 1977.

MOURA, A. M. M. de. Integração entre as políticas ambiental e agrícola no Brasil. In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Agropecuária brasileira: evolução, resiliência e oportunidades**. Brasília: Ipea, 2023. p. 219-244.

RAMOS, E. B. T.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Desenvolvimento regional da agricultura familiar: cooperativismo e associativismo. **Revista Brasileira de Economia**, v. 77, n. 1, p. 1-23, 2023.

US – UNIVERSITY OF SEVILLE. Global Climate Monitor. **Global Climate Monitor**, 2017. Disponible en: <https://www.globalclimatemonitor.org/>. Consulta en: 8 jun. 2020.

WANG, H.-J. Heteroscedasticity and non-monotonic efficiency effects of a stochastic frontier model. **Journal of Productivity Analysis**, v. 18, n. 3, p. 241-253, 2002.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ARAUJO, J. A. de. Crédito rural: plano Safra e o Pronaf. *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R. (Org.). **Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira**. Brasília: Ipea, 2019. p. 161-188.

ARAÚJO, W. V. de *et al.* Crédito rural: política e desempenho. *In*: VIERA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil**: cem anos do Censo Agropecuário. Brasília: Ipea, 2020. p. 267-279.

FREITAS, C. O. de; SILVA, F. A.; TEIXEIRA, E. C. Crédito rural e desempenho produtivo na agropecuária brasileira. *In*: VIERA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil**: cem anos do Censo Agropecuário. Brasília: Ipea, 2020. p. 281-294.

OLIVEIRA, G. R.; ARAÚJO, F. M. de; QUEIROZ, C. C. de. A importância da assistência técnica e extensão rural (Ater) e do crédito rural para a agricultura familiar em Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 37, n. 3, p. 529-551, sept.-dic. 2017.

RONCATO, P. E. dos S.; VAZ, M. E. Cooperativas e o sistema de crédito rural: estudo da cooperativa Sicredi Pampa Gaúcho. **Espacios**, v. 38, n. 16, p. 81-116, 2017.

SANTOS, R. B. N. dos; BRAGA, M. J. Impactos do crédito rural na produtividade da terra e do trabalho nas regiões brasileiras. **Economia Aplicada**, v. 17, n. 3, p. 299-324, 2013.

NOTAS BIOGRÁFICAS

Constanza Valdes

Economista Senior en el Market and Trade Economics Division of Economic Research Service (REE/ERS) en Kansas City, Missouri, del United States Department of Agriculture (USDA). *E-mail:* cvaldes@ers.usda.gov.

Edward Martins Costa

Profesor del Programa de Posgrado en Economía Rural de la Universidad Federal de Ceará (PPGER/UFC) e investigador de productividad en investigación del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq). *E-mail:* edwardcosta@ufc.br.

Eliana Teles Bastos

Economista y especialista en administración pública. Es asistente técnica de la Coordinación General de Políticas Públicas de la Secretaría de Política Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería (SPA/Mapa). *E-mail:* eliana.bastos@agro.gov.br.

Elisângela Pereira Lopes

Doctora en Arquitectura y Urbanismo por el Programa de Posgrado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (PPG-FAU) y master en Transporte por el Programa de Posgrado en Transporte (PPGT), ambos de la Universidad de Brasilia (UnB). Licenciado en Ciencias Económicas por el Centro Universitário del Distrito Federal (UnIDF). Economista de la Confederación Brasileña de Agricultura y Ganadería (CNA), de la Comisión Nacional de Logística e Infraestructura. Profesora en la Facultad de Tecnología del CNA. *E-mail:* elilopesdf@gmail.com.

Érica Basílio Tavares Ramos

Doctora y máster en Agronegocios por la Universidad Federal de Goiás (UFG), licenciada en Ciencias Económicas por la Universidad Estadual de Mato Grosso (UNEMAT) y actualmente es gerente de estudios ambientales y agronegocios del Instituto Mauro Borges de Estadística y Estudios Socioeconómicos (IMB) del estado de Goiás. *E-mail:* ericabasiliotavares@gmail.com.

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho

Economista y matemático, doctor en Economía e investigador en estudios de política agrícola en la Dirección de Estudios y Políticas Regionales, Urbanas y Ambientales del Instituto de Investigación Económica Aplicada (Dirur/Ipea). Es coordinador del Centro de Estudios de Economía Agrícola (ne²agro) del Ipea, así como profesor de la Maestría Profesional en Políticas Públicas y Desarrollo del Ipea. *E-mail:* jose.vieira@ipea.gov.br.

José Garcia Gasques

Ingeniero agrónomo, doctor en Economía y investigador del Ipea. *E-mail:* jose.gasques@agro.gov.br.

Leonardo Chaves Borges Cardoso

Profesor del Departamento de Economía Rural de la Universidad Federal de Viçosa desde 2017. Trabaja principalmente en los temas de economía energética, desarrollo económico y economía agraria. Sitio *web* personal: leonardocbcardoso.com. Lattes: lattes.cnpq.br/0456821377367771.

Mirian Rumenos Piedade Bacchi

Profesora titular del Departamento de Economía, Administración y Sociología de la Facultad de Agricultura Luiz de Queiroz de la Universidad de São Paulo (Esalq/USP) e investigador del Centro de Estudios Avanzados en Economía Aplicada (Cepea) de la Esalq/USP. *E-mail:* mrpbacch@usp.br.

Pedro Gabriel Eduard V. M. Meiners

Estudiante de Doctorado en Economía Agrícola y medio ambiente de la UnB y master en Desarrollo Económico de la Universidad Federal de Paraná (UFPR). Es investigador del ne²agro de la Dirur/Ipea. *E-mail:* pg.meiners@gmail.com.

Raúl Alfonso Velilla Gómez

Economista y doctor en Economía Aplicada por la UFV. Es investigador del ne²agro de la Dirur/Ipea. *E-mail:* raul.gomez@ipea.gov.br.

Tiago Santos Telles

Investigador del Instituto Agronómico de Paraná (IAPAR) y profesor del Programa de Posgrado en Agronomía de la Universidad Estadual de Londrina (PGAGR/UDEL). Doctor en economía por la Universidad Estadual de Campinas (Unicamp). *E-mail:* telles@iapar.br.

Valquiria Cardoso Caldeira

Estudiante de doctorado en Economía de la UnB e investigadora del ne²agro de la Dirur/Ipea. *E-mail:* caldeira.c.valquiria@gmail.com.

Zenaide Rodrigues Ferreira

Doctora en Economía por la UnB, investigadora asociada al ne²agro de la Dirur/Ipea y profesora del Instituto Brasileño de Mercado de Capitales (Ibmec) del Distrito Federal. *E-mail:* zenaide.r.ferreira@gmail.com.

Ipea – Instituto de Investigación Económica Aplicada

Asesoría de Prensa y Comunicación

EDITORIAL

Jefe del Editorial

Aeromilson Trajano de Mesquita

Assistentes da Chefia

Rafael Augusto Ferreira Cardoso

Samuel Elías de Souza

Supervisión

Alice Souza Lopes

Publicación

Augusto Lopes dos Santos Borges

Cristiano Ferreira de Araújo

Daniel Alves Tavares

Danielle de Oliveira Ayres

Leonardo Hideki Higa

Portada

Danielle de Oliveira Ayres

Imagen

Freepik

*The manuscripts in languages other than Portuguese
published herein have not been proofread.*

Ipea – Brasília

Setor de Edifícios Públicos Sul 702/902, Bloco C

Centro Empresarial Brasília 50, Torre B

CEP: 70390-025, Asa Sul, Brasília-DF

Misión de Ipea

Perfeccionar la toma de decisiones del Estado y el debate público.

"Los contenidos que los autores presentan en Dimensiones del Agronegocio Brasileño ciertamente deberían ayudar a las nuevas generaciones a comprender las oportunidades que se han abierto para la inserción competitiva de Brasil en el mundo con posible crecimiento de largo plazo e contribución para la paz mundial." **Christian Lohbauer**, miembro de la Junta Directiva de la Asociación Brasileña de Agronegocios

"Esta colección es una invitación al diálogo y a la reflexión sobre la evolución del agronegocio brasileño. Espero que esta lectura inspire nuevas ideas, debates y, sobre todo, acciones concretas para fortalecer la producción de alimentos en el mundo. Lucha por la agricultura moderna, con todo el idealismo que sea posible, como he intentado hacer durante toda mi vida!" **Eliseu Roberto de Andrade Alves**, investigador en economía rural y fundador de Embrapa



ISBN 978-65-5635-090-5



9 786556 350905 >



ipea Instituto de Investigación
Económica Aplicada

MINISTERIO DE
PLANIFICACIÓN
Y PRESUPUESTO

GOBIERNO DE BRASIL
BRASIL
JUNTO AL PUEBLO BRASILEÑO