

Mendoza y
su desarrollo
sostenible.

Contribuciones
desde tres áreas
de la economía

CUYONOMICS

INVESTIGACIONES

EN ECONOMÍA REGIONAL

Facultad de Ciencias Económicas
Universidad Nacional de Cuyo
Centro Universitario
M5502JMA. Mendoza, Argentina
+54 261 4135000

ISSN 2591-555X
Publicación bianual
junio y diciembre

Las opiniones expresadas en los artículos
son las de sus respectivos autores y no
reflejan necesariamente los puntos de vista
de la Facultad de Ciencias Económicas de la
Universidad Nacional de Cuyo.

Año 9, número 15
Julio de 2025

AUTORIDADES

Rectora Cont. Esther Lucía SÁNCHEZ
Vicerrector Mgter. Gabriel Alejandro FIDEL

Decano Cont. Miguel GONZÁLEZ GAVIOLA
Vicedecana Mgter. Patricia PUEBLA

Secretario Académico

Dr. Carlos Diego MARTÍNEZ CINCA

Secretaría de Administración y Finanzas

Cont. Carla BELLOTTI

Secretaría de Bienestar

Cont. Laura Cecilia MARINELLI

Secretario de Extensión y Relaciones Institucionales

Lic. Pablo ANTOLÍN JOFRÉ

Secretario de Posgrado, Investigación e Internaciolización

Cont. Juan Carlos GARCÍA OJEDA

Cuyonomics. Investigaciones en Economía Regional es una revista científica editada en soporte digital por la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Cuyo, fundada en 2017, y publica dos números al año (junio y diciembre). Su campo de interés se inscribe en los estudios económicos regionales —en sus diversos aspectos— con una perspectiva internacional, focalizados en sectores, mercados o empresas.

A través de distintas secciones (Dossier, Artículos de tema libre, Notas críticas de libros y Reseñas de tesis de doctorado y maestría) busca contribuir a la producción de conocimientos teóricos y aplicados para reflejar los avances de la disciplina. En este sentido, incluye trabajos inéditos y originales, en español, inglés y portugués. El proceso de evaluación contempla la revisión por pares expertos, externos a la Institución y a los comités Editorial y Científico.

La Revista cuenta con un Consejo Editorial formado por un Equipo Editor (Editor General, dos Editores Asociados y Asistente Editorial); un Comité Editorial integrado por académicos de instituciones nacionales y extranjeras, en calidad de consultores internos; un Comité Científico formado por académicos de instituciones nacionales y extranjeras de reconocida trayectoria en la investigación, en calidad de consultores externos, y un Equipo de Soporte Técnico, compuesto por técnicos y profesionales en gestión administrativa, informática, letras e idiomas.

El proceso editorial se desarrolla mediante la utilización del software de acceso abierto Open Journal Systems (OJS). Los contenidos de la revista se encuentran bajo la Licencia Creative Commons by-nc-sa. Entre sus objetivos, esta publicación aspira a incorporarse a Índices basados en criterios de calidad editorial y de contenido a fin de lograr su visibilidad y difusión en la comunidad científica internacional.

Sitio web

<http://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/cuyonomics>

Correo electrónico

cuyonomics@fce.uncu.edu.ar

CONSEJO EDITORIAL

Equipo editor

Editora General

PASTERIS, Elizabeth. Universidad Nacional de Cuyo.

Economía Regional y Organización Industrial.

Editora Asociada

FARRERAS, Verónica. Universidad Nacional de Cuyo,

CONICET. Economía Ambiental.

Editor Asociado

MAHNIC , Pablo. Universidad Nacional de Cuyo.

Economía Matemática y Econometría

Editora Asociada

OLGUÍN, Patricia. Universidad Nacional de Cuyo,

CONICET. Historia Económica.

Asistente Editorial

PUEBLA, Patricia. Universidad Nacional de Cuyo.

Gestión de la Innovación.

Comité editorial

BELINI, Claudio. Universidad de Buenos Aires,
CONICET. Historia Económica y de las Políticas
Económicas.

BERTAGNA, Federica. Universidad de Verona.
Historia Económica Latinoamericana.

CARDONE RIPORELLA, Clara. Universidad Pablo
de Olavide. Economía Financiera y Contabilidad.

CURIEL GUTIÉRREZ, Carlos. Universidad de
Guadalajara. Desarrollo económico.

DIBLASI, Ángela. Universidad Nacional de Cuyo.
Estadística.

FARRÉ, Daniel. Universidad de Buenos Aires. Costos
y Gestión.

FERREIRA LOPES, Santos David. Universidad
Estadual Paulista «Júlio de Mesquita Filho»
(UNESP), Brasil. Economía de la Innovación.

GONZÁLEZ, Germán. Universidad Nacional
del Sur, CONICET. Integración Económica
Latinoamericana.

LEIVA, Ricardo. Universidad Nacional de Cuyo.
Estadística.

LLADOS MASLORENS, Josep. Universidad de
Barcelona. Economía internacional, Geografía
Económica e Innovación Empresarial.

LLUCH, Andrea. Universidad Nacional de La Pampa,
CONICET. Historia de Empresas.

LÓPEZ, Andrés. Universidad de Buenos Aires,
CONICET. Política Económica.

ROSALES, Osvaldo. Universidad Nacional de Chile.
Comercio Internacional e Integración Regional.

Comité científico

CARTIER, Enrique. Universidad de Buenos Aires.
Universidad Nacinal de Luján. Costos y Gestión.

COLOMA, Germán. Universidad del Centro
de Estudios Macroeconómicos de Argentina
(UCEMA). Organización Industrial.

COLOMÉ, Rinaldo. Universidad Nacional de Córdoba.
Economía de la Regulación y Economía Agraria

QUELLA-ISLA, Nuria. Stony Brook University, New
York. Desarrollo y Crecimiento económico,
Economía Ecológica.

RODRIGUES SOARES, Paulo Roberto. Universidad
Federal de Rio Grande do Sul. Geografía
Económica.

TUGORES, Juan. Universidad de Barcelona. Economía
Internacional.

YARDÍN, Amaro. Universidad Nacional del Litoral.
Costos y Gestión.

Soporte técnico

Responsable plataforma digital y comunicación:

Guillermo Sandez

Asistente técnico: **Leandro E. Amarfil Brückner**

Diseño: **Daniel Aranda**

Correctores de estilo en español: **Gonzalo Córdoba**
Constanza Bonet

Correctora de estilo en portugués: **Laura López**
Vargas

Asistentes editoriales: **Constanza Bonet**,
Orlando Gabriel Morales

Ilustración de portada: **Gabriel Fernández**

ÍNDICE DE CONTENIDOS

6 DOSSIER

- 7** INTRODUCCIÓN: Mendoza y su desarrollo sostenible.
Contribuciones desde tres áreas de la economía
Coordinadores: *Elizabeth Pasteris y Pablo Mahnic*
- 12** Estimación de los beneficios económicos derivados de la reutilización de aguas residuales en Mendoza, Argentina. Un enfoque desde la economía circular
Eduardo Alejandro Comellas y Araceli Virginia Agneni
- 31** Mercados digitales con mayor madurez. Nueva evidencia empírica
Gianina Paola Mattioli
- 58** Enfermedades crónicas en Mendoza antes y después de la pandemia de COVID-19. Un análisis de datos de panel
María Inés Lara y Monserrat Serio

90 ARTÍCULOS TEMA LIBRE

- 91** Asimetrías sectoriales y determinantes en la utilización de la capacidad instalada en la industria argentina
Santiago Agustín Pérez
- 113** Transformações Espaciais e Ambientais no Uso da Terra em João Pinheiro (MG). Dinâmicas e Implicações para o Bioma Cerrado entre 1990 e 2020
Leticia Tondato Arantes, Arthur Pereira Dos Santos, Ana Laura De Paula, Alessandro Xavier Da Silva Junior y Darllan Collins Da Cunha E Silva
- 135** Uso de inteligencia artificial simbólica para entender comportamientos de mercado
Cristian Von Matuschka
- 167** Orientaciones para colaboradores de la revista

DOSSIER

Dossier

Mendoza y su desarrollo sostenible. Contribuciones desde tres áreas de la economía

Elizabeth Pasteris

Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Cuyo
elizabeth.pasteris@fce.uncu.edu.ar

Pablo Mahnic

Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Cuyo
pablo.mahnic@fce.uncu.edu.ar



URL de la revista: revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/cuyconomics

ISSN 2591-555X

Esta obra es distribuida bajo una Licencia Creative Commons
Atribución No Comercial – Compartir Igual 4.0 Internacional

Año por medio, sin faltar nunca a su compromiso, la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Cuyo organiza las Jornadas de Ciencias Económicas. En ellas los docentes e investigadores de nuestra institución comparten con colegas, estudiantes y público en general los avances de sus últimas investigaciones. Temas muy diversos, correspondientes a todas las áreas de estudio de las carreras que se dictan en la facultad, son discutidos durante tres fructíferas jornadas, compartiendo, expositores y asistentes, tanto resultados como metodologías, diversidad en las opiniones fundadas, dudas y sugerencias. En cada una de las Jornadas de Ciencias Económicas se cuenta también con la participación de invitados especiales, de las diversas áreas involucradas en nuestros estudios, que enriquecen con sus visiones los saberes de todos los participantes. Al finalizar cada evento, el balance resulta positivo, ya que todos los actores han ganado conocimiento, entusiasmo e inquietudes que lo motivan a continuar con la tarea de investigación hasta el próximo encuentro.

Las ponencias presentadas en cada uno de los eventos son publicadas. En el sitio web <https://fce.uncuyo.edu.ar/jornadas-de-ciencias-economicas> se encuentran disponibles todos los trabajos expuestos desde el año 2000 inclusive. En esta oportunidad, las autoridades de la facultad, a través del Centro de Investigación y Vinculación Económica (CIVE), han seleccionado algunos de estos aportes, teniendo presente, especialmente, la relevancia del problema abordado, la metodología de investigación aplicada y la solidez de los resultados obtenidos. Estos documentos han sido propuestos para su publicación en *Cuyonomics. Investigaciones en Economía Regional* respetando el proceso regular de edición de nuestra revista, que incluye la evaluación de pares por el sistema de doble ciego.

Los artículos incluidos en este *dossier*, en consecuencia, surgen de trabajos presentados originalmente en las Jornadas de Ciencias Económicas de 2024, enriquecidos posteriormente por los aportes recibidos en ellas, la continuidad de la investigación de los autores y las sugerencias de los evaluadores externos. Corresponde destacar la diversidad y actualidad de las temáticas investigadas, que incluyen la economía circular del agua, el análisis de estrategias en mercados digitales y las consecuencias de la pandemia de COVID-19, con un denominador común: se trata de sólidos aportes académicos al desarrollo sostenible de la provincia de Mendoza.

La escasez hídrica, si bien es un problema global, resulta de trascendental importancia para la provincia de Mendoza, Argentina, debido a una desfavorable

combinación de factores climáticos, geográficos y demográficos. Por ello, su estudio está siempre vigente en nuestra región. El artículo “Estimación de los beneficios económicos derivados de la reutilización de aguas residuales en Mendoza, Argentina. Un enfoque desde la economía circular”, escrito por Eduardo Comellas y Araceli Virginia Agneni, explora la economía circular del agua como una solución vital para la escasez hídrica en el Área Metropolitana de Mendoza, Argentina. A diferencia del modelo lineal extraer-usar-desechar, promueve la reutilización y el tratamiento de las aguas residuales, especialmente para riego agrícola. Las ventajas de este cambio de paradigma parecen evidentes: se reduce la presión sobre los recursos naturales y se mitiga la contaminación. En su estudio, Comellas y Agneni analizan dos escenarios hacia el año 2035, uno tendencial y otro potencial optimizado, para cuantificar los beneficios económicos y ambientales de una gestión más eficiente. Los autores incorporan un enfoque original de evaluación económica, cuantificando los beneficios agrícolas del reúso de aguas tratadas, aspecto poco abordado en la literatura especializada. Sus resultados les permiten proyectar un incremento significativo en la producción agrícola y en la disponibilidad de agua no convencional. Por ello, subrayan la urgencia de invertir en infraestructura y políticas que fomenten este nuevo paradigma.

De esta investigación se destaca, especialmente, la economía circular como marco de análisis. Este concepto busca reducir, reutilizar y reciclar los recursos naturales y materiales con el fin de minimizar el impacto ambiental y fomentar la sostenibilidad. El reúso del agua busca, entonces, gestionar este recurso de manera más sostenible y eficiente, emulando los procesos naturales del ciclo hidrológico. El agua se considera un recurso valioso que debe conservarse y utilizarse de forma responsable, en lugar de ser desecharo.

Por otra parte, los canales de venta en línea son cada vez más frecuentes. Su utilización se ha extendido y consolidado en prácticamente todos los rubros del comercio minorista. Por ello, la comprensión del funcionamiento de los mercados en la nueva economía digital es de suma importancia para la defensa de la competencia en la región, así como para la formación de los futuros egresados en ciencias económicas, que deberán desarrollarse profesionalmente en este nuevo contexto. En el trabajo “Mercados digitales con mayor madurez. Nueva evidencia empírica”, Gianina Mattioli aborda un tema propio de la organización industrial, y particularmente relevante para nuestra región: las políticas de precios. Mattioli nos presenta los resultados de su investigación sobre el comportamiento de los precios en los canales de venta en línea de supermercados de la región del Gran Mendoza, Argentina. Compara datos recientes, recolectados haciendo uso *web scraping* como herramienta, con los correspondientes a un período anterior. Analiza flexibilidad y dispersión de precios de bienes no perecederos, evaluando si, con el transcurso del tiempo y la ganancia de madurez de los mercados que ello significa, se ha alcanzado mayor competencia. Concluye que, aunque la dispersión de precios sigue siendo

alta, ha disminuido en relación con los valores obtenidos anteriormente, indicando cierta tendencia hacia mercados en línea más competitivos, como predice la teoría. Sin embargo, las estrategias que emplean los vendedores, la existencia de costos de búsqueda para los consumidores y el contexto inflacionario nacional aún impiden una perfecta competencia.

De su trabajo corresponde destacar, especialmente, el empleo de una herramienta importante para la investigación económica, como es el *web scraping*, que tiene interesantes ventajas. Esta técnica posibilita ampliar considerablemente las bases de datos, ofreciendo un muestreo de mayor tamaño que el que puede conseguirse mediante búsquedas manuales. Como contrapartida, requiere una cuidadosa supervisión de la información recolectada, para evitar que los errores humanos sean sustituidos por los informáticos.

María Inés Lara y Monserrat Serio, en su documento “Enfermedades crónicas en Mendoza antes y después de la pandemia de COVID-19. Un análisis de datos de panel”, proponen un enfoque importante para el estudio de las consecuencias de la reciente pandemia de COVID-19. Se destaca la importancia social y económica del tema abordado, ya que las enfermedades crónicas constituyen la principal causa de muerte y discapacidad a nivel mundial. A diferencia de las enfermedades transmisibles, son resultado de una interacción compleja entre factores genéticos, fisiológicos, ambientales y conductuales, y suelen ser de larga duración, afectando la calidad de vida de quienes las padecen.

La pandemia de COVID-19 tuvo un impacto significativo en la carga global de las enfermedades crónicas y en el riesgo de muerte de las personas que las sufren. El virus SARS-CoV-2, causante de la pandemia, no solo afecta directamente los pulmones sino que también aumenta la vulnerabilidad de los pacientes con enfermedades crónicas, al causar daños en múltiples sistemas del cuerpo, incluyendo el hematológico, el cardiovascular, el renal, el digestivo, el endocrino y otros. Por ello, además de los efectos directos del virus, la pandemia generó numerosos efectos indirectos que influyeron en la gestión y el control de las enfermedades crónicas.

En este documento, las autoras analizan la evolución de las enfermedades crónicas y la conducta de salud en la provincia de Mendoza, Argentina, antes y después de la pandemia. Su investigación enfatiza que las enfermedades no transmisibles son una amenaza global significativa, exacerbada por la crisis que se originó en el sistema debido a interrupciones en los servicios de salud y al riesgo de mortalidad incrementado. Lara y Serio estiman modelos de panel lineales que consideran la heterogeneidad individual no observada y permiten un mejor conocimiento sobre el comportamiento dinámico de la prevalencia pre y pospandemia. Los resultados sugieren una disminución de la necesidad de atención de salud en conjunto y una reducción significativa de la demanda de atención, al estratificar por motivo de la consulta, así como un aumento de la prevalencia de enfermedades cardiovasculares, diabetes y enfermedades pulmonares crónicas. Corresponde, entonces, com-

partir con las autoras su recomendación sobre la importancia de comprender estos cambios para mejorar las respuestas del sistema de salud frente a futuras crisis.

Referencias bibliográficas

- AGUILAR-BARRIENTOS, S., VILLEGRAS-GOMEZ, J. y ARIAS-SALAZAR, A (2021). Pricing and promotion: A literature review. *Alibi Research, Management and Engineering Journal*, 9(3), 59-65. doi:10.15649/2346030X.2587.
- GHISELLINI, P., CIALANI, C. y ULGIATI, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>.
- SABATE, F., CAÑABATE, A., COBO, E. y GARCÍA D. (2009). Is the Internet making markets more efficient? The evidence according to price indicators in Spain. *Intangible Capital*, 5(2), 125-151.

Estimación de los beneficios económicos derivados de la reutilización de aguas residuales en Mendoza, Argentina. Un enfoque desde la economía circular¹

Estimation of the economic benefits of wastewater reuse in Mendoza, Argentina: A Circular Economy perspective

Eduardo Alejandro Comellas

Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Cuyo
eduardo.comellas@fce.uncu.edu.ar

Araceli Virginia Agneni

Subgerencia Centro Regional Andino, Instituto Nacional del Agua
aagneni@ina.gob.ar

Fecha de recepción: 15/10/2024. Fecha de aceptación: 25/4/2025

¹ Una versión preliminar de este trabajo fue presentada en las Jornadas de Ciencias Económicas de la Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Cuyo, edición 2024, bajo el título “Economía Circular del Agua: uso, tratamiento y reuso en el Área Metropolitana de Mendoza”.



URL de la revista: revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/cuyonomics

ISSN 2591-555X

Esta obra es distribuida bajo una Licencia Creative Commons
Atribución No Comercial – Compartir Igual 4.0 Internacional

Resumen

La economía circular reduce el impacto ambiental y promueve el uso eficiente de los recursos. En este marco, la economía circular del agua (ECA) propone estrategias para la reutilización del agua como herramienta frente a la escasez hídrica. El presente artículo analiza la aplicación de la ECA en el Área Metropolitana de Mendoza, Argentina, región caracterizada por un clima semiárido y alta dependencia del agua de deshielo. Se distingue por incorporar un enfoque original de evaluación económica, cuantificando los beneficios agrícolas del reúso de aguas tratadas, aspecto poco abordado en la literatura especializada. Para ello se estudian las plantas de tratamiento Campo Espejo y Paramillos, que actualmente tratan $1,48 \text{ m}^3/\text{s}$ y $1,75 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente, e irrigan un total de 3680 hectáreas agrícolas. A partir de proyecciones demográficas, agronómicas y técnicas se construyen dos escenarios prospectivos hacia 2035: uno tendencial y otro potencial. Los resultados estiman que, en el escenario tendencial, el valor actual de los beneficios agrícolas alcanzaría los USD 25 700 000, mientras que en el escenario potencial, con mejoras estructurales, podría llegar a USD 100 910 000. Esto representa una diferencia de USD 75 200 000, atribuible a la expansión del sistema de tratamiento y reúso. Además, el uso extendido de aguas tratadas permitiría incorporar 134 hm^3 anuales a la oferta hídrica de la región, equivalentes al 8,5 % del total actual.

Palabras clave: economía circular del agua, plantas de tratamiento, reúso del agua

Abstract

The Circular Economy (CE) promotes environmental sustainability through the reduction, reuse, and recycling of natural resources and materials. Within this framework, the Circular Water Economy (CWE) proposes strategies for water reuse as a tool to address water scarcity. This article analyzes the application of CWE in the Mendoza Metropolitan Area (MMA), Argentina—a semi-arid region highly dependent on snowmelt water. The study focuses on the Campo Espejo and Paramillos wastewater treatment plants, which currently process $1.48 \text{ m}^3/\text{s}$ and $1.75 \text{ m}^3/\text{s}$, respectively, and irrigate a total of 3,680 hectares of agricultural land. Based on demographic, agronomic, and technical projections, two prospective scenarios are constructed for the year 2035: a baseline (tendential) and an optimized (potential) ones. Results estimate that, under the tendential scenario, the net present value of agricultural production benefits would reach USD 25.70 million, while the potential scenario could achieve USD 100.91 million. This represents an additional USD 75.20 million, attributable to the expansion and optimization of the treatment and reuse system. Moreover, extended reuse of treated wastewater would contribute with 134 hm^3 per year to the regional water supply, equivalent to an increment of 8.5%.

Keywords: circular water economy, wastewater treatment plants, water reuse.

Journal of Economic Literature (JEL): Q1

Introducción

En un escenario global signado por la crisis climática y el estrés hídrico creciente la reutilización del agua emerge como una estrategia imprescindible para alcanzar la sostenibilidad. La gestión eficiente y segura del recurso hídrico se ha convertido en una prioridad a nivel internacional, especialmente en regiones que enfrentan escasez estructural. En este contexto, el reúso de aguas residuales tratadas —tanto de origen urbano como industrial— representa una herramienta clave para responder al aumento de la demanda, la reducción de la disponibilidad natural (en términos cuantitativos y cualitativos) y los impactos derivados del cambio climático. Esta práctica ha ganado protagonismo global por su potencial para mejorar la seguridad hídrica, reducir la contaminación ambiental y aumentar la resiliencia de los sistemas sociales, económicos y ecológicos (Korhonen et al., 2018).

La viabilidad de los esquemas de reutilización depende de múltiples factores físicos, económicos, sociales e institucionales: la disponibilidad de infraestructura adecuada, los costos operativos y de tratamiento, la aceptación social, la existencia de marcos regulatorios claros y el impacto ambiental de las soluciones implementadas. En este marco, el uso de aguas residuales tratadas con fines agrícolas se consolida como una práctica central dentro de la economía circular del agua (ECA), entendida como una estrategia de gestión que prioriza la regeneración y el uso eficiente del agua dentro de un modelo productivo que reduce pérdidas, reutiliza recursos y minimiza externalidades negativas.

La economía circular (EC), en términos generales, propone una transformación estructural del modelo lineal tradicional basado en la lógica de extracción-producción-consumo-desecho. La EC promueve un ciclo cerrado de materiales y recursos, en el que los residuos son reinserados como insumos en nuevos procesos (Kuah y Wang, 2020). En particular, la ECA busca cerrar el ciclo del agua mediante su recuperación, tratamiento, reutilización y reintegración al sistema económico-productivo. Este paradigma es definido como una forma de emular los procesos naturales del ciclo hidrológico, optimizando la eficiencia del recurso hídrico (Morató et al., 2006).

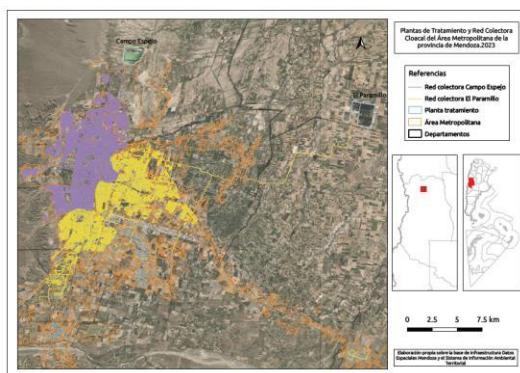
En el caso del Área Metropolitana de Mendoza (AMM) esta problemática adquiere especial urgencia debido a su clima semiárido, precipitaciones inferiores a los 200 mm anuales y alta dependencia del agua de deshielo andino. La disponibilidad hídrica per cápita ronda los 1500 m³/hab/año, lo que ubica a la región en una condición crítica de estrés hídrico (Universidad Nacional de Cuyo, 2021). En este

escenario, el reúso del agua en escala regional no solo es deseable, sino estratégicamente necesario.

La reutilización de aguas residuales para fines agrícolas en Mendoza tiene raíces que se remontan a mediados del siglo XX, aunque los primeros esfuerzos formales comenzaron a consolidarse hacia las décadas de 1970 y 1980. En un contexto de creciente presión sobre los recursos hídricos y aumento demográfico, el Estado provincial comenzó a considerar el tratamiento de aguas residuales no solo como una necesidad sanitaria, sino como una oportunidad para incrementar la oferta hídrica con fines productivos. La inauguración de la planta de tratamiento de Campo Espejo en 1976 marcó el inicio de una etapa institucionalizada en la gestión del reúso. Posteriormente, en 1986, se puso en marcha la planta de Paramillos, con el fin de ampliar la capacidad de depuración y extender la posibilidad de irrigar nuevas superficies agrícolas con aguas tratadas. Ambas infraestructuras fueron concebidas con una lógica de aprovechamiento circular del recurso, en línea con los primeros esbozos del paradigma que hoy se conoce como ECA. En las décadas posteriores el sistema de reúso se consolidó: las plantas continuaron operativas, se expandió el sistema mediante inversión en ampliaciones y mantenimiento de las plantas de tratamiento, zonas irrigadas y el progresivo incremento de la cobertura del sistema cloacal en zonas urbanas. Además, se fortaleció el esquema normativo, se incrementaron los incentivos económicos (ahorro de costos) para los usuarios agrícolas y se logró consenso social relativo a su uso.

Una de las estrategias más relevantes implementadas en la región es el desarrollo de áreas de cultivos restringidos especiales (ACRE), zonas agrícolas específicamente habilitadas para ser irrigadas con aguas residuales tratadas, bajo estrictas regulaciones sanitarias. Los efluentes cloacales son depurados en las plantas de tratamiento de Campo Espejo y Paramillos, que operan en la zona oeste y este del AMM, respectivamente, y conducidos hacia los ACRE (imagen 1).

Imagen 1. Ubicación de las plantas de tratamiento, red colectora cloacal y ACRE del AMM



Fuente: elaboración propia sobre la base del procesamiento de datos catastrales mediante ArcGIS.

En estas áreas se cultivan especies agrícolas no destinadas al consumo humano directo en crudo, como vid, forrajes, bulbos, álamos y otros cultivos autorizados, bajo criterios de salubridad definidos por normativas locales y las directrices de la Organización Mundial de la Salud (1989). En este marco, el presente estudio se orienta a analizar, desde una perspectiva económica comparativa, los beneficios derivados del sistema de reúso de aguas residuales tratadas en el AMM bajo dos escenarios prospectivos: uno tendencial, que proyecta la continuidad de las condiciones actuales, y otro potencial, que considera mejoras en infraestructura, eficiencia y cobertura del sistema. La metodología aplicada permite estimar el valor actual de los beneficios (VAB) agrícolas, considerando variables como caudales tratados, superficie irrigada, estructura de cultivos y rendimientos económicos, con base en datos oficiales y literatura especializada. Este enfoque facilita la identificación de oportunidades de mejora en la gestión hídrica regional, en el marco de una EC.

Aunque la práctica del reúso con fines agrícolas cuenta con antecedentes consolidados en Mendoza, la principal contribución de este trabajo radica en la incorporación de un enfoque de evaluación económica sistemática, aspecto escasamente abordado tanto a nivel nacional como regional. A diferencia de estudios centrados exclusivamente en dimensiones técnicas o normativas, se cuantifican beneficios agrícolas directos de la reutilización de aguas residuales a través de herramientas de análisis prospectivo. A nivel internacional, los trabajos que combinan estimaciones económicas con escenarios de ECA son limitados (Campos y Cuadrado, 2023; Iacovidou et al., 2017), lo que refuerza el carácter original y metodológicamente innovador del enfoque propuesto.

El marco conceptual del presente trabajo se fundamenta en la EC, entendida como una respuesta al modelo económico lineal tradicional basado en la secuencia extraer-producir-consumir-desechar. Este enfoque tradicional resulta insostenible frente al agotamiento de los recursos naturales y el incremento de los residuos (Ghisellini et al., 2016). En otro sentido, la EC propone un sistema de producción y consumo basado en la reutilización, reparación, renovación y reciclaje, de modo que los productos, materiales y recursos mantengan su utilidad durante el mayor tiempo posible.

Los antecedentes conceptuales de la EC se remontan a los años sesenta y setenta, con aportes de la economía ecológica, como la ley de la entropía (Georgescu-Roegen, 1971), la noción de producción más limpia y ciclos cerrados (Stahel y Reday, 1976) y el enfoque *cradle to cradle* (McDonough y Braungart, 2002). A partir de 2010, la EC se consolidó (Ellen MacArthur Foundation, 2013) como modelo global, integrando principios de eficiencia sistémica, resiliencia y simbiosis industrial.

Una derivación directa de este enfoque es la ECA, que aplica los principios de circularidad a la gestión del recurso hídrico. La ECA promueve su uso eficiente mediante la reducción de pérdidas, la recuperación, el tratamiento y la reutilización, con el objetivo de minimizar el impacto ambiental y maximizar la disponibilidad efectiva del recurso (Morató et al., 2006). Este paradigma busca imitar los ciclos na-

turales del agua mediante tecnologías sostenibles que permiten su reintegración segura al sistema económico-productivo.

La literatura internacional ha abordado el reúso de aguas residuales desde múltiples perspectivas: técnicas, sanitarias, normativas y económicas. Países como España e Israel (Asano et al., 2007; Hernández et al., 2017) destacan por su alto nivel de institucionalización, infraestructura avanzada y aceptación social. En América Latina, experiencias en México y Chile (Jiménez y Asano, 2008) evidencian desafíos vinculados a la gobernanza, la regulación sanitaria y la percepción pública.

Desde el punto de vista metodológico, el uso de evaluaciones económico-financieras en contextos de EC, integrando análisis de costo-beneficio, modelización de escenarios y valoración de servicios ecosistémicos, es ampliamente deseable en la planificación de políticas públicas (Iacovidou et al., 2017) Particularmente, la aplicación de escenarios prospectivos permite anticipar el impacto económico de decisiones estratégicas sobre la gestión hídrica, bajo condiciones de incertidumbre estructural (Amer et al., 2013).

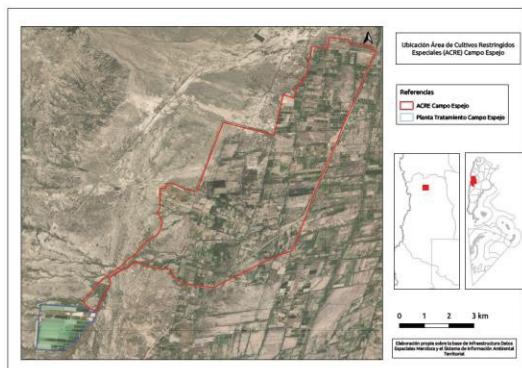
En este sentido, la ECA puede entenderse como una manifestación aplicada de los principios más amplios de la economía ecológica, una corriente que cuestiona los supuestos neoclásicos del crecimiento ilimitado y propone la internalización de los límites biofísicos del planeta (Daly, 1996; Martínez Alier, 2002). A diferencia del enfoque tradicional, que suele centrarse en la eficiencia y la maximización del rendimiento económico, la economía ecológica introduce consideraciones de justicia intergeneracional, resiliencia ecológica y equidad distributiva en el uso de los recursos naturales. Asimismo, se han planteado enfoques éticos alternativos, como la economía para la vida (Hinkelammert y Mora, 2005), que pone en el centro la reproducción de la vida humana y natural como criterio rector del sistema económico. Si bien el presente trabajo no desarrolla explícitamente estos marcos teóricos, su orientación hacia el uso racional y sostenible del agua residual, la valoración de externalidades positivas y la promoción de prácticas circulares se alinean tácitamente con estos enfoques críticos. Incorporar esta perspectiva permite enriquecer el análisis, destacando no solo los beneficios económicos sino también su coherencia con un paradigma de desarrollo basado en la sostenibilidad fuerte.

Metodología y supuestos

Se adopta una metodología cuantitativa de análisis prospectivo, estructurada en la construcción comparativa de dos escenarios: tendencial y potencial con horizonte temporal al año 2035. La estimación de beneficios económicos se basa en la aplicación del VAB, mediante el uso de tasas sociales de descuento. La información utilizada proviene de fuentes oficiales, datos agronómicos y publicaciones especializadas. A continuación, se detallan las características del sistema bajo análisis, los supuestos adoptados y las fórmulas utilizadas.

La planta Campo Espejo depura los líquidos cloacales generados por 436 000 habitantes de la zona oeste del AMM, con un caudal de 1,48 m³/s. Este valor representa aproximadamente el 3 % del caudal medio anual del río Mendoza (Observatorio del Agua, 2023). Actualmente, se irrigan alrededor de 1630 hectáreas del ACRE Campo Espejo (Imagen 2).

Imagen 2. Planta de tratamiento y área de cultivos restringidos de Campo Espejo



Fuente: elaboración propia sobre la base del procesamiento de datos catastrales mediante ArcGIS.

Se cultivan en esta zona 1630 hectáreas (tabla 1), observándose la mayor proporción en vid, hortalizas y bulbos.

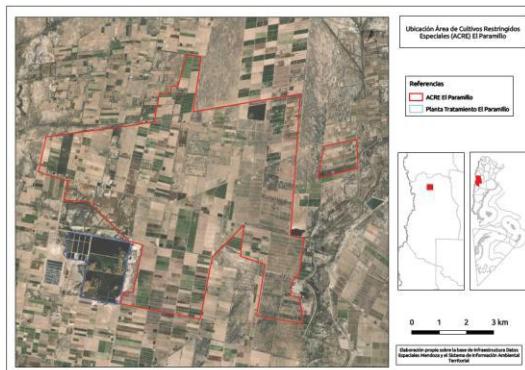
Tabla 1. Superficie cultivada en ACRE Campo Espejo (en hectáreas y proporciones)

Cultivo	Proporción (%)	Hectáreas
Vid	25,21	411
Hortalizas	19,82	323
Bulbos	15,52	253
Forrajeros	9,94	162
Álamos	9,45	154
Olivos	9,08	148
Frutas	4,54	74
Almendras	2,02	33
Tubérculos	1,53	25
Pasturas	1,47	24
Eucaliptos	1,35	22
TOTALES	100,00	1630

Fuente: elaboración propia sobre la base de datos aportados por la Dirección de Estadística e Investigaciones Económicas de Mendoza.

La planta Paramillos trata un caudal de 1,75 m³/s de efluentes provenientes de la zona este (imagen 3) del AMM. Esta cifra representa, según el Observatorio del Agua (2023), alrededor del 3,5 % del promedio anual del caudal del río Mendoza. En ella se depuran actualmente los líquidos cloacales provenientes de 537 000 habitantes. La superficie actualmente irrigada asciende a 2050 hectáreas.

Imagen 3. Planta de tratamiento Paramillos y ACRE



Fuente: Planta de tratamiento Paramillos y ACRE. Elaboración propia sobre la base del procesamiento de datos catastrales mediante ArcGIS.

En esta ACRE, el 75 % de la superficie irrigada es ocupada por plantaciones de vid, hortalizas y olivos, como se puede apreciar en la tabla 2.

Tabla 2. Superficie cultivada en ACRE Paramillos (en hectáreas y proporciones)

Cultivo	Proporción (%)	Hectáreas
Vid	38,49	789
Hortalizas	21,27	436
Olivos	15,17	311
Forrajeros	10,24	210
Bulbos	8,88	182
Frutas	0,73	15
Zanahorias	2,78	57
Tubérculos	0,29	6
Álamos	2,15	44
Total	100,00	2050

Fuente: elaboración propia con datos aportados por la Dirección de Estadística e Investigaciones Económicas.

Metodológicamente, se estiman dos escenarios: uno tendencial (E_T) y otro potencial (E_P). El primero considera las condiciones actuales de tratamiento y reúso, y proyecta un crecimiento poblacional similar al de la última década. El segundo asume mejoras en infraestructura y cobertura cloacal. En ambos casos, se estiman: caudal tratado, población beneficiada, superficie irrigada, cultivos implantados y valor económico de la producción agrícola. La construcción de los escenarios utilizados se enmarca dentro de un enfoque prospectivo basado en la planificación de situaciones contextuales alternativas. Esta metodología permite analizar de forma comparativa la evolución de un sistema bajo distintas condiciones futuras, incorporando supuestos plausibles a partir de datos históricos, tendencias demográficas, climáticas, económicas y tecnológicas.

Complementariamente a lo ya mencionado, el E_T se construye a partir de la prolongación de tendencias actuales, manteniendo constantes los principales parámetros estructurales del sistema, como el ritmo de crecimiento poblacional, el caudal medio del río Mendoza, la superficie actualmente irrigada y la capacidad operativa de las plantas de tratamiento. Este escenario representa una proyección conservadora, útil para identificar brechas o déficits bajo condiciones de continuidad. Por otro lado, el E_P incorpora supuestos optimistas razonables, como mejoras en la infraestructura, mayor cobertura del sistema cloacal, políticas activas de eficiencia hídrica y expansión de las ACRE. Así, se busca estimar el potencial beneficio económico derivado de la implementación de intervenciones estratégicas.

Ambos escenarios se elaboraron bajo un enfoque de modelización heurística basado en el juicio experto, apoyado por evidencia empírica provista por fuentes oficiales (Aysam, DEIE, Observatorio del Agua) y literatura especializada. Este procedimiento metodológico destaca a la construcción de escenarios cualitativos-cuantitativos como una herramienta útil para planificar políticas públicas en contextos de incertidumbre estructural.

Por otro lado, cabe aclarar que los costos específicos derivados de un incremento en el flujo de tratamiento de efluentes y del mantenimiento de las plantas no se incrementarían de manera significativa al aumentar su capacidad de tratamiento, depuración y distribución. Esa expansión puede considerarse una externalidad positiva derivada de la universalización progresiva de la conexión de viviendas a la red colectora cloacal (la cual, sin necesidad de incrementar su capacidad, conduciría esa mayor cantidad de efluentes a las plantas).

Derivado del comentario del párrafo anterior es que, ante la relativamente escasa o nula variación de los costos frente al incremento de los beneficios en el sector analizado, es viable efectuar el análisis comparativo de escenarios tomando en consideración el VAB (ecuación 1).

$$VAB = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}$$

Donde B_t es el beneficio neto en el año t , r es la tasa social de descuento (TSD) y n es el horizonte temporal (años).

La TSD es la utilizada para traer a valor presente los beneficios y costos futuros de un proyecto desde la perspectiva de la sociedad en su conjunto. Ella refleja las preferencias de la sociedad por el consumo presente frente al consumo futuro y constituye un factor determinante en la evaluación de proyectos a mediano y largo plazo, como los ambientales, en los que los beneficios pueden tardar en manifestarse.

Para el caso bajo estudio, la TSD utilizada a los efectos de comparar el ET y el EP , será del 20 %. Esta elección, abierta a discusión para líneas de estudios futuros, se fundamenta en tres elementos clave (Harberger y Jenkins, 2002): (i) la alta volatilidad macroeconómica y los niveles de riesgo país de Argentina, que elevan la preferencia temporal por beneficios actuales; (ii) la práctica observada en manuales de inversión pública de países de ingreso medio, donde tasas entre 10 % y 20 % son utilizadas en contextos de competencia entre proyectos sociales, y (iii) la bibliografía de referencia, que reconoce este rango como aceptable en economías emergentes.

No obstante, se reconoce que, para estudios ambientales de largo plazo, y de generarse un proceso de estabilización de las variables macroeconómicas nacionales, sería razonable el uso de TSD menores, del 5 % al 10 % (López y Anriquez, 2007). Por ello, como lineamientos de estudios futuros y si la estabilidad macroeconómica en Argentina se consolida se sugiere realizar análisis de sensibilidad para verificar la robustez de los resultados bajo diferentes y menores TSD.

Supuestos para la construcción de escenarios

Escenario tendencial:

- ▶ La tasa de crecimiento poblacional promedio anual del AMM se mantiene en 1,12 (dato del período 2010-2022 emitido por el Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2022).
- ▶ El caudal anual promedio del río Mendoza se mantiene dentro de los valores históricos: 50 m³/s, según el Departamento General de Irrigación de Mendoza (2021).
- ▶ El consumo promedio per cápita de agua potable, según datos que la empresa proveedora del servicio, Agua y Saneamiento Mendoza (AySaM), publica en su página oficial (2025), se ubica en 450 l/h.d. Puede suponerse que cerca del 60 % son vertidos a las redes cloacales.
- ▶ La eficiencia de conducción externa —agua no contabilizada— susceptible de ser mejorada se reduciría en un 20 % (Llop et al., 2013).
- ▶ La cantidad de conexiones hacia el sistema cloacal que deriva en las plantas de tratamiento se incrementará a la tasa a la cual aumenta la población (1,12 %).

- ▶ La planta de tratamiento de efluentes cloacales Paramillos mantiene su actual capacidad de depuración: $1,75 \text{ m}^3/\text{s}$.
- ▶ La planta de tratamiento de efluentes cloacales Campo Espejo mantiene su actual capacidad de depuración: $1,48 \text{ m}^3/\text{s}$.
- ▶ La superficie cultivada en el ACRE de Paramillos mantiene las actuales dimensiones: se irrigan 2050 hectáreas con agua tratada en la planta.
- ▶ La superficie cultivada en ACRE Campo Espejo mantiene las actuales dimensiones, se irrigan 1630 hectáreas con agua tratada en la planta.
- ▶ Las proporciones de cada especie cultivada en ambos ACRE y sus respectivos rendimientos agronómicos se mantienen sin cambios.
- ▶ Se asume que no se generarán distorsiones en los precios relativos (y en términos reales) en las toneladas de cada cultivo.
- ▶ Se invierte en infraestructura la cantidad necesaria para mantener el estado actual de las obras existentes en las plantas, solo se incrementa la capacidad de tratamiento de cada una de ellas en función del crecimiento demográfico del AMM.
- ▶ La TSD utilizada para descontar los flujos de fondos es del 20 % en todos los escenarios planteados y el horizonte temporal bajo análisis, 10 años.

Escenario potencial

- ▶ La tasa de crecimiento poblacional del AMM se incrementa progresivamente, bajo el supuesto de mejora en la calidad de vida, desarrollo económico e intensificación de migración a la ciudad: alcanza para 2035 una variación del 1,6 % anual.
- ▶ El caudal anual promedio del río Mendoza se reduce, siguiendo los escenarios asociados con los Modelos de Circulación General de la Atmósfera (Kononova, 2009), a valores anuales cercanos a $37 \text{ m}^3/\text{s}$.
- ▶ Mediante la adecuada colocación de incentivos económicos y el cobro volumétrico del servicio, el consumo promedio per cápita de agua potable se reducirá y ubicará en 300 l/h.d. Un porcentaje aproximado del 60 % de ellos serán vertidos a las redes cloacales.
- ▶ La cantidad de conexiones hacia el sistema cloacal que deriva en las plantas de tratamiento se incrementa, tanto por incorporaciones de nuevas edificaciones, como por conexiones progresivas al sistema de inmuebles existentes antes de 2025.
- ▶ La planta de tratamiento de efluentes cloacales Paramillos incrementa su capacidad de depuración ($2,25 \text{ m}^3/\text{s}$), mientras que Campo Espejo tratará $2 \text{ m}^3/\text{s}$.
- ▶ La superficie cultivada en el ACRE Paramillos puede incrementarse y su nueva dimensión permitirá irrigar 5000 hectáreas con agua tratada, mientras que la superficie cultivada en el ACRE Campo Espejo puede incrementarse y permitiría irrigar 4500 hectáreas.
- ▶ Las proporciones de cada especie cultivada en ambas ACRE y su rendimiento agronómico se mantienen sin cambios.

- ▶ No se generan distorsiones en los precios relativos de cada cultivo para ambas ACRE.
- ▶ La TSD utilizada para descontar los flujos de fondos es del 20 % en todos los escenarios planteados y el horizonte temporal bajo análisis, de 10 años.
- ▶ Se efectúan las inversiones necesarias para ampliar la capacidad de tratamiento de cada planta a una tasa mayor que el crecimiento demográfico del AMM. Se supone que el incremento en la capacidad de tratamiento de ambas plantas y la superficie irrigada en las ACRE crecerá a una tasa del 10 % anual hasta el año 2035.

Datos y supuestos adicionales

Los precios de los cultivos y sus rendimientos se estiman a través de las publicaciones periódicas elaboradas por la Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas de Mendoza. La tabla 3 muestra los resultados obtenidos a través de la aplicación de cálculos sobre estas bases de datos: las series históricas de precios anuales de los principales cultivos de la provincia, expresados en USD por tonelada de producción anual (según el tipo de cambio vigente), permiten determinar el precio promedio histórico de cada cultivo (USD por tonelada). Este cálculo, para cada uno de los tipos de plantaciones presentes en las ACRE de Paramillos y Campo Espejo, se muestra en la segunda columna de la tabla 3. Por otra parte, en la tercera columna se presenta el rendimiento de cada hectárea productiva cultivada (toneladas por hectárea). Ese dato es calculado mediante el cociente entre el total producido de cada cultivo en la cuenca (expresado en toneladas) y la superficie ocupada por ellos (expresada en hectáreas).

Tabla 3. Tipos, precio (USD por tonelada) y rendimientos (toneladas por hectárea) de cultivos en ACRE.

Tipo de cultivo	USD por tonelada	Toneladas por hectárea
Vid	103	10,8
Hortalizas	118	18,0
Olivos	3	10,0
Forrajeros	83	21,2
Bulbos	56	7,50
Zanahorias	7	20,0
Álamos	75	50,0
Frutas	97	20,0
Tubérculos	48	15,0
Pasturas	66	18,0

Fuente: elaboración propia sobre la base de datos extraídos del Observatorio del Agua (2023).

Bajo los supuestos anteriores se estima el VAB futuro derivado de la producción de cada una de las ACRE hasta el año 2035 (horizonte temporal de 10 años que comienza en 2025). Finalmente, se comparan los rendimientos monetarios obtenidos bajo los supuestos del escenario tendencial y del escenario potencial. Para ello se calcula el VAB del *E_T* y del *E_P*. La diferencia entre ambos explica los potenciales beneficios asociados al reúso si se efectúan cambios estructurales y no estructurales en el desempeño del sistema. Con ello se pretende determinar las implicancias económicas sustentadas en la aplicación de las propuestas presentadas.

Resultados y discusión

En esta sección se presentan los resultados de la estimación del VAB en ambos escenarios. A partir de los datos agronómicos, poblacionales y técnicos disponibles se proyectan caudales tratados, superficies irrigadas y beneficios económicos derivados de la producción agrícola en las ACRE vinculadas a las plantas de Campo Espejo y Paramillos.

En el *E_T* la planta de Paramillos continúa con las mismas unidades de tratamiento y la actual superficie cultivada se mantiene (2050 hectáreas). Dicha planta continúa depurando los líquidos cloacales de la zona este del Gran Mendoza. Debido al incremento tendencial de la población y a la falta de modificación en conductas de consumo, la cantidad de efluentes tratados podría estimarse en 1,95 m³/s (provenientes del tratamiento de los efluentes de 537 000 habitantes estimados para 2035). La planta Campo Espejo mantiene las mismas unidades de tratamiento, y llega a irrigar la totalidad de las hectáreas empadronadas (1630 hectáreas). Ella depurará los líquidos cloacales de 450 000 habitantes estimados para 2035 en la zona oeste del AMM, aproximadamente 1,89 m³/s.

Con el supuesto derivado del uso potencial de la totalidad de hectáreas empadronadas, manteniendo la actual proporción de cultivos, asumiendo que no se efectuarán mejoras en los sistemas de tratamiento de las plantas y suponiendo que no se generarán cambios en los precios reales de los cultivos, el valor anual promedio de la producción de ambas ACRE ascendería a USD 4 950 000. Este dato se obtiene sumando los totales visualizados en la tabla 4 para cada una de las plantas.

El valor actualizado de los beneficios de la producción según la ecuación 1, asumiendo un horizonte temporal hasta el año 2035 y una tasa de descuento del 20 %, asciende a USD 25 700 000.

En el *E_P* la planta de Paramillos podría ser readecuada para incrementar sus unidades de tratamiento. En ella podrían ser depurados 2,25 m³/s provenientes de 553 000 habitantes estimados y conectados a la red colectora cloacal para 2035 en la zona este del Gran Mendoza. Con el supuesto derivado del uso potencial de la totalidad de hectáreas empadronadas, más cierta porción asociada al incremento del ACRE, la superficie podría alcanzar las 2500 hectáreas. Se asume que estas cifras

son alcanzadas progresivamente a razón de un 10 % más en cada año del horizonte establecido. Se supone que se mantendrá la actual proporción de cultivos y que no hay cambios significativos en sus precios reales. Bajo estos supuestos, el valor anual derivado de la producción de las ACRE de Paramillos se incrementaría progresivamente de USD 2 820 000 en 2025 a USD 7 310 000 en 2035. Por el lado de la superficie, se incrementará a una tasa del 10 % anual, de 2255 hectáreas en 2025 a 5849 hectáreas en 2035.

Tabla 4. Cultivo, proporción (%), superficie (hectáreas) y valor (USD) para las plantas Paramillos y Campo Espejo

Planta de tratamiento Paramillos				Planta de tratamiento Campo Espejo		
Cultivo	Proporción (%)	Hectáreas	Valor (USD)	Proporción (%)	Hectáreas	Valor (USD)
Vid	35,85	735	818 088	26,30	429	477 200
Hortalizas	20,31	416	880 920	19,90	324	686 299
Olivos	13,40	275	9340	9,73	159	5392
Forrajeros	9,50	195	343 409	9,80	160	281 675
Bulbos	8,05	165	69 213	15,95	260	109 040
Zanahorias	2,78	57	8274	0,00	0	-
Álamos	2,15	44	165 281	9,46	154	578 243
Frutas	5,96	122	236 895	4,51	74	142 534
Tubérculos	2,00	41	29 671	1,54	25	18 166
Pasturas	0,00	0	-	1,47	24	28 375
Eucaliptos	0,00	0	-	1,34	22	62 250
Totales	100,00	2050	2 561 090	100,00	1630	2 389 173

Fuente: elaboración propia sobre la base de datos extraídos del Observatorio del Agua (2023) y la Dirección de Estadísticas y Censos de la provincia de Mendoza.

La planta Campo Espejo podría incrementar su capacidad y alcanzar un volumen de 2 m³/s de efluentes depurados provenientes de los líquidos cloacales de 520 000 habitantes estimados para 2035 en el oeste del AMM. Con el supuesto del uso potencial de la totalidad de hectáreas empadronadas, más cierta porción asociada al incremento del ACRE, la superficie irrigada podría alcanzar 4651 hectáreas. Se asume que estas cifras son alcanzadas progresivamente a razón de un 10 % más en cada año del horizonte establecido. Se supone que se mantiene la actual proporción de cultivos y que no hay cambios significativos en sus precios reales. Bajo estos supuestos el valor derivado de la producción, ascendería de USD 2 630 000 para 2025 a USD 6 820 000 en 2035. La superficie cultivada se incrementaría progresivamente de 1793 a 4651 hectáreas.

Tabla 5. Valor anual estimado de la producción y superficie cultivada en ACRE Campo Espejo y Paramillos (E_p) (millones de USD por tipo de cultivo, 2025-2035)

	2025		2026		2027		2028		2029		2030		2031		2032		2033		2034		2035	
Cultivo	Sup	USD																				
Vid	808	0.9	889	0.99	978	1.07	1076	1.20	1184	1.32	1302	1.45	1432	1.59	1575	1.75	1733	1.93	1096	2.12	2097	2.33
Hortalizas	454	0.97	504	1.07	554	1.17	610	1.29	671	1.42	738	1.56	811	1.72	892	1.89	982	2.08	1080	2.28	1188	2.51
Olivos	302	0.01	332	0.01	366	0.01	402	0.01	442	0.02	487	0.02	535	0.02	589	0.02	648	0.02	713	0.02	784	0.03
Forrajeros	214	0.38	236	0.42	259	0.48	285	0.50	314	0.55	345	0.61	380	0.67	417	0.74	459	0.81	505	0.89	556	0.98
Bulbos	182	0.08	200	0.08	220	0.09	242	0.10	266	0.11	292	0.12	322	0.13	354	0.15	389	0.16	428	0.18	471	0.20
Zanahorias	63	0.01	69	0.01	77	0.01	83	0.01	92	0.01	101	0.01	111	0.02	122	0.02	134	0.02	148	0.02	163	0.02
Álamos	48	0.18	53	0.20	59	0.22	65	0.24	71	0.27	78	0.29	85	0.32	94	0.35	104	0.39	114	0.43	126	0.47
Frutas	148	0.08	163	0.09	179	0.10	197	0.11	216	0.13	237	0.14	262	0.16	288	0.18	316	0.20	349	0.23	384	0.26
Túberculos	45	0.05	50	0.04	55	0.05	61	0.06	67	0.07	74	0.08	81	0.09	89	0.1	97	0.11	106	0.13	117	0.15
Pasturas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Eucaliptos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	2268	2,66	2496	2,91	2747	3,20	3021	3,52	3323	3,90	3654	4,28	4019	4,72	4420	5,20	4862	5,72	5349	6,3	5886	6,95
Vid	472	0.58	519	0.64	568	0.70	628	0.70	690	0.77	759	0.85	835	0.93	919	1.02	1011	1.13	1112	1.24	1223	1.36
Hortalizas	357	0.75	400	0.91	431	1.04	475	1.00	522	1.11	575	1.22	632	1.34	695	1.47	765	1.62	841	1.78	925	1.96
Olivos	174	0.01	192	0.01	212	0.01	232	0.01	255	0.01	281	0.01	309	0.01	340	0.01	374	0.01	411	0.02	453	0.02
Forrajeros	176	0.31	193	0.34	212	0.38	234	0.41	257	0.45	283	0.50	310	0.55	342	0.60	377	0.66	416	0.73	456	0.80
Bulbos	286	0.12	314	0.15	346	0.18	381	0.21	419	0.23	461	0.26	507	0.30	557	0.33	613	0.37	674	0.42	742	0.48
Zanahorias	170	0.04	187	0.05	206	0.06	228	0.07	248	0.08	273	0.10	300	0.12	331	0.14	364	0.16	400	0.18	440	0.21
Álamos	81	0.06	89	0.07	98	0.08	108	0.09	119	0.10	131	0.11	144	0.13	158	0.14	174	0.16	191	0.18	210	0.21
Frutas	63	0.08	70	0.09	78	0.10	87	0.11	97	0.13	108	0.14	120	0.16	133	0.18	147	0.20	162	0.23	178	0.26
Túberculos	33	0.05	37	0.06	41	0.06	46	0.07	51	0.08	57	0.09	63	0.10	70	0.11	77	0.12	85	0.14	94	0.15
Pasturas	26	0.03	29	0.03	32	0.04	35	0.04	39	0.05	43	0.05	47	0.06	51	0.06	57	0.07	62	0.08	68	0.09
Eucaliptos	24	0.06	27	0.06	30	0.07	33	0.08	36	0.08	40	0.09	44	0.10	49	0.11	54	0.12	60	0.13	66	0.15
Total	1862	2,09	2057	2,41	2254	2,72	2487	2,79	2733	3,09	3011	3,42	3311	3,80	3645	4,17	4013	4,62	4414	5,13	4855	5,69

Fuente: elaboración propia sobre datos del Observatorio de Agua (2023) y la Dirección de Estadísticas y Censos de la provincia de Mendoza.

En la tabla 5 se explicitan de modo detallado los alcances progresivos de las cifras comentadas. En ella puede observarse el comportamiento de la superficie y el valor de la producción estimado para el período 2025-2035 para ambas plantas. Se muestra, además, el comportamiento de estas variables en cada tipo de cultivo para cada una de las ACRE. Finalmente, considerando el potencial de ambas zonas de cultivo (Campo Espejo y Paramillos) y suponiendo la incorporación progresiva de viviendas a la red cloacal y mejoras en la infraestructura de las plantas, conjuntamente con la ampliación de la superficie cultivada en las ACRE, sería posible tratar conjuntamente 4,25 m³/s de efluentes totales. El VAB de la producción bajo estos parámetros, según la ecuación 1 bajo un horizonte temporal de 2025 a 2035 y una tasa de descuento del 20 %, ascendería a USD 100 910 000.

El reúso de aguas residuales tratadas para riego agrícola en el AMM constituye una estrategia clave para afrontar el estrés hídrico estructural que afecta a la región, agravado por el cambio climático, el crecimiento demográfico y la presión sobre fuentes convencionales. Su implementación contribuye a liberar agua de mejor calidad para consumo humano, evitar la contaminación de cauces superficiales, mejorar la fertilidad de los suelos mediante fertirrigación y ampliar la superficie productiva agrícola.

A partir de los resultados obtenidos se identifica que el sistema actual de tratamiento y reúso posee un importante margen de mejora. Bajo un escenario optimizado, con inversiones relativamente bajas y acciones estratégicas, sería posible incrementar el valor actual de la producción agrícola en USD 75 200 000 durante los próximos diez años. Además, el caudal de aguas tratadas podría alcanzar los 4,25 m³/s, lo que significa una incorporación neta de 134 hm³ anuales al sistema hídrico de la región, equivalente a un aumento del 8,5 % en la oferta hídrica superficial mediante el uso de fuentes no convencionales.

Más allá de los aportes técnicos, este trabajo presenta una contribución metodológica innovadora al integrar una evaluación económica prospectiva del sistema de reúso de aguas tratadas en el AMM. La estimación del VAB permite cuantificar con claridad el impacto económico de distintas estrategias de gestión hídrica y aportar evidencia empírica que complementa los enfoques tradicionales de la ingeniería y la planificación ambiental. Si bien el análisis no incluye una estimación del valor actual de los costos, lo cual impide calcular el valor actual neto del sistema, esta omisión no representa una limitación sustancial, dado que se espera que los costos operativos no difieran significativamente entre ambos escenarios. Por el contrario, los beneficios agrícolas derivados de la expansión del sistema de reúso muestran un margen claramente superior, lo que refuerza la viabilidad económica de su implementación y la utilidad del enfoque adoptado para la toma de decisiones públicas en contextos de escasez hídrica estructural.

Líneas futuras de investigación podrían orientarse al análisis de estrategias integradas para optimizar el sistema de reúso de efluentes en el AMM, tales como:

(i) invertir en sistemas más eficientes para el tratamiento de efluentes, explorando y adoptando tecnologías innovadoras que mejoren la calidad del agua reutilizada, reduzcan la carga contaminante, minimicen el impacto negativo en los ecosistemas y maximicen el valor del recurso hídrico; (ii) diseñar sistemas de reutilización de efluentes que permitan la infiltración controlada del agua tratada hacia acuíferos subterráneos, lo que ayudaría a su recarga; (iii) establecer sistemas de monitoreo que permitan una supervisión continua de la calidad del agua reutilizada, lo que facilita la detección temprana de problemas y garantiza la seguridad integral del proceso; (iv) establecer planes, políticas y programas que incentiven a las industrias a reutilizar sus efluentes internos, y (v) invertir en investigación y desarrollo para mejorar la eficiencia de los procesos de tratamiento de efluentes, así como para explorar nuevas formas de reutilización que maximicen el valor del recurso hídrico.

Bibliografía

- Aguas Mendocinas (2025). Educación: agua potable. Recuperado el 23/06/2025 de <https://www.aysam.com.ar/agua-potable/>.
- AMER, M., DAIM, T. U. y JETTER, A. (2013). A review of scenario planning. *Futures*, 46, 23-40. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2012.10.003>.
- ASANO, T., BURTON, F. L., LEVERENZ, H. L., TSUCHIHASHI, R. y TCHOBANOGLOUS, G. (2007). *Water Reuse: Issues, Technologies, and Applications*. McGraw-Hill.
- CAMPOS, E. y CUADRADO, G. (2023). Valoración económica del agua de acuerdo con el uso. *Tierra Infinita*, 9, 136-161. <https://doi.org/10.32645/26028131.1248>.
- DALY, H. E. (1996). *Beyond growth: The economics of sustainable development*. Beacon Press.
- Departamento General de Irrigación (2021). *Actualización del balance hídrico de la cuenca del río Mendoza*. Departamento General de Irrigación. Recuperado el 23/06/2025 de <https://www.irrigacion.gov.ar/web/wp-content/uploads/2025/03/Actualizacion-Balance-H%C3%ADdrico.pdf>.
- Ellen MacArthur Foundation (2013). *Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>.
- GEORGESCU-ROEGEN, N. (1971). *The entropy law and the economic process*. Harvard University Press.
- GHISELLINI, P., CIALANI, C. y ULGIATI, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>.
- HARBERGER, A. y JENKINS, G. (2002). *Cost-Benefit Analysis of Investment Projects*. Harvard Institute for International Development.

- HERNÁNDEZ, F., URKIAGA, A., DE LAS FUENTES, L., BIS, B., KALBAR, P. y GAWLIK, B. M. (2017). Water reuse in Europe: Relevant guidelines, needs for and barriers to innovation. *Environmental Sciences Europe*, 29(9). https://observatorio2030.com/sites/default/files/2019-11/IN_78_2004_VA_54_Water%20Reuse%20in%20Europe_Relevant%2oguidelines%2C%2oneeds%20for%2oand%20barriers%2oto%2oinnovation.pdf.
- HINKELAMMERT, F.J. y MORA, H. (2005). *Hacia una economía para la vida: Preludio a una reconstrucción de la economía*. DEI (Departamento Ecuménico de Investigaciones).
- IACOVIDOU, E., MILLWARD-HOPKINS, J., BUSCH, J., PURNELL, P., VELIS, C., HAHLADAKIS, J. N., ZWIRNER, O. y BROWN, A. (2017). A pathway to circular economy: Developing a conceptual framework for complex value assessment of resources recovered from waste. *Journal of Cleaner Production*, 168, 1279-1288. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.002>.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo (2024). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022*. Base de datos del Redatam 2024. Recuperado el 23/06/2025 de <https://redatam.indec.gob.ar/binarg/RpWebEngine.exe/Portal?BASE=CPV2022&lang=ESP>.
- JIMÉNEZ, B. y ASANO, T. (2008). *Water Reuse: An International Survey of Current Practice, Issues and Needs*. IWA Publishing.
- KIRCHHERR, J., REIKE, D. y HEKKERT, M. (2018). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>.
- KONONOVA, N. (2009). *Clasificación de los Mecanismos Elementales de Circulación del hemisferio norte según el método de B. L. Dzerdzevskii*. Instituto Geog. AC de Rusia, Moscú.
- KORHONEN, J., HONKASALO, A. y SEPPÄLÄ, J. (2018). Circular economy: The concept and its limitations. *Ecological Economics*, 143, 37-46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>.
- KUAH, A. y WANG, P. (2020). Circular economy and consumer acceptance: An exploratory study in East and Southeast Asia. *Journal of Cleaner Production*, 247, 119097. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119097>.
- LÓPEZ, R. y ANRIQUEZ, G. (2007). *Fiscal policy and the environment: Theory and empirics*. World Bank.
- LLOP, A., FASCIOLI, G. E., DUEK, A. E., COMELLAS, E. y BUCCHERI, M. (2013). El balance hídrico en las cuencas de Mendoza: aportes para su medición. *Proyección*, 7(14), 48-67.
- MARTÍNEZ ALIER, J. (2002). *The environmentalism of the poor: A study of ecological conflicts and valuation*. Edward Elgar Publishing.
- MCDONOUGH, W. y BRAUNGART, M. (2002). *De la cuna a la cuna: redefiniendo nuestra forma de hacer las cosas*. North Point Press.

- MORATÓ, J., BAYONA, J. M. y CORTINA, J. L. (2006). *Recuperación y reúso del agua: Fundamentos y aplicaciones*. Edicions UPC.
- MURRAY, A., SKENE, K. y HAYNES, K. (2017). The circulareconomy: An interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. *Journal of Business Ethics*, 140(3), 369-380. <https://doi.org/10.1007/s10551-015-2693-2>.
- Observatorio del Agua, Mendoza (2023). Base de datos disponible en <https://www.observatorioaguamza.com/index.php/es>.
- Organización Mundial de la Salud (OMS) (1989). *Directrices sobre el uso de aguas residuales en agricultura y acuicultura*. OMS.
- STAHEL, F. y REDAY, H. (1976). *The entropy law and the economic process*. Harvard University Press.
- Universidad Nacional de Cuyo (2021). *Plan Estratégico de Desarrollo Institucional UNCuyo 2021-2030*. Secretaría de Desarrollo Institucional y Territorial.

Mercados digitales con mayor madurez. Nueva evidencia empírica¹

Mature digital markets. New empirical evidence

Gianina Paola Mattioli

Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Cuyo
gianina.mattioli@fce.uncu.edu.ar

¹ Una versión preliminar de este trabajo fue presentada en las Jornadas de Ciencias Económicas de la Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Cuyo, edición 2024, bajo el título «Nueva evidencia empírica en canales de venta *online*». Asimismo, la investigación se enmarca en el proyecto o6/Doo9-T1 «Competitividad sostenible en la economía digital: nuevas y viejas estrategias».

Fecha de recepción: 15/10/2024. Fecha de aceptación: 17/3/2025



URL de la revista: revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/cuyonomics

ISSN 2591-555X

Esta obra es distribuida bajo una Licencia Creative Commons
Atribución No Comercial – Compartir Igual 4.0 Internacional

Resumen

En los últimos años, los canales de venta *online* han incrementado su importancia y su utilización es cada vez más difundida. En este marco, es importante estudiar el funcionamiento de los canales electrónicos, así como comparar sus resultados con estudios anteriores. En esta investigación se observan los precios de una canasta de bienes homogéneos, ofrecidos por tiendas multiproducto a través de su canal de ventas *online*, en el Gran Mendoza. Dicha canasta se conforma a partir de una extensa base de datos recolectada mediante la técnica de *web scraping*. El objetivo es analizar el comportamiento de estos bienes cuando Internet es el canal de ventas, comparando nuevos y viejos resultados. Los hallazgos indican que la dispersión de precios es elevada, aunque existe una disminución con respecto a estudios anteriores.

Palabras clave: comercio electrónico, dispersión de precios, flexibilidad de precios, comercio minorista.

Abstract

In recent years, online sales channels have increased in importance and their use is becoming more and more widespread. In this context, it is important to study the functioning of electronic channels, as well as to compare their results with previous studies. In this research the prices of a basket of homogeneous goods, offered by multi-product stores through their online sales channel, in Gran Mendoza, are observed. This basket is made up of an extensive database collected using web scraping technique. The objective is to analyze the behavior of these products when the Internet is the sales channel, comparing new and old results. The findings indicate that price dispersion is high, although there is a decrease compared to previous studies.

Keywords: e-commerce, price dispersion, price flexibility, retail.

Journal of Economic Literature (JEL): L1

Introducción

Los canales de venta *online* son cada vez más frecuentes. Su utilización se ha extendido y consolidado en todos los rubros del comercio. Los supermercados, así como otras tiendas multiproducto, no son ajenos a esto y también han ganado terreno en el comercio *online*.

Una ventaja de este canal de ventas con respecto al tradicional o presencial es que requiere menos costos de búsqueda para el consumidor, así como menores costos fijos y de menú para los oferentes. Según la teoría económica, estos menores costos deberían arrojar una competencia más fuerte, acercando los resultados del mercado a la competencia perfecta.

Muchos son los trabajos que analizan la eficiencia de los canales de venta *online*. Varios de ellos se enfocan en el análisis de la existencia o no de dispersión de precios (Baye et al., 2004; Pasteris y Mattioli, 2018, entre otros). Autores como Levy y Bergen (1997) estudian la inflexibilidad de precios o teoría de costos de menú, la cual indica las dificultades de la actualización frecuente de precios.

En contextos inflacionarios aparecen efectos que pueden incidir en la dispersión de precios. Uno de ellos tiene que ver con el desconocimiento y confusión que generan en el consumidor los rápidos y continuos movimientos de precios. Además, dada la mayor pérdida del valor del dinero en el tiempo, los consumidores tienen mayores incentivos para acelerar su proceso de búsqueda, ya que el ahorro producido por comprar una cesta a menor precio se vería disminuido por la pérdida de poder adquisitivo. Por el lado de los oferentes, existe un mayor costo de reposición, sumado a la incertidumbre del escenario futuro. Todo esto facilitaría, entonces, el incremento en la dispersión de precios.

El objetivo de este estudio es analizar el comportamiento y la tendencia de los mercados de bienes durables en sentido amplio² cuando Internet es el canal de ventas, contrastando nuevos con viejos resultados. En este sentido, la rápida madurez que suelen adquirir estos mercados hace que los resultados sean susceptibles de variar a través del tiempo. Asimismo, este nuevo aporte se enriquece aún más al ampliar la base de análisis mediante la técnica de recolección de datos denominada *web scraping*.

² Por bienes durables en sentido amplio se entienden aquellos productos cuyo consumo no es inmediato y, además, son de compra frecuente. Por ejemplo, productos no perecederos.

En primer lugar, se presenta el estado del arte. Como segundo punto, se explican los objetivos y la hipótesis de trabajo. A continuación, se desarrolla la metodología utilizada en esta investigación. Luego se presentan los resultados y, finalmente, las conclusiones.

Marco teórico

La dispersión de precios ocurre cuando oferentes venden un mismo producto a distinto precio, dentro del mismo mercado, en el mismo momento. Según Stigler (1961) y Salop y Stiglitz (1977), para que esto pueda ocurrir debe existir alguna diferencia entre empresas o consumidores. Otro hecho que puede explicar esta situación es que la información del mercado sea imperfecta. Esto genera, entonces, una característica especial del mercado: el incumplimiento de la ley de precio único.³

Existen numerosas investigaciones que dan cuenta de este fenómeno. El análisis pionero fue de Stigler (1961), quien observó la existencia de dispersión de precios en una parte importante de los mercados minoristas. Así, se comprobó que la información imperfecta puede generar un equilibrio sostenible al existir diferentes precios para igual producto. A partir de este trabajo, muchos autores han considerado la existencia y magnitud de la dispersión de precios como indicadores de la (poca) información que poseen los consumidores. Con esta base, Stigler analizó la búsqueda óptima del consumidor, basándose en la relación costo-beneficio que tiene para el agente la posibilidad de hallar un menor precio en su camino.

Varian (1980) realizó un valioso aporte a esta teoría al considerar que si algunas empresas fijaran siempre los precios más bajos los compradores, aun desinformados, podrían identificarlas mediante la experiencia de las compras repetidas. De este aprendizaje terminarían realizando sus compras solo en las tiendas de esos vendedores y la dispersión de precios desaparecería. En su modelo, cada firma elige aleatoriamente según su función de densidad los precios, los cuales serán distintos en cada período. Esta situación, entonces, dificultará el aprendizaje del consumidor, ya que los precios fluctuarán y, por lo tanto, la dispersión persistirá en el tiempo.

Para explicar la relación costo-beneficio a partir de la búsqueda del consumidor, Janssen y Parakhonyak (2007) desarrollaron un modelo teniendo en cuenta el costo de volver a las tiendas ya visitadas. El hallazgo indica que la búsqueda óptima del consumidor no es estacionaria y su precio de reserva se modifica a medida que avanza en el recorrido.

De esta investigación se desprenden otros trabajos de diferentes autores. Algunos de ellos estudian las estrategias de precios practicadas por las empresas oferentes, con el objetivo de disminuir la información potencial de los demandantes. Esto

³ La ley de precio único señala que un mismo producto debe ser vendido al mismo precio en diferentes mercados, en un mismo momento.

genera una *confusión* para el consumidor, siendo así más difícil su decisión racional al momento de efectuar una compra (Spiegler, 2006; Ellison y Ellison, 2009; Chioveanu, Ellison y Wolitzky, 2012; Zhou, 2013).

Otra práctica habitual que utilizan los vendedores multiproducto, a modo de evitar la competencia en precios, son las *ofertas* o reducciones de precios de corta duración. Estas pueden consistir en disminuciones directas y temporarias del precio de un determinado bien o pueden estar encubiertas en otras modalidades (descuentos en la segunda unidad, promociones llevando más de una unidad, cupones con descuentos, etc.) que obligan al demandante a calcular el verdadero precio a pagar.

Internet, como canal de ventas, puede ofrecer al consumidor más información en menos tiempo. Asimismo, reduce cualquier tipo de barrera geográfica, disminuyendo (probablemente a cero) los costos de transporte. Luego, estos aspectos impactarán en sus costos de búsqueda.

Algunos autores señalan que esta característica de Internet como canal de ventas debería acercar los resultados del mercado a los de competencia perfecta, especialmente en precios, haciendo que los márgenes de rentabilidad de los oferentes sean descendentes (Garriga, Carmona y Parellada, 2004). De esta manera, es esperable que los mercados de comercio electrónico sean más eficientes que los tradicionales.

Sin embargo, diferentes investigaciones rechazan esta hipótesis. Entre ellas se puede mencionar el trabajo de Baye et al. (2004), en el que analizan la dispersión de precios en mercados *online* para un determinado grupo de productos. Su conclusión es que la dispersión es sustancial, especialmente cuando menos empresas ofrecen el producto.

Pasteris y Mattioli (2018) analizaron esta hipótesis para vendedores multiproducto en la provincia de Mendoza, con Internet como canal de ventas. En esta investigación se comprobó la existencia de dispersión de precios, considerando tanto las canastas completas de consumo como los productos individuales que la componen. Sin embargo, el nivel de dispersión varió según el tipo de producto.

Con respecto a las estrategias de los vendedores multiproducto a través de su canal de ventas tradicional, en Mendoza, se ha demostrado que las promociones de precios y la dispersión que eso genera constituyen un fenómeno importante (Pasteris, 2003; 2005). Para los canales electrónicos, se comprobó también la existencia de estrategias que *confunden* al consumidor. Entre ellas se encuentran las ofertas, que no solo dificultan las comparaciones entre vendedores, sino que también profundizan fuertemente la dispersión de precios (Pasteris y Mattioli, 2020).

Una diferencia entre los mercados electrónicos y los tradicionales tiene que ver con la influencia y el impacto de los costos de menú. Levy y Bergen (1997) demostraron la existencia y sus efectos en los mercados de grandes vendedores multiproducto. Sin embargo, Internet como canal de ventas debería facilitar el cambio de precios, generando así mayor variabilidad y, por lo tanto, flexibilidad.

Entre las investigaciones que contrastan las hipótesis de flexibilidad de precios y costos de menú se encuentran algunos estudios para la provincia de Mendoza. En este sentido, para los grandes vendedores multiproducto con tiendas presenciales en Mendoza se ha probado la flexibilidad de precios, a pesar de que sus costos de menú eran superiores al umbral que genera rigidez de precios en otras ciudades (Pappalardo et al., 2005; Pasteris, 2005).

Siguiendo esta línea de investigación, pero para canales de venta *online* de tiendas multiproducto, se demostró la práctica permanente de ajustes de precios, lo que confirma, así, su flexibilidad. Por lo tanto, la conclusión se mantiene cuando Internet es el canal de ventas.

En contextos inflacionarios, los costos de menú toman un rol aún más importante, siendo una causa adicional de la dispersión de precios. Moll (2017) diferencia los componentes de los costos de menú. Por un lado, existen los costos operativos, que se relacionan con los cambios en las listas de precios y la acción de informarlos, entre otras tareas. Por otro lado, existen otros costos asociados con la reputación de la firma en relación con los aumentos de precios. Entonces, la tecnología y, específicamente, los canales de venta electrónicos pueden reducir sustancialmente los primeros. En cambio, los segundos pueden ser disminuidos debido a la falta de información y la confusión que generan en el consumidor los constantes aumentos de precios, propios de contextos inflacionarios. De esta manera, se reduce la probabilidad de pérdida de reputación de la empresa debido al aumento de sus precios.

Siguiendo a este autor, sería razonable esperar que los costos de menú no sean lo suficientemente significativos como para retardar los cambios de precios. Por lo tanto, podría esperarse una mayor flexibilidad. Su investigación evidenció una relación positiva y estadísticamente significativa cuando los oferentes son supermercados, pero no así cuando son tiendas de cercanía.

Continuando con contextos inflacionarios, Tommasi (1999) señala que se genera un costo adicional para el consumidor asociado a su búsqueda: durante el paso del tiempo mientras que el agente busca más información, el valor del dinero va disminuyendo. Por lo tanto, es lógico que el consumidor intente disminuir su tiempo de búsqueda. En consecuencia, la ley de precio único ya no se cumple.

Con respecto a la recolección de datos cuando estos aparecen en línea, una técnica actualmente utilizada es el *web scraping*. De esta manera, se obtiene datos con una mayor inmediatez. Algunos trabajos que utilizaron esta técnica son, entre otros, los de Cavallo (2012) y Cavallo y Rigobon (2016), para estimar la inflación en varios países con el Billion Price Project (BPP). Otro ejemplo lo constituye el Índice de Precios *Online* (IPC *Online*) que calcula la inflación mediante precios recolectados desde Internet para la Ciudad de Bahía Blanca (Gutiérrez et al., 2019; Uriarte, 2019).

Recientemente, y utilizando una mayor base de datos recolectada mediante *web scraping*, Pasteris y Mattioli (2020) volvieron a verificar dispersión de precios en bienes durables de compra frecuente, a través del canal de ventas *online* de su-

permercados en Mendoza. Este nuevo hallazgo, consistente con investigaciones anteriores, se puede explicar, desde la oferta, tanto por los bajos costos operativos propios de este canal de ventas como por las pérdidas generadas por la falta de adecuación de los precios en contextos inflacionarios, sumado a la aplicación de estrategias promocionales.

A partir de estos antecedentes, queda claro que la dispersión de precios cuando Internet es el canal de ventas existe y persiste, no solo a nivel global, sino específicamente en la provincia de Mendoza. Sin embargo, falta aún caracterizarla y evaluar cómo se comporta a través del tiempo. Es decir, si la dispersión es menor o mayor que la hallada en investigaciones anteriores para verificar (o no) la hipótesis de acercamiento a resultados más competitivos. A partir de ello, será posible discutir la aplicación de políticas. Asimismo, la utilización del *web scraping* como medio para la recolección de datos resulta novedosa y decisiva en la investigación, al contar con un muestreo mayor que el realizado manualmente en estudios previos.

Objetivos e hipótesis

El objetivo general de esta investigación es analizar la tendencia y el comportamiento de los mercados de bienes durables en sentido amplio cuando Internet es el canal de ventas. Los objetivos específicos son: a) evaluar la existencia de flexibilidad y dispersión de precios en los canales electrónicos para bienes durables en sentido amplio y b) determinar si los mercados se acercan a una mayor competencia, a través de comparaciones entre resultados actuales y anteriores.

A partir de estos objetivos, la hipótesis de trabajo general es que los menores costos presentes en los mercados electrónicos generan mayor competencia y nos acercan cada vez más a resultados competitivos. A su vez, las hipótesis específicas son las siguientes: 1) a pesar de las ventajas que ofrece el comercio *online*, existe flexibilidad y dispersión de precios en bienes durables en sentido amplio cuando Internet es el canal de ventas; 2) si bien existe flexibilidad y dispersión de precios, la tendencia es a la baja, es decir, los resultados actuales comparados con anteriores nos acercan a mercados más competitivos.

Metodología

La fuente de datos para esta investigación es primaria y la técnica de recolección utilizada es el *web scraping*. Esta consiste en visitar una página web y tomar y guardar un dato expuesto en una posición específica de ella. Así, es factible trabajar con una gran cantidad de datos sin que se vuelva tedioso para el operador en una búsqueda manual.

De esta manera, se recopilaron datos de las páginas web de cuatro supermercados del Gran Mendoza, entre el 1 de agosto de 2021 y el 30 de junio de 2022,

dos veces por semana.⁴ Una de las visitas virtuales se hacía un día del fin de semana, mientras que la otra correspondía a un día hábil intermedio.⁵

Se realizaron, en promedio, 88 visitas remotas a cada uno de estos minoristas; así, se obtuvieron más de 716 000 precios. Las categorías seleccionadas corresponden a alimentos no perecederos y bebidas. Como media, se obtuvieron más de 7600 observaciones (precios) por día, siendo el mínimo de 3809 y el máximo, 9647.

Tabla 1. Cantidad de visitas y observaciones por vendedor

Minorista	Visitas	Observaciones			
		Total	Media	Mínima	Máxima
Supermercado 1	88	105 448	1198	306	1891
Supermercado 2	93	283 289	3046	2420	3979
Supermercado 3	85	84 322	992	602	1419
Supermercado 4	86	243 774	2835	1894	4349
Total	352	716 833	7626	3809	9647

Fuente: elaboración propia sobre la base de los datos recolectados.

A partir de esta gran base de datos se confeccionó una canasta con categorías homogéneas de bienes, con el objetivo de analizar su comportamiento en cada una de las tiendas multiproducto seleccionadas. Para esto es condición necesaria que cada una de las categorías que forma parte de esta cesta de consumo estuviera presente, en cada uno de los supermercados, en la mayoría de las visitas remotas en las que se realizó una observación. Por esta razón, se seleccionaron 85 categorías, con productos de almacén, bebidas e higiene, para cada uno de los supermercados.

Para cada categoría se calculó, en primer lugar, la variación mensual de precios de cada uno de los productos que la conforman, en cada supermercado. Luego, se buscó el promedio de la variación mensual de precios, por categoría, para cada oferente. De esta manera, se obtuvieron 85 variaciones de precios, para los once meses analizados y para el total del período bajo estudio, en cada tienda. Dicho período de análisis se extiende entre el 3 de agosto de 2021 y el 28 de junio del 2022.

Obtenida esta información se procedió a calcular algunas estadísticas descriptivas: la media de las variaciones entre los cuatro supermercados, la variación mínima y máxima, el rango entre ambos y el coeficiente de variación. Este último resulta del cociente, en valor absoluto, entre el desvío estándar y el promedio de las variaciones de precios observadas. En la tabla 5 del apéndice se muestra esta información.

⁴ Por problemas informáticos en los sitios de los supermercados fue imposible obtener datos algunos días. Por este motivo, existe diferencia entre la cantidad de visitas remotas realizadas a los diferentes minoristas.

⁵ Concretamente, las observaciones se realizaron los miércoles y sábados.

Para realizar la comparación con estudios anteriores se utilizó una base de datos propia, recolectada mediante búsqueda manual. En aquella oportunidad se visitó, de manera remota, la tienda virtual de cada uno de cuatro supermercados del Gran Mendoza.⁶ La lectura de precios se realizó los mismos días que en el último muestreo, es decir, un día hábil entre semana y un día del fin de semana.⁷ El período comprendido fue entre el 9 de septiembre de 2017 y el 28 de julio de 2018.

En aquella oportunidad se realizaron 93 lecturas de precios, que corresponden a 47 semanas.⁸ Se recolectaron precios correspondientes a casi 100 productos no perecederos o durables en sentido amplio. La mayoría de ellos perteneciente a rubros alimenticios y algunos a higiene y limpieza del hogar. En total, se registraron 31 427 observaciones (contra las 716 833 del último muestreo), correspondientes a 364 series o productos, como puede observarse en la tabla 2.

Tabla 2. Cantidad de productos y observaciones por vendedor, período 2017-2018

Minorista	Productos	Observaciones
Supermercado A	95	8840
Supermercado B	86	7208
Supermercado C	96	8010
Supermercado D	87	7369
Total	364	31 427

Fuente: elaboración propia sobre la base de los datos recolectados.

A partir de los datos presentados, se advierte fácilmente que la técnica de *web scraping* amplía considerablemente la base de datos recolectada. No obstante, una mayor base de datos no implica que sea mejor o más completa para el análisis.⁹

Con esta información se procederá a analizar las características de estos mercados *online* y comparar resultados utilizando ambas bases de datos, es decir, la recogida mediante *web scraping* en el período 2021-2022 y la almacenada manualmente entre 2017 y 2018. Para efectuar dichas comparaciones se seleccionaron solamente las mismas categorías de ambos períodos observados, con el objetivo de hacer un análisis por rubro y en la canasta completa, que sea comparable.

⁶ Tres de ellos coinciden con los vendedores analizados durante el período 2021-2022. El restante comercio se trata de un mayorista que también ofrece ventas al por menor.

⁷ Al igual que en la última investigación, los días concretos fueron miércoles y sábados.

⁸ En este período se observaron fechas en las que faltaron algunas lecturas debido a problemas técnicos de la tienda *online* del supermercado B.

⁹ Consecuencia de esto es que se debió recortar la base original recolectada en el último período de análisis, utilizando solo las 85 categorías coincidentes en los cuatro supermercados.

Resultados

A continuación se presentan, en primera instancia, los resultados obtenidos en el análisis de dispersión de las variaciones de precios. En segundo lugar, se muestran los resultados referidos a la flexibilidad de precios. Asimismo, se efectúa una comparación entre la información hallada para el período 2021-2022 y el análisis anterior correspondiente a meses de 2017-2018.

Dispersión de precios

Al observar la canasta completa para cada supermercado se encontraron importantes diferencias por categorías, pero no así para la cesta total de productos. La tabla 5 del apéndice presenta las principales estadísticas descriptivas de la canasta de referencia.

La media del crecimiento de precios para la canasta completa es de 51,12 %. Sin embargo, al examinar las categorías de manera individual la variación es más o menos amplia. Mientras que el menor promedio de la variación de precios fue del 15,11 % para las pastas frescas, el mayor se registró en la categoría azúcares (otros) con el 93,37 %.

Otro estadístico descriptivo que se calculó fue el rango o recorrido entre la mínima y la máxima variación de precios, por categoría. En este sentido, se encontró que para la canasta total el mínimo crecimiento de precios fue del 45,32 % mientras que el máximo fue 57,86 %. Por lo tanto, su diferencia marcó solo un 12,54 %. No obstante, en varias categorías la amplitud del rango fue mucho mayor. Entre las categorías con menor diferencia entre variación de precios mínima y máxima encontramos: algodones, café en cápsulas y molido, galletas obleas, gelatinas y polentas. En todos estos casos, la diferencia entre crecimiento máximo y mínimo fue inferior al 5 %. Por el contrario, las categorías con mayor diferencia entre variación mínima y máxima son azúcar, galletas saladas y pastas secas, con un crecimiento mayor al 98 %.

Asimismo, el coeficiente de variación de la canasta completa fue de solo 10,49 %. Las cinco categorías que menor dispersión presentaron, utilizando este indicador, en orden creciente y sin alcanzar el 4 %, fueron: café en cápsulas, galletas obleas, café molido, polentas y gelatinas. Al contrario, las cinco categorías que mayor dispersión presentaron fueron: pastas secas, galletas saladas, cacaos, condimentos y especias y choclo en granos en lata.

Comparación con resultados anteriores

En investigaciones anteriores se había comprobado la existencia de dispersión de precios, como así también diferencias entre categorías de productos. Los principales estadísticos relativos a la canasta completa se muestran en la tabla 3. Como pue-

de observarse, mientras que la media en la variación de precios durante el primer análisis fue del 27,27 %, en el segundo fue del 51,12 %.¹⁰ Por su parte, el rango entre la máxima variación y la mínima fue de 9,97 % en el primer análisis y del 12,54 % en el segundo, lo que indica una mayor variabilidad.

Tabla 3. Estadísticas descriptivas. Comparación de resultados

Estadístico	Primer análisis	Segundo análisis
Media	27,27 %	51,12 %
Mínimo	22,08 %	45,32 %
Máximo	32,05 %	57,86 %
Máximo-mínimo	9,97 %	12,54 %
Coeficiente de variación	16,84 %	10,49 %

Fuente: elaboración propia sobre la base de los datos recolectados.

Sin embargo, al analizar los datos en términos relativos —esto es, a través del coeficiente de variación— se observa que la dispersión del incremento de precios fue mayor durante el primer período de estudio (16,84 %) que durante el segundo (10,49 %). Por lo tanto, se puede señalar que durante el segundo período de análisis las variaciones de precios se ubican distribuidas más cerca del promedio. Dicho de otro modo, durante el primer período la variación de precios por categoría tuvo mayor dispersión.

Analizando cada una de las categorías,¹¹ se encuentra que en nueve de ellas —aceites, arroz, azúcar, caldos, jugos en polvo, leches en polvo, sal, tomates enteros en conserva y tomates triturados— el coeficiente de variación es mayor en el segundo análisis. En las otras nueve —café instantáneo, café molido, fideos, galletas de agua, gaseosas, jugos, puré de tomates, té y yerba mate— es mayor en el primer análisis. Estos resultados pueden observarse en la tabla 6 del apéndice.

Flexibilidad de precios

Para analizar la flexibilidad de precios, es decir, con qué frecuencia estos varían, se observaron los cambios porcentuales de precios, por categorías, para cada vendedor. Luego, se calcularon los promedios mensuales de aumentos y disminuciones de precios. Esta información puede observarse de manera detallada en la tabla 7 del apéndice.

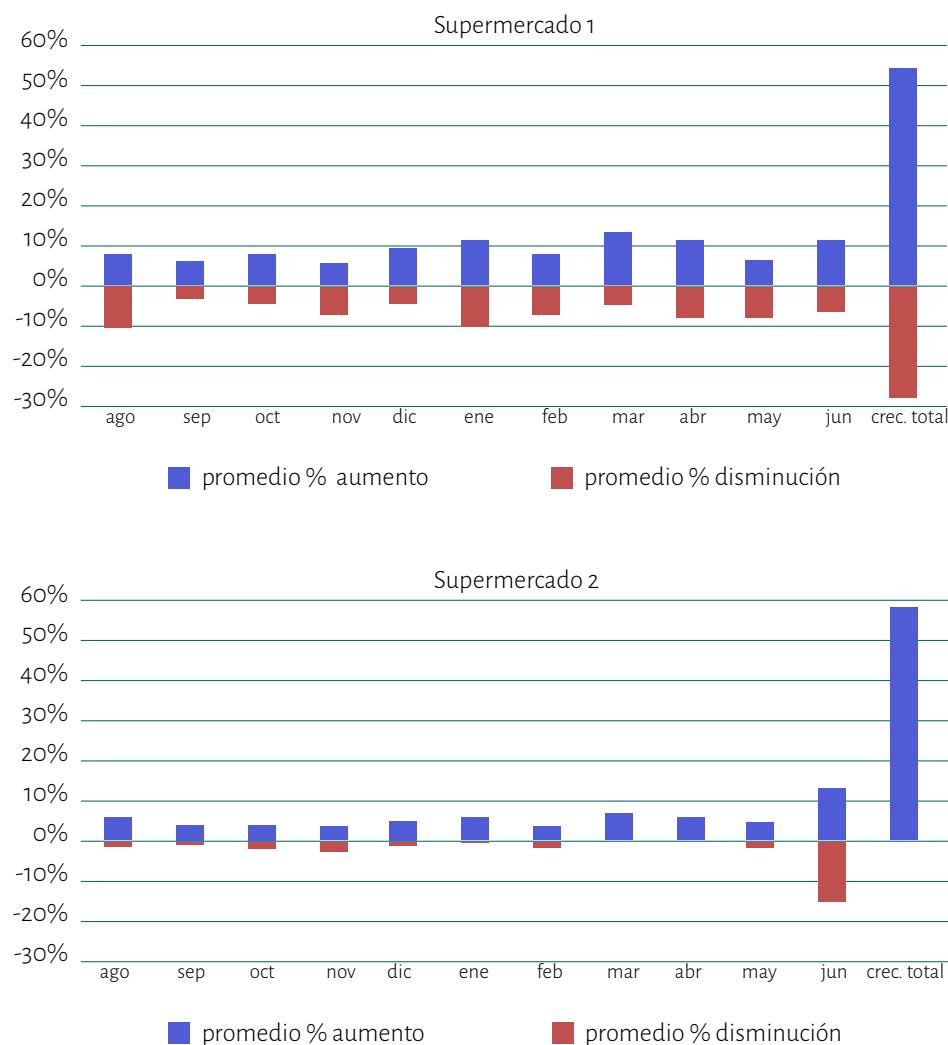
¹⁰ Aquí seguimos observando las 85 categorías del segundo período de análisis.

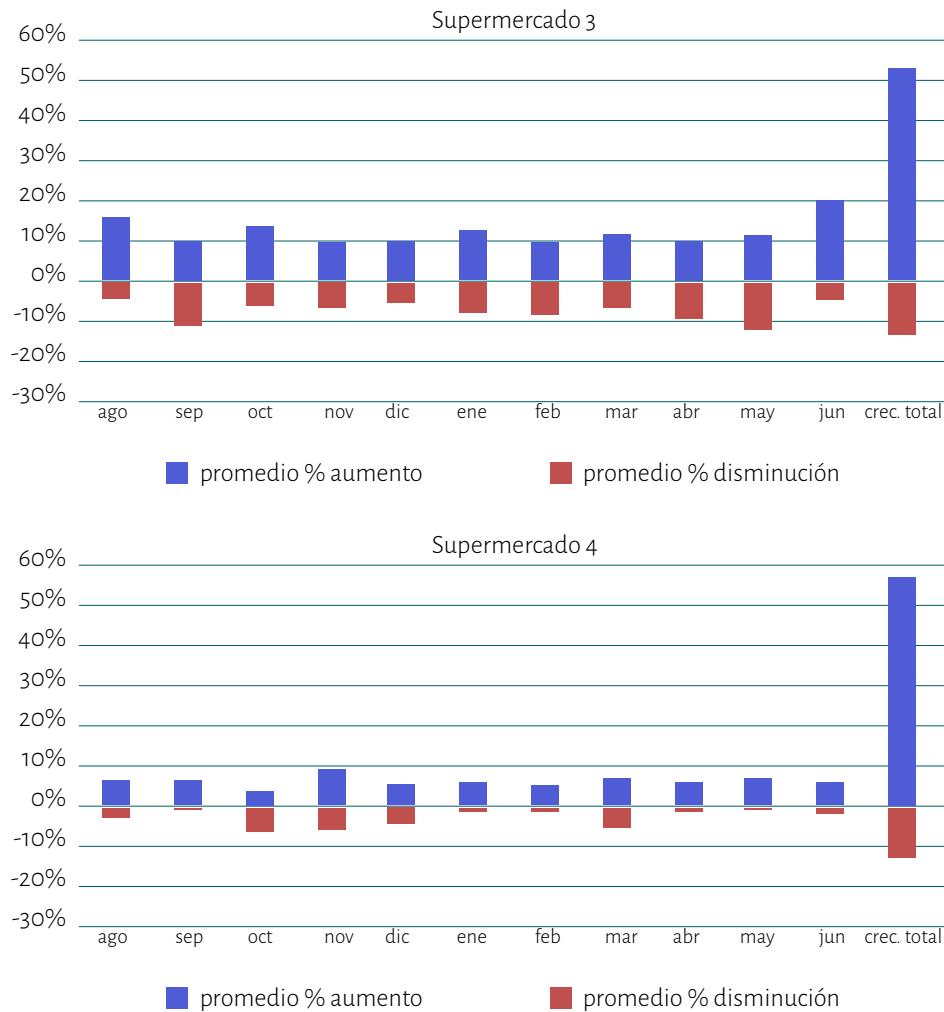
¹¹ En esta instancia tomamos solamente las 18 categorías presentes en ambos períodos de estudio.

A partir de esto puede concluirse que, si bien existen distintas estrategias de venta de cada oferente, los supermercados que aumentaron de precio sus productos lo hicieron entre un 52,5 y un 57,8 %, incremento muy similar a la inflación del período bajo estudio, que fue del 55,4 %. Asimismo, durante el tiempo de análisis se encontraron en cada oferente (salvo en el supermercado 2), productos que disminuyeron de precio. Estos, en promedio, bajaron entre un 13,2 y un 27,5 %.

A continuación, se presentan en el gráfico 1 los promedios de aumentos y disminuciones de precios para cada oferente. En la tabla 7 se muestra detalladamente esta misma información.

Gráfico 1. Promedio de los porcentajes de aumento y disminución de precios por supermercado



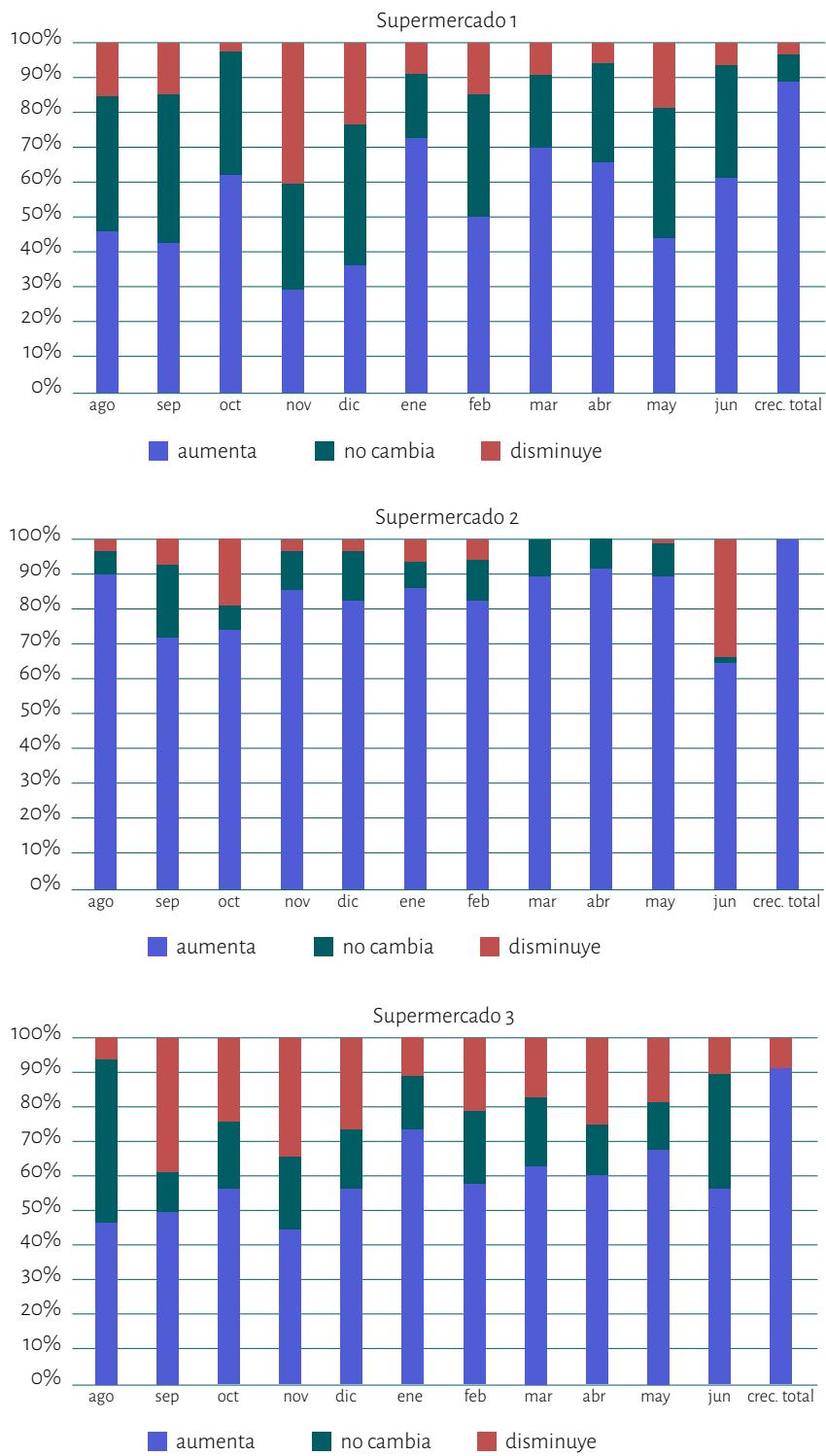


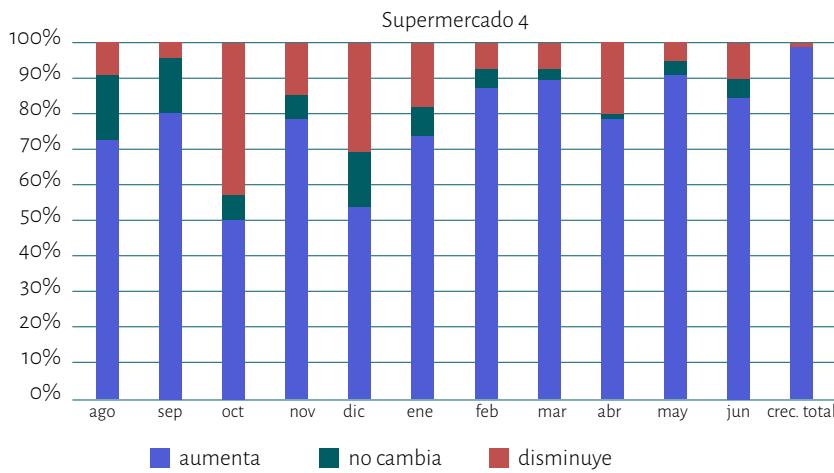
Fuente: elaboración propia sobre la base de los datos recolectados.

En cuanto a la proporción de precios que varía, mes a mes, en cada supermercado, se observan importantes diferencias entre oferentes. Este hallazgo resulta consecuente con las diferentes estrategias que aplica cada vendedor. Así, por ejemplo, el supermercado número 2, que se dirige a un público de mayor nivel socioeconómico, no presenta categorías para las cuales, durante el período de análisis de casi un año, haya disminuido su precio. Por el contrario, el resto de los vendedores presentan al menos una categoría en la cual sí disminuyó el precio. En el otro extremo, el supermercado 1, que representa la mejor opción para consumidores de segmentos más humildes, tiene la mayor cantidad de categorías que disminuye o mantiene el precio, a lo largo del período.

En el gráfico 2 se presenta, para cada supermercado, la proporción de categorías para las cuales aumenta/no varía/disminuye su precio a lo largo del período. Esta información puede verse de manera detallada en el apéndice, en la tabla 8.

Gráfico 2. Proporción de categorías que aumentan, no varían o disminuyen sus precios por supermercado





Fuente: elaboración propia sobre la base de los datos recolectados.

Nuevamente, se observan diferentes estrategias. Al centrarnos en el período completo, podemos ver de manera decreciente la cantidad de categorías cuyos precios disminuyen o no varían. Así, el supermercado número 2 no cuenta con ninguna categoría que disminuya o mantenga el precio. Le sigue el supermercado 4, donde solo una categoría disminuye su precio y ninguna lo mantiene invariante. Luego, sigue el supermercado número 3, donde cuatro categorías disminuyen el precio, pero ninguna lo mantiene constante. Finalmente, el supermercado 1 presenta la mayor cantidad de categorías que disminuyen o mantienen el precio: dos en el primer caso y cinco en el segundo.

Comparación con resultados anteriores

Tomando solamente las 18 categorías comparables en ambos análisis, es decir, en los períodos 2017-2018 y 2021-2022, se buscaron algunas similitudes y diferencias referidas a la flexibilidad de precios.

En el primer análisis se encontró que ninguna categoría bajó sus precios. Además, el promedio de aumentos fue del 27,6 %, similar a la inflación registrada en ese período, que fue del 27 %. El supermercado que menos incrementó el valor de sus productos fue en un 23,3 %. El que más los aumentó, en un 32 %.

En el segundo análisis, con esta subbase que incluye menos categorías, también se encontró que ninguna de ellas bajó de precios. El promedio de aumento fue del 54,75 %, mientras que cuando tomamos las 85 categorías relevadas el incremento fue de 54,81 %, por lo que casi no se registró diferencia, coincidiendo de manera aproximada con la inflación del período. Lo anterior se resume en la tabla 4.

Tabla 4. Promedio de los aumentos de precios. Comparación

Primer análisis		Segundo análisis	
Supermercado A	23,3 %	Supermercado 1	60,2 %
Supermercado B	31,6 %	Supermercado 2	55,0 %
Supermercado C	23,5 %	Supermercado 3	52,9 %
Supermercado D	32,0 %	Supermercado 4	51,0 %
Promedio	27,62 %	Promedio	54,75 %

Fuente: elaboración propia sobre la base de los datos recolectados.

Con respecto a la cantidad de categorías que aumenta, no cambia o disminuye su precio, durante el primer análisis la mayoría incrementaron su valor, mientras que para el resto no se pudieron obtener datos. En el segundo análisis, con las 18 categorías se obtuvo un resultado muy similar. En la mayoría los precios se incrementaron durante el período de estudio. Solo para la categoría «jugos» del supermercado 1 se encontró nula variación.¹²

A modo de cierre, comparando los resultados de ambos períodos, se obtuvieron algunas conclusiones en lo que respecta a dispersión y flexibilidad de precios.

Al observar la media de las variaciones de precios en ambos períodos se halló que la del segundo había sido superior a la del primero (51,12 % frente a 27,27 %). Lo mismo ocurrió con el rango de variación (12,54 % frente a 9,97 %). No obstante, al analizar los resultados en términos relativos, esto es, con el coeficiente de variación, se pudo concluir que durante el primer análisis hubo mayor dispersión de precios (16,84 % en el primero frente a 10,49 % en el segundo).

El segundo aspecto estudiado, la flexibilidad de precios, fue mayor en el segundo período de análisis (54,75 % frente a 27,62 % en el primero), congruente con la inflación que también resultó superior en este último lapso.

Como conclusión, puede exponerse que, tal como desarrolla la teoría económica, Internet puede acercar los resultados a la competencia, pero existen diferentes restricciones para que este pueda funcionar de manera perfecta. Entre ellas, se puede destacar que:

- ▶ A pesar de la mayor información que puede brindar la web, la información imperfecta sigue vigente.
- ▶ El costo de búsqueda del consumidor disminuye cuando la compra es virtual en lugar de presencial, pero no lo elimina dado que el agente tiene que ingresar a la web, buscar los productos, verificar su precio, comparar con otras tiendas, etc.

¹² Trabajando con menos categorías, los resultados no son concluyentes para el supermercado 3 ya que presenta muchos de estos rubros sin datos.

- ▶ Cuando Internet es el canal de ventas los oferentes también aplican algunas estrategias para *engaño* o *confundir* al consumidor, como, por ejemplo, ofertas o rebajas de precio temporarias.
- ▶ Como las tiendas virtuales tienen menores costos de menú que las físicas, no se producen inconvenientes para el cambio rápido y continuo de los precios, sobre todo en contextos inflacionarios.
- ▶ Cuando la inflación es elevada, el consumidor debe luchar contra el *trade off* entre más información-tiempo de búsqueda transcurrido, haciéndolo tomar decisiones de compra más rápidas y menos razonadas.

Dadas todas estas salvedades, es probable que la madurez que vienen ganando los mercados *online* sirva para acercar los resultados a la competencia o, al menos, para no continuar alejándolos. Sin embargo, no es posible afirmar que estemos cerca de mercados perfectamente competitivos cuando Internet es el canal de ventas.

Conclusiones

El uso de Internet como canal de ventas se encuentra cada vez más consolidado. Numerosos comercios minoristas multiproducto, incluidos los supermercados, recurren de manera creciente a este medio para ofrecer sus productos a los consumidores.

De acuerdo con la teoría económica, el comercio *online* podría generar, potencialmente, resultados más eficientes que el comercio físico o tradicional. Esta afirmación se sustenta en ciertas ventajas asociadas al uso de Internet, entre las cuales se destacan la disminución de los costos de búsqueda para los consumidores y de los costos de menú para los oferentes.

Para identificar y medir las características asociadas a la eficiencia de los mercados suele analizarse la dispersión de precios. Asimismo, especialmente en contextos inflacionarios, la flexibilidad de precios adquiere relevancia. En este sentido, Internet se presenta como una herramienta que puede facilitar dichos ajustes de precios al reducir los costos de menú.

En el caso de la provincia de Mendoza, se han llevado a cabo investigaciones orientadas a analizar la eficiencia de los mercados, tanto presenciales como virtuales. Durante los últimos años y enfocándose específicamente en el comercio *online* de vendedores multiproducto, Pasteris y Mattioli comprobaron la existencia de dispersión y flexibilidad de precios en canastas de consumo frecuente.

En este contexto, resultaba pertinente indagar si el creciente uso de Internet para realizar compras, particularmente en supermercados, había modificado o no las conclusiones previamente obtenidas. Por tal motivo, la presente investigación analizó la tendencia y el comportamiento de los bienes durables en sentido amplio ofrecidos en las tiendas virtuales de vendedores multiproducto en Mendoza.

En esta oportunidad, se encontró nuevamente dispersión de precios, la cual resultó ser diferente por categorías. Específicamente, se evidenció dispersión por

categorías de productos y en la canasta total. Sin embargo, los rangos de variación, así como las demás estadísticas descriptivas, resultaron muy diferentes entre los distintos rubros que componen la cesta.

Respecto de la tendencia a través del tiempo, se comprobó lo predicho por la teoría económica. En términos relativos, durante el segundo período de análisis (2021-2022) la dispersión fue menor que durante el primero (2017-2018), es decir, las variaciones de precios se movieron más cerca de su media.

En cuanto a la flexibilidad, se encontró que los aumentos de precios fueron muy similares a la inflación del período. Además, se pudo concluir que algunos vendedores utilizaron las *ofertas* o disminuciones temporales de precio como una estrategia de venta.

En este sentido, puede afirmarse que Internet como canal de ventas contribuye a aproximar el funcionamiento de los mercados a las condiciones de competencia perfecta. No obstante, persisten diversas restricciones que limitan su eficiencia plena. Entre ellas, si bien la disponibilidad de información es mayor, continúa siendo imperfecta. Del mismo modo, tanto los costos de búsqueda para los consumidores como los costos de menú para los oferentes se reducen, pero no desaparecen por completo. Por otra parte, el ajuste constante de precios es empleado por algunos vendedores como estrategia o política comercial. Finalmente, cabe mencionar que la inflación que caracterizó el período analizado ejerce una influencia significativa sobre el comportamiento de los precios en el mercado.

Finalmente, es probable que la madurez que vienen ganando los mercados *online* sirva para acercar los resultados a la competencia o, al menos, no continuar alejándolos. Sin embargo, no es posible afirmar que estemos cerca de mercados perfectamente competitivos cuando Internet es el canal de ventas. Por tal motivo, resulta interesante observar en un futuro no muy lejano cómo continúa la tendencia y el comportamiento de estos mercados.

Referencias bibliográficas

- CAVALLO, A. (2012). The Billion Prices Project: Building Economic Indicators from Online Data. En *Meeting of the Group of Experts on Consumer Price Indices*. United Nations Economic Commission for Europe.
- CAVALLO, A. y RIGOBON, R. (2016). The billion prices project: Using online prices for measurement and research. *Journal of Economic Perspectives*, 30(2), 151-178. <https://doi.org/10.1257/jep.30.2.151>
- CHIOVEANU, I. y ZHOU, J. (2013). Price Competition with Consumer Confusion. *Management Science*, 59(11), 2450-2479.
- ELLISON, G. y ELLISON, S. (2009). Search, Obfuscation and Price Elasticities on the Internet. *Econométrica*, 77(2), 427-452.

- GARRIGA, F., CARMONA, A. y PARELLADA, F. (2004). ¿Son los mercados de Internet más eficientes? *Intangible Capital*, 0(1), 3-27.
- GIORDANO, V., LARROSA, J. M., URIARTE, J. I. y RAMÍREZ MUÑOZ DE TORO, G. R. (2022). Pricing and Promotions in Retail Tea Market in Argentina. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, 36, 1-18. <https://doi.org/10.1080/08974438.2022.2051023>
- GUTIÉRREZ, E., DELBIANO, F., LARROSA, J., URIARTE, J. I. y RAMÍREZ MUÑOZ DE TORO, G. (2022). *Determinantes de la Canasta Básica Alimentaria en Argentina mediante un modelo ARDL*. En XXXII Semana Nacional de Investigación y Docencia en Matemáticas. Sonora, México.
- GUTIÉRREZ, E. M., LARROSA, J. M. C., RAMÍREZ MUÑOZ DE TORO, G. R. y URIARTE, J. I. (2019). *Inflación en Bahía Blanca durante 2018: Un análisis a partir del IPC Online* (Documento de Trabajo N.º 9). Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales del Sur (IIESS-UNS CONICET).
- JANSSEN, M. y PARAKHONYAK, A. (2007). *Optimal Search with Costly Recall* (Tinbergen Institute Discussion Papers 08-002/1). Tinbergen Institute.
- LARROSA, J., GIORDANO, V., RAMÍREZ MUÑOZ DE TORO, G. R. y URIARTE, J. I. (2022). Marketing attributes in yogurt weekly pricing in Argentina. *Journal of Revenue and Pricing Management*, 21(3), 332-343.
- LEVI, D., BERGEN, M., DUTTA, S. y VENABLE, R. (1997). The magnitude of menu costs: direct evidence from large US Supermarket chains. *Quarterly Journal of Economics*, 112(3), 791-825.
- MELLER, L., LARROSA, J. M. C., DELBIANCO, F., RAMÍREZ MUÑOZ DE TORO, G. R. y URIARTE, J. I. (2021). Inflación semanal en galletitas: un enfoque de datos de panel. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 31, 417-440.
- MOLL, F. (2017). *Dispersión de precios e inflación: evidencia sobre el caso argentino*. Banco Central de la República Argentina.
- PAPPALARDO, L., GARRIGA, P. y PASTERIS, E. (2005). Costos de menú y su influencia sobre la competencia en el comercio minorista. La experiencia de la provincia de Mendoza. *Anales de la Xº Reunión de la Red Pymes Mercosur*. Universidad Nacional del Comahue.
- PASTERIS, E. (2005). Política de precios de grandes minoristas. Un modelo teórico y nueva evidencia empírica. *Anales de la XL Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Política*. Universidad Nacional de La Plata.
- PASTERIS, E. y MATTIOLI, G. (2018). Flexibilidad, dispersión de precios y “ofertas”: ¿son más eficientes los mercados cuando internet es el canal de venta? *Anales de la Asociación Argentina de Economía Política*.
- PASTERIS, E. y MATTIOLI, G. (2020). Competencia en precios y confusión del

- consumidor en el comercio electrónico: un estudio empírico. *Anales de la Asociación Argentina de Economía Política*.
- SALOP, S. y STIGLITZ, J. (1977). Bargains and Ripoffs: A Model of Monopolistically Competitive Price Dispersion. *The Review of Economic Studies*, 44(3), 493-510.
- SPIEGLER, R. (2006). Competition over Agents with Boundedly Rational Expectations. *Theoretical Economics*, 1, 207-231.
- STIGLER, G. (1961). The Economic of Information. *The Journal of Political Economy*, 69(3), 213-225.
- TEDESCO, L., GUTIÉRREZ, E., RAMÍREZ MUÑOZ DE TORO, G. y URIARTE, J. I. (2021). Determinantes de las variaciones de precio de la yerba mate en Argentina: Un análisis econométrico. En *LII Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria*. Río Cuarto, Argentina.
- TOMMASI, M. (1992). *Inflation and Relative Prices Evidence from Argentina* (UCLA Economics Working Papers 661). UCLA Department of Economics.
- URIARTE, J. I., RAMÍREZ MUÑOZ DE TORO, G. R. y LARROSA, J. (2019). Web scraping based online consumer price index: The “IPC Online” case. *Journal of Economic and Social Measurement*, 44(2-3), 141-159.
- VARIAN, H. (1980). A Model of Sales. *The American Economic Review*, 70, 651-659.

Apéndice

Tabla 5. Dispersión de la variación de precios por categoría para todos los supermercados

Nº	Categoría	Media	Mínimo	Máximo	Máximo-mínimo	Coef. de variación
1	Aceites	77,91 %	51,71 %	97,30 %	45,59 %	24,67 %
2	Aceites de oliva	58,21 %	51,01 %	71,70 %	20,69 %	16,39 %
3	Aceites en aerosol	75,53 %	45,27 %	108,81 %	63,54 %	31,52 %
4	Aceto	48,51 %	41,32 %	52,95 %	11,63 %	9,64 %
5	Acondicionadores	49,21 %	36,51 %	63,59 %	27,08 %	20,42 %
6	Aguas minerales	60,04 %	37,33 %	74,56 %	37,23 %	22,99 %
7	Aguas saborizadas	50,80 %	5,43 %	69,03 %	63,60 %	51,94 %
8	Alfajores	56,05 %	45,98 %	61,84 %	15,85 %	12,75 %
9	Algodones	41,93 %	40,32 %	43,53 %	3,20 %	3,82 %
10	Amargos	60,05 %	49,37 %	70,10 %	20,72 %	14,11 %
11	Aperitivos y otros	60,81 %	48,15 %	76,59 %	28,43 %	19,43 %
12	Arroz	54,20 %	28,62 %	88,00 %	59,38 %	46,00 %
13	Atunes en lata	47,66 %	39,52 %	61,21 %	21,69 %	20,25 %
14	Avenas	48,48 %	33,50 %	65,29 %	31,79 %	26,91 %
15	Azúcar	57,98 %	14,89 %	113,11 %	98,23 %	70,70 %
16	Azúcar (otras)	93,37 %	49,22 %	137,52 %	88,30 %	47,29 %
17	Barras de cereales	40,37 %	0,00 %	66,02 %	66,02 %	71,57 %
18	Bebidas energéticas	56,38 %	21,94 %	71,01 %	49,07 %	35,48 %
19	Bizcochos y biscuits	66,47 %	56,90 %	73,38 %	16,48 %	10,51 %
20	Bizcochuelos y pionones	90,85 %	69,63 %	146,77 %	77,14 %	35,64 %
21	Budines	72,92 %	54,07 %	88,20 %	34,13 %	19,42 %
22	Caballas en lata	18,80 %	4,42 %	33,18 %	28,75 %	76,47 %
23	Cacaos	17,63 %	-13,16 %	48,42 %	61,58 %	174,64 %
24	Café en cápsulas	58,06 %	57,76 %	58,36 %	0,60 %	0,52 %
25	Café instantáneo	56,70 %	48,66 %	69,00 %	20,34 %	15,58 %
26	Café molido	69,87 %	68,14 %	72,68 %	4,54 %	2,87 %
27	Caldos	38,96 %	15,00 %	77,37 %	62,37 %	70,42 %
28	Cepillos dentales	27,68 %	-3,23 %	50,79 %	54,02 %	70,59 %
29	Cereales y copos	56,03 %	48,67 %	67,75 %	19,07 %	14,95 %
30	Cervezas	52,17 %	34,88 %	78,08 %	43,21 %	32,85 %
31	Champagne	41,08 %	0,00 %	70,77 %	70,77 %	67,65 %
32	Choclo en granos en lata	16,40 %	-2,91 %	35,71 %	38,63 %	117,75 %

Nº	Categoría	Media	Mínimo	Máximo	Máximo-mínimo	Coef. de variación
33	Chocolates	67,58 %	56,35 %	86,84 %	30,49 %	20,24 %
34	Cocktail de frutas	35,70 %	0,74 %	63,80 %	63,06 %	63,31 %
35	Condimentos y especias	17,49 %	-18,38 %	40,70 %	59,08 %	136,64 %
36	Cremas dentales	25,63 %	16,59 %	33,23 %	16,64 %	26,81 %
37	Dulces de frutas	76,55 %	68,64 %	84,46 %	15,82 %	10,33 %
38	Edulcorantes	49,19 %	34,65 %	57,78 %	23,12 %	21,01 %
39	Enjuagues bucales	25,12 %	0,00 %	55,15 %	55,15 %	97,87 %
40	Fideos	63,84 %	19,78 %	106,69 %	86,91 %	55,59 %
41	Flanes	61,11 %	36,89 %	97,04 %	60,15 %	37,91 %
42	Galletas de agua	74,10 %	56,78 %	85,92 %	29,13 %	16,89 %
43	Galletas de arroz	67,74 %	36,43 %	94,44 %	58,01 %	35,29 %
44	Galletas dulces	61,93 %	55,83 %	67,43 %	11,60 %	7,68 %
45	Galletas obleas	61,07 %	60,01 %	62,33 %	2,32 %	1,57 %
46	Galletas saladas	21,65 %	-33,95 %	68,46 %	102,41 %	188,70 %
47	Gaseosas	67,77 %	58,51 %	75,56 %	17,05 %	10,39 %
48	Gelatinas	45,62 %	43,99 %	47,74 %	3,76 %	3,45 %
49	Jugos	46,37 %	0,00 %	64,04 %	64,04 %	58,01 %
50	Jugos de limón	37,63 %	25,00 %	55,26 %	30,26 %	34,14 %
51	Jugos en polvo	25,07 %	5,31 %	40,72 %	35,41 %	58,82 %
52	Ketchup	39,29 %	14,57 %	64,41 %	49,85 %	51,80 %
53	Leches en polvo	62,25 %	28,61 %	95,26 %	66,65 %	43,72 %
54	Lentejas	39,96 %	0,95 %	74,50 %	73,55 %	75,55 %
55	Licores	72,68 %	53,24 %	92,07 %	38,83 %	21,81 %
56	Madalenas	74,92 %	70,71 %	80,88 %	10,17 %	5,78 %
57	Malta instantánea	62,92 %	34,16 %	80,60 %	46,44 %	32,60 %
58	Mate cocido	38,16 %	32,89 %	44,37 %	11,48 %	12,41 %
59	Mayonesas	45,66 %	20,80 %	55,40 %	34,60 %	31,50 %
60	Mostazas	56,48 %	36,70 %	76,26 %	39,56 %	35,02 %
61	Pan de hamburguesas	57,47 %	41,18 %	71,09 %	29,92 %	21,50 %
62	Pan lactal	67,63 %	53,48 %	78,66 %	25,17 %	15,54 %
63	Pan rallado	52,37 %	41,80 %	62,93 %	21,13 %	20,17 %
64	Pastas secas	15,11 %	-51,75 %	74,54 %	126,29 %	342,87 %
65	Polentas	41,23 %	39,83 %	42,63 %	2,80 %	3,39 %
66	Porotos y garbanzos	35,46 %	-1,05 %	62,83 %	63,88 %	68,90 %
67	Postres para preparar	55,69 %	37,22 %	67,92 %	30,71 %	23,86 %
68	Preparados en polvo	46,98 %	35,71 %	61,27 %	25,55 %	23,23 %
69	Puré de papas	63,07 %	29,41 %	116,35 %	86,94 %	60,43 %
70	Puré de tomates	39,10 %	17,60 %	55,46 %	37,86 %	35,36 %

Nº	Categoría	Media	Mínimo	Máximo	Máximo-mínimo	Coef. de variación
71	Rebozadores	52,43 %	39,92 %	72,14 %	32,22 %	26,89 %
72	Sal	42,63 %	18,50 %	57,18 %	38,68 %	35,85 %
73	Salsas	56,33 %	51,50 %	61,16 %	9,66 %	8,57 %
74	Shampoo	50,52 %	28,40 %	89,34 %	60,94 %	47,64 %
75	Sopas	72,98 %	29,31 %	116,64 %	87,33 %	59,83 %
76	Té	49,75 %	33,96 %	80,21 %	46,25 %	43,29 %
77	Tomates enteros conserva	49,16 %	41,90 %	56,43 %	14,53 %	14,78 %
78	Tomates triturados conserva	80,49 %	60,35 %	100,63 %	40,27 %	25,02 %
79	Tostadas de pan	59,24 %	38,41 %	80,07 %	41,66 %	35,16 %
80	Vegetales en conserva	69,10 %	47,73 %	90,48 %	42,75 %	30,93 %
81	Vinagres	59,29 %	42,69 %	71,33 %	28,64 %	17,60 %
82	Vinos (otros)	63,57 %	58,90 %	67,52 %	8,62 %	5,12 %
83	Vinos blancos en botella	70,81 %	44,47 %	104,31 %	59,84 %	30,40 %
84	Vinos tintos en botella	51,66 %	19,58 %	75,31 %	55,73 %	42,04 %
85	Yerba mate	48,47 %	37,91 %	60,15 %	22,24 %	18,80 %
	Canasta total	51,12 %	45,32 %	57,86 %	12,54 %	10,49 %

Fuente: elaboración propia sobre la base de los datos recolectados.

Tabla 6. Estadísticas descriptivas. Comparación de resultados por categoría

		Primer análisis	Segundo análisis
1	Aceites		
	Media	49,61 %	77,91 %
	Mínimo	41,88 %	51,71 %
	Máximo	60,07 %	97,30 %
	Máximo-mínimo	18,19 %	45,59 %
	Coeficiente de variación	13,47 %	24,67 %
2	Arroz		
	Media	37,07 %	54,20 %
	Mínimo	23,92 %	28,62 %
	Máximo	46,29 %	88,00 %
	Máximo-mínimo	22,37 %	59,38 %
	Coeficiente de variación	23,94 %	46,00 %
3	Azúcar		
	Media	28,99 %	57,98 %

		Primer análisis	Segundo análisis
	Mínimo	16,87 %	14,89 %
	Máximo	45,24 %	113,11 %
	Máximo-mínimo	28,37 %	98,23 %
	Coeficiente de variación	41,19 %	70,70 %
4	Café instantáneo		
	Media	20,72 %	56,70 %
	Mínimo	14,05 %	48,66 %
	Máximo	26,18 %	69,00 %
	Máximo-mínimo	12,13 %	20,34 %
	Coeficiente de variación	23,28 %	15,58 %
5	Café molido		
	Media	29,53 %	69,87 %
	Mínimo	20,43 %	68,14 %
	Máximo	41,53 %	72,68 %
	Máximo-mínimo	21,10 %	4,54 %
	Coeficiente de variación	26,40 %	2,87 %
6	Caldos		
	Media	19,68 %	38,96 %
	Mínimo	0,00 %	15,00 %
	Máximo	32,50 %	77,37 %
	Máximo-mínimo	32,51 %	62,37 %
	Coeficiente de variación	60,98 %	70,42 %
7	Fideos		
	Media	44,55 %	63,84 %
	Mínimo	18,09 %	19,78 %
	Máximo	84,43 %	106,69 %
	Máximo-mínimo	66,33 %	86,91 %
	Coeficiente de variación	55,86 %	55,59 %
8	Galletas de agua		
	Media	23,17 %	74,10 %
	Mínimo	9,76 %	56,78 %
	Máximo	32,02 %	85,92 %
	Máximo-mínimo	22,26 %	29,13 %
	Coeficiente de variación	35,97 %	16,89 %
9	Gaseosas		
	Media	12,60 %	67,77 %
	Mínimo	2,61 %	58,51 %
	Máximo	22,01 %	75,56 %
	Máximo-mínimo	19,40 %	17,05 %

		Primer análisis	Segundo análisis
	Coeficiente de variación	58,56 %	10,39 %
10	Jugos		
	Media	18,92 %	46,37 %
	Mínimo	2,07 %	0,00 %
	Máximo	46,07 %	64,04 %
	Máximo-mínimo	44,00 %	64,04 %
	Coeficiente de variación	90,88 %	58,01 %
11	Jugos en polvo		
	Media	17,16 %	25,07 %
	Mínimo	5,94 %	5,31 %
	Máximo	26,98 %	40,72 %
	Máximo-mínimo	21,04 %	35,41 %
	Coeficiente de variación	43,77 %	58,82 %
12	Leches en polvo		
	Media	24,94 %	62,25 %
	Mínimo	21,70 %	28,61 %
	Máximo	27,67 %	95,26 %
	Máximo-mínimo	5,97 %	66,65 %
	Coeficiente de variación	9,18 %	43,72 %
13	Puré de tomates		
	Media	18,22 %	39,10 %
	Mínimo	8,63 %	17,60 %
	Máximo	30,92 %	55,46 %
	Máximo-mínimo	22,29 %	37,86 %
	Coeficiente de variación	46,64 %	35,36 %
14	Sal		
	Media	29,87 %	42,63 %
	Mínimo	27,13 %	18,50 %
	Máximo	34,65 %	57,18 %
	Máximo-mínimo	7,53 %	38,68 %
	Coeficiente de variación	9,63 %	35,85 %
15	Té		
	Media	20,24 %	49,75 %
	Mínimo	0,25 %	33,96 %
	Máximo	47,19 %	80,21 %
	Máximo-mínimo	46,93 %	46,25 %
	Coeficiente de variación	87,98 %	43,29 %
16	Tomates enteros conserva		
	Media	21,54 %	49,16 %

		Primer análisis	Segundo análisis
	Mínimo	20,89 %	41,90 %
	Máximo	22,20 %	56,43 %
	Máximo-mínimo	1,30 %	14,53 %
	Coeficiente de variación	3,03 %	14,78 %
17	Tomates triturados conserva		
	Media	20,92 %	80,49 %
	Mínimo	19,75 %	60,35 %
	Máximo	22,07 %	100,63 %
	Máximo-mínimo	2,32 %	40,27 %
	Coeficiente de variación	4,53 %	25,02 %
18	Yerba mate		
	Media	49,02 %	48,47 %
	Mínimo	30,94 %	37,91 %
	Máximo	78,93 %	60,15 %
	Máximo-mínimo	48,00 %	22,24 %
	Coeficiente de variación	38,09 %	18,80 %

Fuente: elaboración propia sobre la base de los datos recolectados.

Tabla 7. Promedios de los porcentajes de variación de precios

	Promedio % aumento											
	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Crec. Total
Supermercado 1	7,4	6,1	7,8	5,5	9,2	11,4	7,8	13,3	11,1	6,1	11,0	53,3
Supermercado 2	5,6	3,5	3,5	3,0	4,5	5,3	3,0	6,3	5,4	4,2	12,7	57,8
Supermercado 3	15,2	9,2	13,0	9,1	9,2	12,1	9,1	11,4	9,5	10,8	19,2	52,5
Supermercado 4	5,8	6,0	3,3	8,3	4,9	5,3	4,6	6,1	5,9	6,2	5,3	55,6

	Promedio % disminución											
	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Crec. Total
Supermercado 1	-10,4	-3,6	-4,2	-7,6	-4,5	-9,8	-7,7	-4,9	-7,8	-8,0	-6,6	-27,5
Supermercado 2	-1,6	-1,2	-2,9	-3,2	-1,8	-0,5	-2,4			-2,2	-15,8	
Supermercado 3	-4,8	-11,0	-5,8	-7,1	-5,7	-8,3	-8,8	-7,0	-9,6	-12,5	-4,7	-14,1
Supermercado 4	-3,2	-0,4	-6,9	-6,1	-4,9	-1,6	-1,8	-5,7	-1,8	-0,8	-2,2	-13,2

Fuente: elaboración propia sobre la base de los datos recolectados.

Tabla 8. Cantidad de categorías que aumenta, no cambia o disminuye el precio

	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Crec. Total
Supermercado 1												
Aumenta	30	29	47	22	27	50	34	44	42	22	32	55
No cambia	25	29	27	22	30	13	23	13	18	18	17	5
Disminuye	10	10	2	30	17	6	10	6	4	9	3	2
Proporción sin dato	20	17	9	11	11	16	18	22	21	36	33	23
Total, categorías	85											
Supermercado 2												
Aumenta	75	60	62	72	69	73	70	76	77	74	54	80
No cambia	5	17	6	9	12	7	10	9	7	8	1	0
Disminuye	3	6	16	3	3	5	5	0	0	1	28	0
Proporción sin dato	2	2	1	1	1	0	0	0	1	2	2	5
Total, categorías	85											
Supermercado 3												
Aumenta	34	39	45	38	48	60	45	48	45	40	32	39
No cambia	34	9	15	17	14	13	16	15	11	8	18	0
Disminuye	5	30	19	28	22	9	16	13	19	11	6	4
Proporción sin dato	12	7	6	2	1	3	8	9	10	26	29	42
Total, categorías	85											
Supermercado 4												
Aumenta	61	67	40	66	46	63	74	75	64	72	68	79
No cambia	15	12	6	6	13	7	5	3	1	3	4	0
Disminuye	8	4	34	12	26	15	6	6	16	4	8	1
Proporción sin dato	1	2	5	1	0	0	0	1	4	6	5	5
Total, categorías	85											

Fuente: elaboración propia sobre la base de los datos recolectados.

DOSSIER

Enfermedades crónicas en Mendoza antes y después de la pandemia de COVID-19. Un análisis de datos de panel¹

**Chronic diseases in Mendoza before and
after the COVID-19 pandemic. A panel
data analysis**

María Inés Lara

Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Cuyo
mariaines.lara@fce.unco.edu.ar

Monserrat Serio

Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Cuyo
monserrat.serio@fce.unco.edu.ar

Fecha de recepción: 15/10/2024. Fecha de aceptación: 4/4/2025

¹ Una versión preliminar de este trabajo fue presentada en las Jornadas de Ciencias Económicas de la Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Cuyo, edición 2024, bajo el título “Evolución de la prevalencia de enfermedades crónicas en Mendoza pre y pospandemia: un análisis de datos de panel 2016-2022”.



URL de la revista: revistas.unco.edu.ar/ojs3/index.php/cuyonomics

ISSN 2591-555X

Esta obra es distribuida bajo una Licencia Creative Commons
Atribución No Comercial – Compartir Igual 4.0 Internacional

Resumen

La pandemia de COVID-19 alteró la atención de enfermedades crónicas con consultas canceladas o convertidas a telemedicina. Este trabajo analiza el cambio en la prevalencia de enfermedades crónicas entre el 2016 y el 2022 en Mendoza utilizando datos de panel a nivel departamental. Se estiman modelos de panel lineales que consideran la heterogeneidad individual no observada y permiten un mejor conocimiento del comportamiento dinámico de la prevalencia pre y pospandemia. Los resultados sugieren una disminución de la necesidad de atención de salud en conjunto y una reducción significativa de la demanda de atención al estratificar por motivo de la consulta, así como un aumento de la prevalencia de enfermedades cardiovasculares, diabetes y enfermedades pulmonares crónicas. Esto resulta relevante para el sistema de salud provincial, que debería esperar un aumento de la morbilidad y mortalidad de la población, que, *ceteris paribus*, redundaría en un aumento del gasto en salud, en una disminución de la productividad y de la capacidad de generación de ingresos individuales, en el bienestar y calidad de vida a nivel regional.

Palabras clave: enfermedades crónicas, pandemia, datos de panel, Mendoza

Abstract

During the COVID-19 pandemic, patients and healthcare professionals canceled or postponed many outpatient appointments and converted others to telemedicine. This study examines the changes in reported prevalence of chronic diseases between 2016 and 2022 in Mendoza. We use a panel data set at district level. To provide a better understanding of the dynamic behavior of prevalence rates in the pre and post-pandemic period, we estimate different linear panel models. The results suggest an overall decline in the need for healthcare services and a marked reduction in healthcare demand when disaggregated by reason for consultation, alongside an increase in the prevalence of cardiovascular diseases, diabetes, and chronic respiratory conditions. These findings are relevant for the provincial healthcare system, as an increase in population morbidity and mortality could be expected. This, *ceteris paribus*, would lead to higher health expenditures, productivity reduction, a diminished capacity for individual income generation, and a decline in regional well-being and quality of life.

Keywords: chronic diseases, pandemic, panel data, Mendoza

Journal of Economic Literature (JEL): I12, C23

Introducción

Las enfermedades no transmisibles (ENT), también conocidas como enfermedades crónicas (EC), son la primera causa de muerte y discapacidad a nivel global (OMS, 2023; OPS, s/fb). Esto las posiciona como la amenaza más significativa para la salud en el mundo. La Organización Mundial de la Salud (OMS) sostiene que, a diferencia de las enfermedades transmisibles, que se propagan por agentes infecciosos, las ENT son el resultado de una compleja interacción entre factores genéticos, fisiológicos, ambientales y conductuales. Suelen ser enfermedades de larga duración, lo que implica un impacto significativo en la calidad de vida de las personas que las padecen. A menudo se las asocia a grupos de edad avanzada, pero afectan a todos los grupos etarios y son el resultado del rápido desarrollo urbano no planificado, del modo de vida no saludable y del envejecimiento de la población (OMS, 2023; OPS, s/fa).

La Organización de Naciones Unidas (ONU) reconoce la necesidad de reducir la carga de las ENT en el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 3 sobre salud y bienestar, y en su meta 3.4, que impone el compromiso de reducir en un tercio la mortalidad prematura por ENT para el 2030, en relación con 2015 (ONU, s/f). La Organización Panamericana de la Salud (OPS, s/fb) estima que en Argentina, en 2019, las ENT representaron 18 222 años de vida perdidos ajustados por discapacidad (DALY, por sus siglas en inglés) cada 100 000 habitantes, esto es, 8253 años de vida vividos con discapacidad (YLD, por sus siglas en inglés) y 9969 años de vida perdidos (YLL, por sus siglas en inglés) cada 100 000 habitantes, y ubica en 15,7 % la probabilidad de morir entre los 30 y los 70 años por cualquiera de las cuatro principales ENT (enfermedades cardiovasculares —infartos de miocardio y accidentes cerebrovasculares—, cáncer, enfermedades respiratorias —asma y enfermedad pulmonar obstructiva crónica— y diabetes) para ambos sexos. Estos dos indicadores son los utilizados por la OPS para monitorear el progreso de los países en la prevención y el control de ENT. Si bien la tendencia de este indicador es decreciente, las proyecciones ubican su valor en 13,7 % para el año 2030, 2,8 puntos porcentuales (pp) por encima del valor meta (OPS, s/fc). Además, a nivel global las tasas de DALY estandarizadas por edad han aumentado para los desórdenes de ansiedad, los desórdenes depresivos y la diabetes (Ferrari et al., 2021).

A este panorama hay que sumar la pandemia de COVID-19, con más de 115 000 defunciones hasta fines del 2022 (OPS, s/fd), que aumentó la carga global de la enfermedad e incrementó el riesgo de muerte de las personas con ENT (Lucia-

ni et al., 2022). El virus SARS-CoV-2 desencadena una enfermedad pulmonar aguda que puede conducir a neumonía e incluso provocar un síndrome de distrés respiratorio (Fan et al., 2020; Greenland et al., 2020; Li y Ma, 2020) y tiene efectos directos e indirectos sobre las ENT. Este virus aumenta la vulnerabilidad de los pacientes con EC (Cimas Hernando, 2021), ya que ocasiona daños en otros sistemas (hematológico, cardiovascular, renal, digestivo, endocrino, neurológico, reproductivo, oftalmológico y dermatológico) (Boix y Merino, 2022; Matsushita et al., 2020; Moreno-Pérez et al., 2021; Rothan y Byrareddy, 2020).

Los efectos indirectos son numerosos, uno de los más importantes es la interrupción total o parcial de los servicios de salud durante la pandemia, hecho particularmente problemático para pacientes con EC que requieren atención en forma regular. Estas interrupciones fueron consecuencia tanto de factores directos del sistema de salud (suspensión total o parcial de algunos servicios y redireccionamiento de otros) como de las medidas de aislamiento social preventivo que implementaron la mayoría de los gobiernos. En el primer caso, la OMS (2020) reporta que alrededor del 75 % de los países miembro informaron grados considerables de disrupción de los servicios esenciales de atención de salud de pacientes con ENT, situación que dejó a millones de personas sin cuidados suficientes. En el segundo caso, a las dificultades asociadas al acceso a los centros de atención de la salud se le suman el aumento de la exposición a factores de riesgo conductuales (mala alimentación, consumo de alcohol, falta de actividad física y estrés) y el miedo al contagio que reduce la probabilidad de buscar atención. En cualquier caso, estas disrupciones pueden conducir a un diagnóstico tardío de las ENT, una progresión más rápida de la enfermedad y, en última instancia, a tasas más altas de mortalidad (Chang et al., 2021; Kendzerska et al., 2021).

En Mendoza, si bien hay información administrativa del subsistema de salud pública sobre la tasa de mortalidad por ENT (Koch et al., 2022, Ministerio de Salud y Deportes, 2024), no se han encontrado hasta el momento investigaciones que analicen la tendencia en la prevalencia de estas enfermedades a nivel provincial desde una perspectiva de análisis más amplia que la meramente estadística. Por ello, esta investigación tiene como objetivo analizar los cambios en la conducta de salud y en la prevalencia de enfermedades crónicas en la provincia de Mendoza, en un período que incluye la crisis sanitaria provocada por COVID-19. Se entiende por conducta de salud a los comportamientos que las personas adoptan de forma voluntaria o como resultado de intervenciones y que tienen un impacto directo en su salud y bienestar (DEIE, 2017). Primero se estudia si la demanda de atención de salud cambia de tendencia luego de la pandemia; en segundo lugar, se hipotetiza que la prevalencia de EC aumenta luego de la crisis sanitaria del 2020. Se espera que los resultados sean útiles para la vigilancia y control de EC, tanto en lo relacionado con la prevención primaria como con la planificación de los servicios asistenciales.

Para analizar estos cambios de patrones se estiman modelos de datos de panel que consideran las heterogeneidades propias de cada departamento de la provincia y el componente de serie de tiempo. Los resultados obtenidos a partir de la utilización de la información relevada por la Encuesta de Condiciones de Vida (ECV) sugieren que la proporción de población que declaró tener necesidades de atención de salud y la proporción de esta que demandó atención de salud disminuyó en el período pospandemia. El mismo comportamiento tienen la prevalencia de EC y la realización de consultas por control asociadas con EC. Sin embargo, el análisis por tipo de EC evidencia comportamientos heterogéneos: las prevalencias de enfermedades cardiovasculares, diabetes, enfermedades pulmonares y cáncer han aumentado en el período pospandemia, mientras que la prevalencia de otras EC ha disminuido.

Marco teórico

Dada la naturaleza compleja de las ENT, producto de la interacción entre factores genéticos, fisiológicos, ambientales y conductuales, diversos enfoques teóricos basados en los determinantes sociales de la salud (DSS) han surgido para explicar esta dinámica multifactorial. La OMS define a los DSS como las “circunstancias en que las personas nacen, crecen, trabajan, viven y envejecen, incluido el conjunto más amplio de fuerzas y sistemas que influyen sobre las condiciones de la vida cotidiana” (s/fa). En otras palabras, son todos aquellos factores económicos, sociales, ambientales, psicosociales y políticos que afectan la salud de un individuo, su calidad de vida o la progresión de una enfermedad en una forma compleja e interconectada (Marmot et al., 2008; National Research Council & Institute of Medicine, 2013).

La evidencia de asociación entre los DSS, las EC y sus factores de riesgo es numerosa; se destacan, entre otras, las investigaciones de Link y Phelan (1995), Marmot et al. (2008), Ahnquist et al. (2012), Braveman y Gottlieb (2014), Salgado-Barreira et al. (2014), Vathesatogkit et al. (2014), Short y Mollborn (2015), Cockerham et al. (2017), Williams et al. (2018) y Bartolomé-Moreno et al. (2024). Es importante destacar que los DSS también se asocian a disparidades en las modalidades de detección, las pruebas diagnósticas, las opciones de tratamiento y la calidad de vida de las personas con ENT.

La mayoría de las investigaciones analiza la relación entre el nivel socioeconómico (NSE) y la prevalencia de ENT y su mortalidad asociada. El NSE influye sobre las ENT de diversas maneras, pero en general se observa que las personas con mayor NSE tienden a vivir más y a gozar de mejor salud, y esta tendencia se acentúa mientras se asciende en la escala social (Link y Phelan, 1995; Secrest et al., 2011; Hill et al., 2015; Cockerham et al., 2017). Los individuos con mejor NSE no solo tienen menor riesgo de exposición a ENT, sino que también disponen de mayores recursos y estrategias para hacerles frente en caso de padecerlas y para aceptar y cumplir los

tratamientos y recomendaciones. El NSE suele caracterizarse a partir de variables como el ingreso, la educación y la ocupación o también a partir de indicadores compuestos (Kerr et al., 2011; Tang et al., 2016; Wang et al., 2020).

Más allá del NSE, otros factores, como la raza, el género, eventos vitales estresantes y la percepción de control sobre la propia vida, también influyen en la salud. Por ejemplo, las personas que experimentan mayor discriminación racial o de género tienden a tener peores resultados de salud (Ahnquist et al., 2012; Walker et al., 2016; Backholer et al., 2017; Short y Mollborn, 2017, entre otros). Del mismo modo, eventos estresantes como la pérdida de un empleo o un divorcio pueden aumentar el riesgo de EC (Backholer et al., 2017; Potter et al., 2019; Wang et al., 2020; Lee e Im, 2021, entre otros). En contraste, las personas que sienten que tienen control sobre sus vidas generalmente reportan mejor salud mental y física, y son más propensas a adoptar hábitos saludables (Link y Phelan, 1995; Cockerham et al., 2017).

La posibilidad de diagnóstico, tratamiento y seguimiento de ENT está condicionada al acceso a los servicios de salud, a la calidad de la atención, a la tenencia de seguros de salud y a la educación en salud. En muchas ocasiones, las personas no reciben los servicios de atención recomendados o no acceden al diagnóstico oportunuo debido a que no cuentan con un médico de cabecera o viven demasiado lejos de los establecimientos que los ofrecen. Los individuos sin seguro de salud tienen menos posibilidades de acceder a los cuidados médicos y de afrontar los costos de los servicios de atención y de medicamentos.

A partir de una revisión bibliográfica, Teshale et al. (2023) sostienen que la influencia de los DSS en las enfermedades cardiovasculares es compleja, no existe necesariamente una relación unidireccional. Numerosos estudios informan sobre la existencia de una asociación negativa entre indicadores compuestos de NSE y el riesgo de accidentes cerebrovasculares, insuficiencia cardíaca, enfermedad coronaaria, cardiopatías, infarto de miocardio y miocardiopatías (Kerr et al., 2011; Hawkins et al., 2012; Barreira et al., 2014; Salgado- Tang et al., 2016; Allan et al., 2017; Williams et al., 2018; Wang et al., 2020). En particular, Backholer et al. (2017) encuentran una asociación negativa entre el riesgo de contraer estas enfermedades y el ingreso. González (1998), Vathesatogkit et al. (2014) y McHutchison et al. (2017) reportan el mismo tipo de asociación, pero con educación; y Khaing et al. (2017), Potter et al. (2019), Wang et al. (2020) y Lee e Im (2021) encuentran asociación negativa con ambos DSS. Las investigaciones conducidas por Backholer et al. (2017), Potter et al. (2019), Wang et al. (2020) y Lee e Im (2021) utilizan como indicador de ocupación la categoría ocupacional (el nivel más bajo es el trabajo manual) y reportan asociaciones negativas con las enfermedades cardiovasculares, mientras que Lunde et al. (2018) encuentran una relación negativa entre estas patologías y el desempleo.

En la literatura que relaciona los DSS con la diabetes, Secrest et al. (2011), Hill et al. (2015) y Walker et al. (2016) encuentran una relación inversa entre el NSE y la morbilidad. En otras palabras, las personas con diabetes de menores recur-

sos monetarios y educativos tienen peores resultados de salud y mayores tasas de mortalidad. Hill et al. (2013) sugieren que el ingreso, la pobreza y el nivel educativo están relacionados con el riesgo de diabetes. También señalan que la urbanización y el crecimiento económico contribuyen a incrementar el riesgo de diabetes a través de factores como la alimentación poco saludable y el sedentarismo.

Pinheiro et al. (2022) encuentran que el bajo nivel educativo, el bajo nivel de ingreso, la pobreza, la escasa infraestructura de salud pública, la ausencia de seguros de salud y el aislamiento social se encuentran significativamente asociados con el riesgo de muerte por cáncer. A estos factores Maniar et al. (2018) adicionan el inadecuado acceso a comida saludable, a lugares seguros para realizar actividad física, a la vivienda y a problemas de transporte, mientras que Coughlin (2019; 2020) y Take-mura et al. (2018) también contemplan la condición de migrante y la discriminación racial. Syrnioti et al. (2023) señalan que no solo los factores socioeconómicos, ambientales y geográficos contribuyen a explicar disparidades en prevalencias de cáncer entre grupos poblacionales sino también las diferencias en los servicios de salud, desde la prevención temprana hasta los cuidados paliativos.

También se reconoce que el desempleo, los bajos niveles de ingreso y de educación y la vivienda inapropiada influyen negativamente sobre las enfermedades pulmonares crónicas (Brownlee, 2022). Oates y Schechter (2022) encuentran que los DSS tienen implicancias directas e indirectas sobre la fibrosis quística. Para estos autores, las políticas sociales, el NSE (ingreso, educación, empleo) y la raza/etnia impactan indirectamente sobre los resultados respiratorios, mientras que influyen directamente la alimentación, la vivienda, las condiciones de vida, la exposición al tabaco, la calidad del aire, los factores psicosociales (estructura familiar, estrés, contención social) y las características del sistema de salud. Puvvula et al. (2023) encuentran que la prevalencia de asma difiere según etnia, NSE y exposición a contaminantes del aire. También Ly et al. (2023) consideran, a partir de una revisión de la literatura especializada, que el ingreso, la educación, la ocupación, la clase social, el sexo y la raza/etnia son DSS de las enfermedades pulmonares crónicas.

Más allá de las repercusiones económicas y sociales, la pandemia de COVID-19 y las medidas de aislamiento social implementadas han tenido y tienen implicancias significativas en el desarrollo y la detección de EC. Las restricciones en la atención de salud presencial y el temor al contagio llevaron a una reducción considerable en la búsqueda de cuidados médicos por parte de la población, lo que provocó el retraso en el diagnóstico de nuevas EC, así como el seguimiento y control de aquellas ya existentes. La OPS (2020), a partir de una encuesta a los países miembro, informa reducciones del 43 % en los programas de manejo de la hipertensión, del 50 % en los programas de manejo de diabetes y sus complicaciones, del 61 % en los de tratamiento del cáncer y del 18 % en los servicios de emergencia cardiovascular. Otras investigaciones también reconocen reducciones significativas en la utilización de diversos servicios de salud durante la pandemia. El estudio sistemático de Riera et al.

(2021) muestra retrasos e interrupciones en los servicios oncológicos a nivel mundial. Asimismo, en una revisión de alcance mundial, Lange et al. (2022) encontraron tendencias similares en los servicios hospitalarios para pacientes con enfermedades cardíacas. Por su parte, Arsenault et al. (2022) analizaron, específicamente, el efecto inmediato de la pandemia en 31 servicios de salud en dos países de ingresos bajos (Etiopía y Haití), seis de ingresos medios (Ghana, República Democrática Popular Lao, México, Nepal, Sudáfrica y Tailandia) y dos países de altos ingresos (Chile y Corea del Sur). Hallaron que la detección de cáncer y de tuberculosis y la detección y pruebas de VIH fueron las más afectadas (con disminuciones del 26 % al 96 %). En el caso de América Latina, Herrera et al. (2023) encontraron que los servicios de salud para los hogares se vieron sustancialmente interrumpidos durante la pandemia de COVID-19. En particular, y a partir de encuestas telefónicas, el 20 % de los hogares informó una interrupción en los servicios de salud en mayo-junio de 2020 (45 % a 10 % a nivel nacional), que cayó al 9 % en junio-julio de 2020 (31 % a 3 %) y julio-agosto de 2020 (26 % a 3 %) y disminuyó a 3 % en mayo-julio de 2021 (11 % a 1 %). La razón más común de interrupción reportada fueron las limitaciones en el suministro de atención de salud, seguida de preocupaciones sobre el contagio de COVID-19. Doubova et al. (2021) encuentran, para México, que entre 2019 y 2021 se redujeron las consultas de diversos servicios esenciales de salud: 79 % en prácticas de detección de cáncer de mamas y 68 % en prácticas de detección de cáncer de cuello uterino, seguido por consultas pediátricas (66 %), servicios anticonceptivos (54 %), vacunación infantil (36 %), atención de diabetes e hipertensión (32 % en ambos casos), atención prenatal (27 %) y partos (10 %).

En nuestro país, la Asociación Argentina de Oncología Clínica (AAOC) (2020) informó una disminución superior al 60 % en la demanda espontánea de enfermedades agudas y EC, una reducción de más del 50 % en la atención cardiológica y de más del 68 % en las consultas médicas en áreas de endocrinología y diabetología, y la cancelación de al menos el 60 % de las prácticas médicas y diagnósticas (endoscopías, mamografías, colonoscopías, PET-TC). Adicionalmente, reportaron una tasa cercana de abandono de tratamientos de diabetes (35 %) y del 33 % en el tratamiento del cáncer (quimioterapias y terapias radiantes).

A continuación, se analizan patrones de cambios específicos para Mendoza a partir de la información disponible.

Metodología

En esta investigación se analizó la tendencia de la prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles en el período pre y pospandemia, mediante modelos de datos de panel. Se trata de un estudio observacional cuantitativo de fuente secundaria que permite integrar datos de corte transversal con datos longitudinales. Los datos de panel utilizados proveen información departamental para las dieciocho

unidades geopolíticas en las que está organizada la provincia de Mendoza y longitudinal para los siete años comprendidos entre 2016 y 2022.

Datos

Para esta investigación se construyó un panel de datos combinando información provista por la ECV, realizada por la Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas (DEIE) de la provincia de Mendoza en sus relevamientos 2016 a 2022 (DEIE, 2017; 2018; 2019; 2020; 2021; 2022; 2023) e información administrativa sobre población, producto bruto geográfico per cápita (PBGpc) y cantidad de centros de salud por departamento provista por la DEIE.

La ECV tiene por objeto caracterizar las condiciones de vida de los hogares rurales y urbanos mendocinos. El relevamiento abarca los dieciocho departamentos y tiene un diseño probabilístico bietápico estratificado, en el que la unidad de muestreo es la vivienda particular. Los dominios de estimación son la provincia de Mendoza (total, zonas urbanas y zonas rurales), las cinco regiones de la provincia (Gran Mendoza, Este, Noreste, Valle de Uco y Sur en las tres dimensiones: total, zonas urbanas y zonas rurales) y los dieciocho departamentos de la provincia (total, sin la posibilidad de desagregar en zonas urbanas y zonas rurales). Dado que la muestra no es autoponderada se utilizaron factores de ponderación que tienen en cuenta el peso de cada estrato en la población. La utilización de estos factores permite extraer los resultados de la muestra hacia la población total de la provincia, a las cinco regiones y a los dieciocho departamentos.

De esta encuesta se extrajo información relacionada con la conducta de salud de la población, con la prevalencia de enfermedades crónicas en general y para algunas patologías específicas, con cobertura de salud y con características de los hogares. No obstante, en el año 2020 el operativo no relevó información sobre enfermedades crónicas.

Las variables relacionadas con la conducta de salud fueron la proporción de individuos por departamento y año según hayan declarado necesidad de atención de salud, demanda de atención de salud, consulta por control, consulta por enfermedad, consulta por urgencia. Las variables relacionadas con enfermedades crónicas fueron prevalencia de EC, prevalencia de enfermedades cardiovasculares, prevalencia de diabetes, prevalencia de enfermedades pulmonares, prevalencia de cáncer, prevalencia de otras enfermedades crónicas y consulta por enfermedades crónicas. Las variables relacionadas con cobertura de salud indagaron sobre la tasa de cobertura privada (obra social, PAMI, prepaga y/o mutual) y cobertura pública (incluye servicio de emergencia). Todas estas variables fueron medidas a partir del auto-reporte. Los indicadores utilizados para caracterizar los departamentos fueron el porcentaje de hogares con necesidades básicas insatisfechas (NBI), el porcentaje de hogares unigeneracionales de adultos mayores; el porcentaje de hogares con

jefatura envejecida; el porcentaje de hogares con menores de 14 años. Otras variables de control obtenidas de la ECV a nivel departamental fueron la población total, la cantidad de mujeres, la edad promedio, el porcentaje de población migrante, la tasa de alfabetismo, la tasa de ocupación, el porcentaje de hogares que realizan actividades deportivas y de hogares que realizan actividades al aire libre. Las definiciones de estas variables se detallan en la figura A.1. Para enriquecer el análisis se incorporaron también como controles el PBGpc departamental y la cantidad de centros de salud existentes por departamento (DEIE, s/f).

Estas variables se relacionan con los DSS y las teorías asociadas (Bartolomé-Moreno et al., 2024; Braveman y Gottlieb, 2014; OPS, s/fa; Short y Mollborn, 2015, entre otros) y fueron utilizadas en modelos que estudian la prevalencia de enfermedades (Ahnquist et al., 2012; Cockerham et al., 2017; Coughlin, 2019; Hill et al., 2013; Pakhale et al., 2021; Powell-Wiley et al., 2022; Vennu et al., 2020; Walker et al., 2016, entre otros).

Modelos y métodos de estimación

Para explotar la bidimensionalidad de los datos que brinda la ECV se proponen modelos de datos de panel lineales que permiten capturar la heterogeneidad individual de los departamentos no observada y conocer más sobre el comportamiento dinámico de las unidades observacionales. El modelo básico de datos de panel es:

$$y_{it} = \alpha_{it} + x'_{it} \beta_{it} + u_{it} \quad i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T$$

donde y es la variable dependiente, i representa a los departamentos de Mendoza ($i=1, \dots, 18$), t representa al tiempo ($t=1, \dots, T$) y los coeficientes varían por departamento y tiempo; k es una variable aleatoria; x'_{it} es un vector que contiene k controles, β_{it} es un vector de k parámetros y u_{it} es un término de perturbación. Este modelo no es estimable dado que tiene más parámetros que observaciones. Luego, se asume el siguiente modelo:

$$y_{it} = \alpha_i + x'_{it} \beta + u_{it} \quad i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T$$

donde α_i es una variable aleatoria que recoge la heterogeneidad individual no observada que es constante a lo largo del tiempo para cada uno de los departamentos. Bajo este modelo se asume que:

$$E[u_{it} | \alpha_i, x_{i1}, \dots, x_{iT}] = 0$$

El modelo de efectos fijos asume que α_i es una variable aleatoria no observada potencialmente correlacionada con los regresores observados x_{it} . Mientras que el

modelo de efectos aleatorios tiene la misma especificación que el modelo de efectos fijos con la salvedad de que α_i es una variable aleatoria, distribuida independientemente de los regresores, con media α y varianzas $Var(\alpha_i) \neq 0$.

Si α_i está correlacionada con las demás variables regresoras del modelo entonces se requerirán estimadores de efectos fijos (estimador *within*). El estimador de efectos fijos explota las características de datos de panel considerando desviaciones de cada uno de los componentes del modelo con respecto a la media en el tiempo. Esto es:

$$y_{it} - y_i = (x_{it} - x_i)' \beta + (u_{it} - u_i)'$$

Si α_i no está correlacionada corresponderá estimar el modelo a través de estimadores de efectos aleatorios. El estimador de efectos aleatorios corresponde al estimador de mínimos cuadrados generalizados (feasible GLS). Más aún, el estimador de efectos aleatorios es eficiente bajo el modelo de efectos aleatorios pero inconsistente bajo el modelo de efectos fijos. La prueba de Hausman (1978) ayuda a testear si los efectos individuales son fijos. Esta prueba analiza si existen diferencias estadísticamente significativas entre los estimadores de efectos fijos y efectos aleatorios. La hipótesis nula postula que los efectos específicos individuales no están correlacionados con los regresores. Un alto valor del estadístico del test de Hausman lleva a rechazar la hipótesis nula brindando evidencia de efectos fijos presentes en los datos.²

Específicamente, se decidió estimar las siguientes dos ecuaciones dependiendo del caso particular de estudio:

$$\begin{aligned} y_{it} &= \alpha_i + post_t \theta + x_{it} \beta + u_{it}, i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T \\ y_{it} &= \alpha_i + año_t \theta + x_{it} \beta + u_{it}, i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T \end{aligned}$$

donde $post_t$ es una variable *dummy* que toma el valor 1 para los años 2021 y 2022 y 0 en otro caso; y es un vector de variables *dummies* por año.

Resultados

La prevalencia de necesidad de salud y la demanda de atención de salud muestran una tendencia decreciente a nivel provincial para la ventana temporal comprendida entre el 2016 y el 2022. La figura 1 evidencia que, en el período prepandemia, en promedio, el 47,7 % de la población de la provincia manifestaba tener necesidad de atención de salud, mientras que en el período pospandemia cae en casi 10 pp.

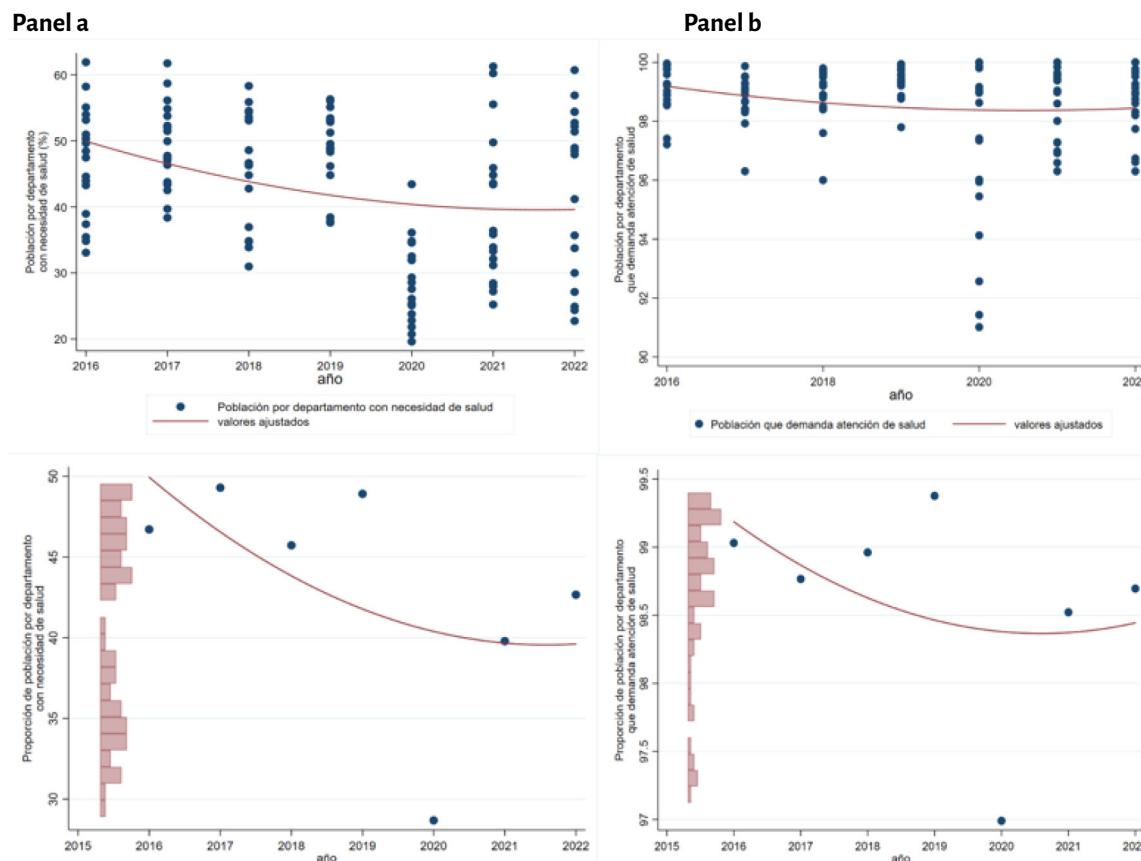
² Para las estimaciones de los diferentes modelos y prueba de Hausman se utilizó el programa estadístico STATA.

Figura 1. Población con necesidad de consulta y demanda de atención de salud. Mendoza, 2016-2022

Período	Con necesidad de consulta*		Demanda de atención de salud**	
	Media	Desv. Estándar	Media	Desv. Estándar
2016	46,71	8,38	99,03	0,79
2017	49,29	6,44	98,77	0,81
2018	45,72	8,48	98,96	0,93
2019	48,91	5,97	99,38	0,52
2020	28,68	6,25	96,99	3,00
2021	39,78	11,35	98,52	1,29
2022	42,66	12,72	98,69	1,18
Prepandemia	47,66	7,40	99,03	0,79
Pospandemia	37,04	11,95	98,07	2,12

Nota: * porcentaje del total de la población, ** porcentaje del total de la población que demanda atención de salud. Fuente: elaboración propia con información de la ECV (DEIE).

Figura 2. Población con necesidad de consulta y demanda de atención de salud por departamento. Mendoza, 2016-2022



Nota: el panel a corresponde a la prevalencia de necesidad de salud por departamento por año para la ventana temporal 2016-2022 (gráfico superior, donde cada punto representa un departamento) y el valor promedio de este indicador por año (gráfico inferior). El panel b muestra la demanda de atención de salud por departamento por año para el mismo período (gráfico superior, donde cada punto representa un departamento) y el valor promedio por año. Fuente: elaboración propia con información de la ECV (DEIE).

El panel a de la figura 2 muestra la prevalencia de necesidad de salud por departamento y por año. Se observa que la caída es abrupta en el año 2020 para todos los departamentos y que comienza a recuperarse en el 2021, sin alcanzar aún los niveles previos a la crisis sanitaria. Además, en el panel b, el indicador del año 2020 evidencia una mayor dispersión.

Ahora bien, prácticamente, la totalidad de la población que necesitó atención concurrió al sistema de salud, y aunque es posible observar una caída en el 2020, la diferencia entre los períodos prepandemia y pospandemia es solo de 1 pp (figura 1 y figura 2 panel b) aunque estadísticamente significativa al 1 %. Al igual que en el caso anterior, en el 2022 todavía no se alcanzan los valores previos a la pandemia.

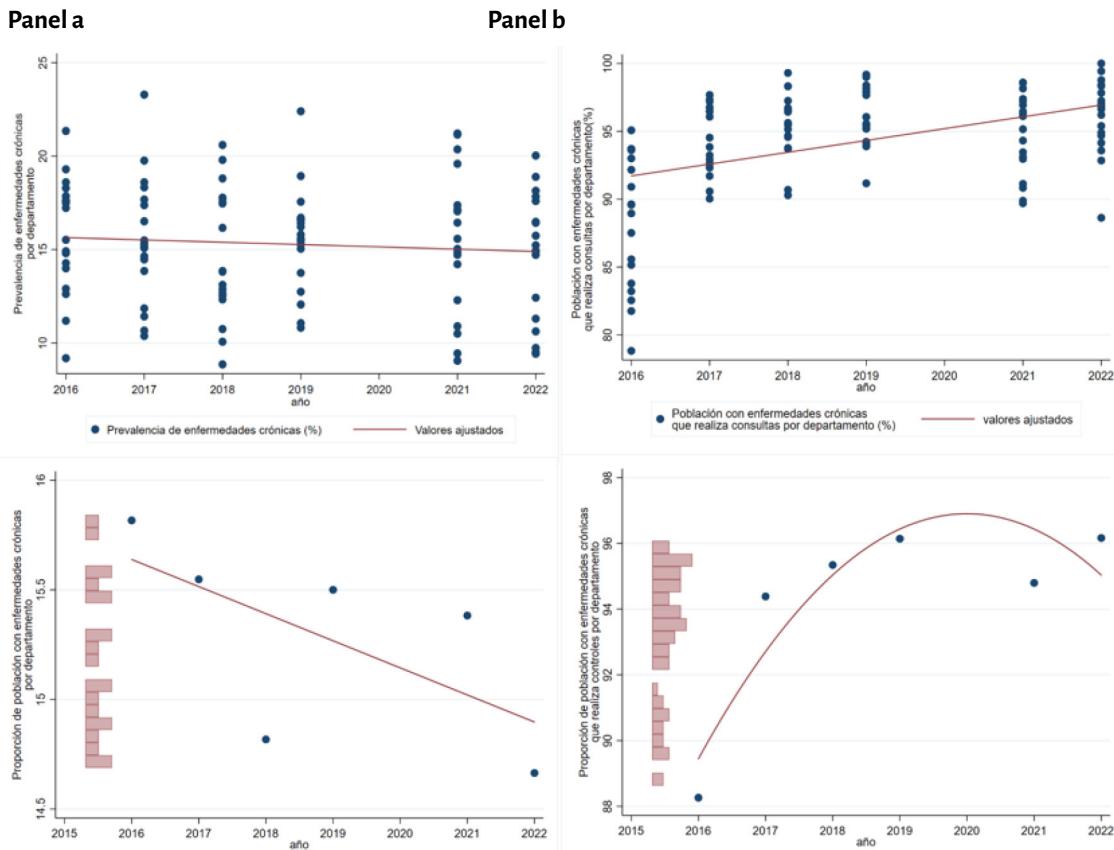
Es importante señalar que, aunque la ECV no relevó información sobre EC en el operativo 2020, la estrategia seguida permite igualmente observar lo sucedido en el período previo a la pandemia y en el posterior, excluyendo el efecto inmediato. La prevalencia de enfermedades crónicas promedió el 15,42 % en el período prepandemia y disminuyó levemente en el período siguiente (figura 3); la diferencia de medias no fue estadísticamente significativa. La prevalencia varía por departamento y evidencia una tendencia decreciente en todo el período (figura 4 panel a).

Figura 3. Prevalencia de enfermedades crónicas y población con enfermedades crónicas que realiza consultas. Mendoza, 2016-2022

Período	Prevalencia de EC		Población con EC que realiza consultas	
	Media	Desv. Estándar	Media	Desv. Estándar
2016	15,82	3,14	93,53	4,41
2017	15,55	3,34	94,38	2,50
2018	14,82	3,49	95,34	2,40
2019	15,50	2,80	96,14	2,11
2020	-	-	-	-
2021	15,38	3,85	94,80	2,98
2022	14,66	3,40	96,16	2,77
Prepandemia	15,42	3,14	93,53	4,41
Pospandemia	15,02	3,60	95,48	2,92

Nota: La ECV no relevó en el operativo 2020 información relativa a enfermedades crónicas (DEIE, 2021). Fuente: elaboración propia con información de la ECV (DEIE).

Figura 4. Prevalencia de enfermedades crónicas y población con enfermedades crónicas que realiza consultas por departamento. Mendoza, 2016-2022



Nota: el panel a corresponde a la prevalencia de EC por departamento por año para la ventana temporal 2016-2022 (gráfico superior, donde cada punto representa un departamento) y el valor promedio de este indicador por año (gráfico inferior). El panel b muestra la demanda de atención de salud asociada a EC por departamento por año para el mismo período (gráfico superior, donde cada punto representa un departamento) y el valor promedio por año. La ECV no relevó en el operativo 2020 información relativa a enfermedades crónicas (DEIE, 2021). Fuente: elaboración propia con información de la ECV (DEIE).

La proporción de población con enfermedades crónicas que realiza consultas por control al menos una vez al año es mayor en el período pospandemia, y la diferencia con la proporción promedio del período prepandemia es estadísticamente significativa al 5 %. Sin embargo, se observa que la magnitud del 2021 es similar a la del 2017, y en el 2022 se alcanza el mismo valor que en el 2019 (figura 3 y figura 4 panel b). La proporción de población con EC ha disminuido en el período considerado; sin embargo, la proporción de población con EC que realiza controles crece en el período prepandemia disminuye en 2021 y vuelve a crecer en 2022, cuando alcanza el nivel de 2019.

Si el análisis se hace por tipo de enfermedad crónica declarada se observa que la prevalencia promedio de enfermedades cardiovasculares, diabetes y enfermedades pulmonares crónicas aumentó levemente en el período pospandemia y las diferencias, si bien pequeñas en magnitud, son todas estadísticamente significativas. La prevalencia promedio de cáncer se mantuvo prácticamente estable a lo largo del período analizado mientras que la prevalencia promedio de otras EC disminuyó en 1 pp, diferencia significativa en términos estadísticos.

Figura 5. Modelos de conducta de salud. Mendoza, 2016-2022

Variables	Prevalencia de			
	Necesidad de atención de salud		Demanda de atención de salud	
	Efectos fijos	Efectos aleatorios	Efectos fijos	Efectos aleatorios
pos	-6,4856 [2,028]***	-7,5837 [2,090]***	-0,3016 [0,300]	-0,2408 [0,277]
Controles				
Sociodemográficos	Sí	Sí	Sí	Sí
Económicos	Sí	Sí	Sí	Sí
Educativos	Sí	Sí	Sí	Sí
Laborales	Sí	Sí	Sí	Sí
Sanitarios	Sí	Sí	Sí	Sí
Tiempo libre	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	108	108	108	108
R2	0,401		0,392	
Nro. de departamentos	18	18	18	18
Test de Hausman		-1,10		-2,26
P-value		1,000		1,000

Nota: errores estándar entre corchetes. *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1. Los controles sociodemográficos incluyen las siguientes variables: población total, mujeres, edad, población migrante, tasa de alfabetismo, hogares con NBI, hogares unigeneracionales de adultos mayores, hogares con jefatura envejecida, hogares con menores de 14 años. El control económico corresponde al PBCpc; el educativo, a la tasa de alfabetismo; y el laboral, a la tasa de ocupación. Los controles sanitarios son: cobertura de salud (pública, PAMI, OSEP, obras sociales), distancia promedio a hospitales, distancia promedio a centros de salud y cantidad de centros de salud. Los controles asociados al tiempo libre son: hogares que realizan actividades deportivas y hogares que realizan actividades al aire libre. La variable es una variable *dummy* que toma el valor 1 para los años 2021 y 2022 y 0 en otro caso. Fuente: elaboración propia con información de la ECV (DEIE).

A partir de estas observaciones estadísticas se estiman modelos lineales de datos de panel. Los resultados de los modelos que estudian la conducta de salud se resumen en la figura 5. Se observa que en el período pospandemia la proporción promedio de población mendocina que declaró tener necesidades de salud se redujo, y esta disminución es estadísticamente significativa. Y, si bien la proporción que demandó atención de salud también se redujo, los coeficientes obtenidos no son estadísticamente significativos.

Sin embargo, cuando se desagrega la información por tipo de consulta realizada (figura 6) se observa que la demanda de atención de salud promedio disminuyó en 2021 y 2022. Esta no solo es menor que la demanda prepandemia, sino también estadísticamente significativa. Además, las reducciones son mayores (en valor absoluto) en el caso de las consultas por control que en las consultas por enfermedad. Considerablemente menores son las reducciones en las consultas por urgencias (tanto por enfermedad como por accidente).

Figura 6. Modelos de consulta por motivo. Mendoza, 2016-2022

Variables	Motivo de la consulta					
	Control		Enfermedad		Urgencia	
	Efectos fijos	Efectos aleatorios	Efectos fijos	Efectos aleatorios	Efectos fijos	Efectos aleatorios
2016	-2,5804 [3,440]	-2,9249 [2,777]	5,2788 [2,531]**	4,7907 [2,332]**	-1,3835 [2,161]	-1,5684 [1,808]
2017	4,3074 [2,964]	3,6966 [2,627]	-2,6850 [2,177]	-2,0803 [2,209]	-2,2926 [1,862]	-1,9554 [1,711]
2018	5,2607 [2,590]**	4,8101 [2,478]*	-3,2708 [1,903]*	-3,2816 [2,080]	0,1492 [1,627]	-0,0250 [1,613]
2021	-42,1483 [3,183]***	-40,7206 [2,822]***	-19,6657 [2,357]***	-20,9806 [2,398]***	-3,0868 [1,999]	-3,7278 [1,837]**
2022	-38,0778 [3,004]***	-38,3093 [2,726]***	-18,1571 [2,260]***	-17,6838 [2,355]***	-1,8159 [1,887]	-1,8415 [1,775]
Controles						
Sociodemográficos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Económicos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Educativos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Laborales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Sanitarios	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Tiempo libre	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	108	108	107	107	108	108
R ²	0,918		0,871		0,303	
Nro. de departamentos	18	18	18	18	18	18
Test de Hausman		19,67		18,37		21,66
P-value		0,662		0,785		0,599

Nota: errores estándar entre corchetes. *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$. Los controles sociodemográficos incluyen las siguientes variables: población total, mujeres, edad, población migrante, tasa de alfabetismo, hogares con NBI, hogares unigeneracionales de adultos mayores, hogares con jefatura envejecida, hogares con menores de 14 años. El control económico corresponde al PBGpc; el educativo, a la tasa de alfabetismo; y el laboral, a la tasa de ocupación. Los controles sanitarios son: cobertura de salud (pública, PAMI, OSEP, obras sociales), distancia promedio a hospitales, distancia promedio a centros de salud y cantidad de centros de salud. Los controles asociados al tiempo libre son: hogares que realizan actividades deportivas y hogares que realizan actividades al aire libre. Fuente: elaboración propia con información de la ECV (DEIE).

Las estimaciones de los modelos lineales de datos de panel de prevalencia de EC y de consulta por control asociados a EC sugieren que estas son menores en el período pospandemia, aunque los coeficientes no son estadísticamente significativos (figura 7).

Figura 7. Modelos de prevalencia y de control de enfermedades crónicas. Mendoza, 2016-2022

Variables	Prevalencia de enfermedades crónicas		Consultas por control de enfermedades crónicas	
	Efectos fijos	Efectos aleatorios	Efectos fijos	Efectos aleatorios
2016			-7,8851 [1,321]***	-7,9778 [1,057]***
2017			-1,4588 [1,138]	-1,7200 [1,000]*
2018			-1,1078 [0,995]	-1,2562 [0,943]
2021			-0,2263 [1,222]	-0,2057 [1,074]
2022			0,1422 [1,154]	-0,0423 [1,038]
pos	-0,0323 [0,705]	-0,4763 [0,673]		
Controles				
Sociodemográficos	Sí	Sí	Sí	Sí
Económico	Sí	Sí	Sí	Sí
Educativo	Sí	Sí	Sí	Sí
Laboral	Sí	Sí	Sí	Sí
Sanitario	Sí	Sí	Sí	Sí
Tiempo libre	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	108	108	108	108
R ²	0,204		0,679	
Nro. de departamentos	18	18	18	18
Test de Hausman		-46,59		14,79
P-value		1,000		0,902

Nota: Errores estándar entre corchetes. *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$. Los controles sociodemográficos incluyen las siguientes variables: población total, mujeres, edad, población migrante, tasa de alfabetismo, hogares con NBI, hogares unigeneracionales de adultos mayores, hogares con jefatura envejecida, hogares con menores de 14 años. El control económico corresponde al PBGpc; el educativo, a la tasa de alfabetismo; y el laboral, a la tasa de ocupación. Los controles sanitarios son: cobertura de salud (pública, PAMI, OSEP, obras sociales), distancia promedio a hospitales, distancia promedio a centros de salud y cantidad de centros de salud. Los controles asociados al tiempo libre son: hogares que realizan actividades deportivas y hogares que realizan actividades al aire libre. La variable es una variable *dummy* que toma el valor 1 para los años 2021 y 2022 y 0 en otro caso. Fuente: elaboración propia con información de la ECV (DEIE).

Por último, la estimación de los modelos por tipo de EC declarada pone en evidencia un aumento de la prevalencia de enfermedades cardiovasculares, diabetes, enfermedades pulmonares y cáncer y una disminución en la prevalencia de otras EC (figura 8).

Figura 8. Modelos de prevalencia enfermedades crónicas por tipo de enfermedad declarada. Mendoza, 2016-2022

Variables	Prevalencia de					
	enfermedades cardiovasculares		diabetes		enfermedades pulmonares	
	Efectos fijos	Efectos aleatorios	Efectos fijos	Efectos aleatorios	Efectos fijos	Efectos aleatorios
pos	0,8338 [0,366]**	0,6183 [0,356]*	0,4035 [0,212]*	0,3215 [0,204]	0,1490 [0,126]	0,2077 [0,104]**
Controles						
Sociodemográficos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Económico	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Educativo	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Laboral	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Sanitarios	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Tiempo libre	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	108	108	108	108	107	107
R ²	0,226		0,203		0,191	
Nro. de departamentos	18	18	18	18	18	18
Test de Hausman		13,28		-18,09		8,74
P-value		0,787		1,000		0,965

Variables	cáncer		otras enfermedades crónicas	
	Efectos fijos	Efectos aleatorios	Efectos fijos	Efectos aleatorios
pos	0,0565 [0,086]	-0,0199 [0,078]	-1,5204 [0,548]***	-1,6869 [0,476]***
Controles				
Sociodemográficos	Sí	Sí	Sí	Sí
Económico	Sí	Sí	Sí	Sí
Educativo	Sí	Sí	Sí	Sí
Laboral	Sí	Sí	Sí	Sí
Sanitarios	Sí	Sí	Sí	Sí
Tiempo libre	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	105	105	108	108
R ²	0,303		0,352	
Nro. de departamentos	18	18	18	18
Test de Hausman		23,97		22,30
P-value		0,120		0,219

Nota: errores estándar entre corchetes. *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1. Los controles sociodemográficos incluyen las siguientes variables: población total, mujeres, edad, población migrante, tasa de alfabetismo, hogares con NBI, hogares unigeneracionales de adultos mayores, hogares con jefatura envejecida, hogares con menores de 14 años. El control económico corresponde al PBGpc; el educativo, a la tasa de alfabetismo; y el laboral, a la tasa de ocupación. Los controles sanitarios son: cobertura de salud (pública, PAMI, OSEP, obras sociales), distancia promedio a hospitales, distancia promedio a centros de salud y cantidad de centros de salud. Los controles asociados al tiempo libre son: hogares que realizan actividades deportivas y hogares que realizan actividades al aire libre. La variable es una variable *dummy* que toma el valor 1 para los años 2021 y 2022 y 0 en otro caso. Fuente: elaboración propia con información de la ECV (DEIE).

En todos los casos, excepto en la figura 8 (columna enfermedad de cáncer), los resultados indican que no se rechaza la hipótesis nula del test de Hausman, lo que sugiere evidencia a favor de que una especificación de efectos aleatorios es apropiada para capturar los efectos a nivel departamental en el modelo propuesto.

Discusión y conclusiones

Los resultados obtenidos sugieren que la proporción de población que declaró tener necesidades de atención de salud y la proporción de esta que demandó atención de salud disminuyó en el período pospandemia. El mismo comportamiento muestra la prevalencia y la consulta de EC. Específicamente, las prevalencias de enfermedades cardiovasculares, diabetes y enfermedades pulmonares han aumentado significativamente en el período pospandemia.

Con el envejecimiento de la población, el incremento de la multimorbilidad, el aumento de la esperanza de vida y de las tasas de supervivencia se prevé que un mayor número de personas padeczan la carga sanitaria de las ENT (Luciani et al., 2022). Mendoza no es ajena a este comportamiento. En los últimos 30 años se observa un descenso paulatino de la natalidad junto con un incremento del porcentaje de personas mayores de 65 años y un alargamiento de la esperanza de vida, lo que evidencia el proceso de envejecimiento poblacional (Ministerio de Salud y Deportes, 2024). A esto hay que sumarle el agravamiento de los factores de riesgo para estas enfermedades, como el consumo de tabaco y alcohol, la alimentación inadecuada y el sedentarismo. La provincia presenta un empeoramiento de los factores de riesgo: las prevalencias de consumo de alcohol y tabaco, de exceso de peso y de sobrepeso, diabetes y colesterol son superiores a la media nacional; las prevalencias de diabetes y presión arterial alta son similares a la media nacional; casi el 30 % de su población mayor de 18 años considera que su alimentación es poco saludable, y el 40 % realiza actividad física baja (INDEC, 2019). Según información del Ministerio de Salud y Deportes (2024) de la provincia, las defunciones por enfermedades del sistema circulatorio son la principal causa de muerte, seguida por las defunciones por cáncer y por enfermedades respiratorias crónicas. Estas tres afecciones dan cuenta del 62 % de las muertes ocurridas en la provincia. Y la diabetes *mellitus* es una de las principales causas de jubilación prematura por discapacidad.

A esta situación, de por sí preocupante, hay que sumarle los efectos asociados a la disrupción de la atención de salud, en general, y de este tipo de enfermedades, en particular, como consecuencia de la pandemia de COVID-19. Esta interrupción brusca ha sido producto de la suspensión total o parcial de los servicios de diagnóstico y atención de EC y de la disminución en la búsqueda de atención por parte de los individuos por miedo al contagio (OPS, 2020).

En este contexto, conocer la tendencia de la demanda de atención de salud y de la prevalencia de EC autorreportada en la provincia de Mendoza en un período que incluye la crisis sanitaria provocada por el COVID-19 resulta de interés para la vigilancia y el control de este tipo de enfermedades. A partir del análisis de estas tendencias es posible extraer información que puede ser utilizada tanto para la prevención primaria como para la planificación de los servicios asistenciales.

Los resultados obtenidos evidencian que la proporción de población que realiza consultas o controles, ya sea porque tiene una necesidad o porque específicamente tiene una EC, ha disminuido en el período analizado. Estos hallazgos están en línea con los obtenidos por AAOC (2020), que informa disminuciones en la demanda espontánea de EC y en el abandono de tratamientos correspondientes. También Doubova et al. (2021) encuentran reducciones en la demanda de prácticas de detección de cáncer, hipertensión y diabetes. En igual sentido, Arsenault et al. (2022) observan reducciones de distinta magnitud en las consultas preventivas en diez países de diferente nivel de desarrollo económico. Herrera et al. (2023), en un aná-

lisis para catorce países de América Latina, reportan una disrupción en la demanda de salud por miedo al contagio e indican que esta reducción fue mayor entre mayo y junio del 2020. Por su parte, De Lange et al. (2022), encuentran una reducción en las admisiones de pacientes con problemas cardíacos y en los procedimientos de diagnóstico y tratamiento. En una revisión sistemática, Riera et al. (2021) detallan una reducción en la disponibilidad de servicios debido a retrasos e interrupciones en el diagnóstico y en el tratamiento, así como una disminución en el número de cirugías oncológicas. La OPS (2022) también reporta disminuciones en la realización de pruebas diagnósticas (mamografías, endoscopias, colonoscopias, estudios citológicos cervicovaginales) y de citas médicas.

Más aún, la OPS (2022) afirma que la pandemia de COVID-19 ha tenido un impacto desproporcionado en las personas con alguna ENT, dificultando los avances en la prevención y el control, al tiempo que ha alterado la prestación de servicios de salud. Si la reducción en la utilización de los servicios de salud observada en esta investigación se asocia a una menor tasa de diagnóstico y tratamiento podría esperarse un aumento en la carga de enfermedad en los próximos años, la necesidad de tratamientos más complejos y costosos y la pérdida de funcionalidad de las personas con EC, lo que amenazaría y reduciría su calidad de vida.

No obstante, en el período pospandemia la demanda de atención de salud muestra un leve aumento que no llega a alcanzar los niveles prepandemia (figura 2). En línea con estos hallazgos, las investigaciones de Arsenault et al. (2022) y Herrera et al. (2023), así como los informes de la OMS (2022) y la OPS (2023), señalan que dos y tres años después de la pandemia de COVID-19 la prestación de los servicios de salud solo se ha recuperado parcialmente con respecto a los niveles que tenían prepandemia, y que el retraso en esta recuperación es particularmente importante en los servicios de detección y tratamiento de ENT.

Las EC son producto de una compleja interacción de factores genéticos, fisiológicos, ambientales y conductuales, por lo que es de esperar que las personas que las padecen resulten más vulnerables a la pandemia de COVID-19 (OMS, 2020; 2023; Huenchuan, 2021; Rothan y Byrareddy, 2020; Xu et al., 2024; Boix y Merino, 2022; Chang et al., 2021; Fan et al., 2020; Greenland et al., 2020, entre otros). En este sentido, los resultados de esta investigación por tipo de EC revelan que las prevalencias de enfermedades cardiovasculares, diabetes, enfermedades pulmonares y cáncer autorreportadas han aumentado pospandemia. El Plan Provincial de Salud 2024-2030 (Ministerio de Salud y Deportes, 2024) propone un abordaje holístico para la prevención y el control de las EC y sus factores de riesgo de acuerdo a los lineamientos y recomendaciones de OMS (2011; s/fb) y de la OPS (1978; 1986; s/fe; s/ff). Busca garantizar el derecho a la salud, el acceso a los servicios y la atención integral, oportuna y de calidad a todas las personas, integrando de manera articulada los programas ya existentes, entre los que se destacan el Programa de Prevención y Tratamiento de Enfermedades Cardiovasculares, el Programa Provincial de Prevención,

Asistencia, y Tratamiento de Personas con Diabetes, el Programa Provincial de Obesidad, el Programa Provincial de Enfermedades Respiratorias Crónicas y Tabaco, el Programa Provincial de Asma Infantil, el Programa Provincial de Prevención y Detección Precoz del Cáncer de Cervix y Mama, el Programa Provincial de Prevención y Detección Temprana del Cáncer Colorrectal, el Programa de Prevención y Cesación Tabáquica y el Programa Provincial de Actividad Física, entre otros (Dirección de Prevención y Promoción de la Salud, s/f). Esta perspectiva integral permite abordar los determinantes sociales, económicos, ambientales y conductuales de las ENT, promoviendo sinergias entre las distintas iniciativas y fortaleciendo la coherencia y eficiencia de las intervenciones en el sistema de salud. Los resultados de esta investigación permiten complementar la información que surge del sistema de salud y enriquecer el análisis al brindar indicadores que provienen del lado de la demanda del sistema.

Sin embargo, es importante destacar que los resultados de este trabajo se basan en variables autorreportadas. Estas variables pueden incluir sesgos y errores de medición. El sesgo de respuesta y error de medición es un fenómeno ampliamente discutido en las investigaciones de salud donde se utilizan datos autorreportados. Como explicitan Rosenman et al. (2011) hay muchas razones por las que los individuos pueden ofrecer estimaciones sesgadas del comportamiento autoevaluado, que van desde un malentendido de lo que se pregunta hasta el sesgo de deseabilidad social, donde el encuestado quiere “quedarse bien” en la encuesta, incluso de manera inconsciente, aunque sea anónima. El sesgo de respuesta y error de medición en sí mismo puede no ser problemático en esta evaluación si es el mismo antes y después de la pandemia, bajo estrategias de datos de panel. Pero es particularmente problemático cuando aparece una recalibración del sesgo y error después de una intervención como, en este caso, la crisis sanitaria. La recalibración de estándares puede causar que el sesgo no sea el mismo antes y después de la pandemia y se asuma erróneamente que el efecto es producido solo por la crisis cuando parte de él es también producido por un cambio del sesgo o error de medición. El cambio del sesgo puede ocurrir si el marco de referencia del encuestado cambia antes y después de la pandemia. Si fuese este el caso los efectos computados podrían ser subestimados o sobreestimados.

Por último, aunque se observa una fuerte asociación en los resultados, esta no implica necesariamente causalidad. El contexto de pandemia involucra múltiples factores simultáneos—restricciones de movilidad, reorganización del sistema sanitario, percepción de riesgo por parte de los pacientes y cambios en la oferta de servicios—que pueden actuar como covariables. En ausencia de un diseño experimental, un diseño cuasiexperimental, o los diseños de cohortes de epidemiología—que bajo ciertas condiciones pueden ser válidos para el análisis de causalidad—no es posible atribuir un efecto causal. Por lo tanto, aunque los datos sugieren que ha habido un cambio luego de la pandemia, este no se puede atribuir de forma di-

recta al COVID-19. En consecuencia, los resultados deben interpretarse con cautela: si bien reflejan una correlación temporal y consistente con la hipótesis del impacto de la pandemia en el sistema de salud, no permiten descartar explicaciones alternativas. Aun así, los resultados obtenidos siguen siendo válidos a la luz del objetivo planteado de analizar cambios en la conducta de salud y en la prevalencia de EC, con el fin de reconocer señales de alerta por el lado de la demanda del sistema que sirven para enriquecer el proceso de diseño de políticas sanitarias en la provincia.

Consideraciones éticas

En esta investigación se han utilizado fuentes documentales y bases de datos públicas. No se utilizó información personal identificable, por lo que no se requirió consentimiento informado. Se respetaron los principios de integridad académica y se citaron adecuadamente todas las fuentes utilizadas.

Financiamiento

Este trabajo fue financiado por la Secretaría de Investigación, Internacionales y Posgrado de la Universidad Nacional de Cuyo en el marco de la Convocatoria a Proyectos Binales 2022-2024 (Proyecto 06/D007-T1, Res. 2118/22-R).

Referencias bibliográficas

- AHNQUIST, J., WAMALA, S. P. y LINDSTROM, M. (2012). Social determinants of health – A question of social or economic capital? Interaction effects of socioeconomic factors on health outcomes. *Social Science & Medicine*, 74(6), 930-939. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2011.11.026>.
- ARSENAULT, C., GAGE, A., KIM, M. K., KAPOOR, N. R., AKWEONGO, P., AMPONSAH, F., ... y KRUK, M. E. (2022). COVID-19 and resilience of healthcare systems in ten countries. *Nature medicine*, 28(6), 1314-1324. <https://doi.org/10.1038/s41591-022-01750-1>.
- Asociación Argentina de Oncología Clínica (AAOC) (2020). *Impacto de la pandemia Covid-19 sobre el sistema de salud argentino*. Recuperado el 30/06/2025 de <https://www.aaoc.org.ar/impacto-de-la-pandemia-covid-19-sobre-el-sistema-de-salud-argentino>.
- BACKHOLER, K., PETERS, S. A. E., BOTS, S. H., PEETERS, A., HUXLEY, R. R. y WOODWARD, M. (2017). Sex differences in the relationship between socioeconomic status and cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 71(6), 550-557. <https://doi.org/10.1136/jech-2016-207890>.
- BARTOLOMÉ-MORENO, C., CÓRDOBA, R. y MELÚS-PALAZÓN, E. (2024).

- Determinantes sociales, comerciales y ambientales de la salud: el reto de la promoción y la prevención. *Atención Primaria*, 56(2), 102852. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2023.102852>.
- CHANG, A. Y., CULLEN, M. R., HARRINGTON, R. A. y BARRY, M. (2021). The impact of novel coronavirus COVID-19 on noncommunicable disease patients and health systems: a review. *Journal of Internal Medicine*, 289(4), 450-462. <https://doi.org/10.1111/joim.13184>.
- CIMAS HERNANDO, J. E. (2021). Seguimiento de los pacientes con secuelas no respiratorias de la COVID-19. *FMC-Formación Médica Continuada en Atención Primaria*, 28(2), 81-89. <https://doi.org/10.1016/j.fmc.2020.11.004>.
- COCKERHAM, W. C., HAMBY, B. W. y OATES, G. R. (2017). The Social Determinants of Chronic Disease. *American Journal of Preventive Medicine*, 52(1), S5-S12. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2016.09.010>.
- COUGHLIN, S. S. (2019). Social determinants of breast cancer risk, stage, and survival. *Breast Cancer Research and Treatment*, 177(3), 537-548. <https://doi.org/10.1007/s10549-019-05340-7>.
- COUGHLIN, S. S. (2020). Social determinants of colorectal cancer risk, stage, and survival: a systematic review. *International Journal of Colorectal Disease*, 35(6), 985-995. <https://doi.org/10.1007/s00384-020-03585-z>.
- Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas (2017). *Informe Anual Encuesta de Condiciones de Vida 2016*. Recuperado el 30/06/2025 de https://deie.mendoza.gov.ar/backend//uploads/files/2022-10-12_12:09:04_ECV%20INFORME%20FINAL%202016.pdf.
- Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas (2018). *Informe Anual Encuesta de Condiciones de Vida 2017*. Recuperado el 30/06/2025 de https://deie.mendoza.gov.ar/backend//uploads/files/2022-10-12_12:09:29_ECV%20INFORME%20FINAL%202017.pdf.
- Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas (2019). *Informe Anual Encuesta de Condiciones de Vida 2018*. Recuperado el 30/06/2025 de https://deie.mendoza.gov.ar/backend//uploads/files/2022-10-12_12:37:09_ECV%20INFORME%20FINAL%202018.pdf.
- Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas (2020). *Informe Anual Encuesta de Condiciones de Vida 2019*. Recuperado el 30/06/2025 de https://deie.mendoza.gov.ar/backend//uploads/files/2022-10-18_12:24:02_ECV%20INFORME%20FINAL%202019.pdf.
- Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas (2021). *Informe Anual Encuesta de Condiciones de Vida 2020*. Recuperado el 30/06/2025 de https://deie.mendoza.gov.ar/backend//uploads/files/2022-10-18_12:24:25_ECV%20INFORME%20FINAL%202020.pdf.
- Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas (2022). *Informe Anual Encuesta de Condiciones de Vida 2021*. Recuperado el 30/06/2025 de https://deie.mendoza.gov.ar/backend//uploads/files/2022-10-18_12:24:25_ECV%20INFORME%20FINAL%202021.pdf.

- mendoza.gov.ar/#!/informes-e-investigaciones/informes-anuales-encuesta-de-condiciones-de-vida-20192022-366.
- Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas (2023). *Informe Anual Encuesta de Condiciones de Vida 2022*. Recuperado el 30/06/2025 de <https://deie.mendoza.gov.ar/#!/informes-e-investigaciones/informes-anuales-encuesta-de-condiciones-de-vida-20192022-366>.
- Dirección de Prevención y Promoción de la Salud (s/f). Dirección de Prevención y Promoción de la salud, Ministerio de Salud y Deportes, Gobierno de Mendoza. Recuperado el 30/06/2025 de <https://www.mendoza.gov.ar/salud/dependencias/prevencion-y-promocion/>.
- DE LANGE, M., CARVALHO, A. S., BRITO FERNANDES, Ó., LINGSMA, H., KLAZINGA, N. y KRINCOS, D. (2022). The impact of the COVID-19 pandemic on hospital services for patients with cardiac diseases: a scoping review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(6), 3172. <https://doi.org/10.3390/ijerph19063172>.
- DOUBOVA, S. V., ROBLEDO-ABURTO, Z. A., DUQUE-MOLINA, C., BORRAYO-SÁNCHEZ, G., GONZÁLEZ-LEÓN, M., AVILÉS-HERNÁNDEZ, R., CONTRERAS-SÁNCHEZ, S. E., HANNAH, H. L., KRUK, M., PÉREZ CUEVAS, R. y ARSENAULT, C. (2022). Overcoming disruptions in essential health services during the COVID-19 pandemic in Mexico. *BMJ global health*, 7(3), e008099.
- FAN, E., BEITLER, J. R., BROCHARD, L., CALFEE, C. S., FERGUSON, N. D., SLUTSKY, A. S. y BRODIE, D. (2020). COVID-19-associated acute respiratory distress syndrome: is a different approach to management warranted? *The Lancet Respiratory Medicine*, 8(8), 816-821. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30304-0](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30304-0).
- FERRARI, A. et al. (2021). Global incidence, prevalence, years lived with disability (YLDs), disability-adjusted life-years (DALYs), and healthy life expectancy (HALE) for 371 diseases and injuries in 204 countries and territories and 811 subnational locations, 1990–2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet*, 403(10440), p. 2133-2161. doi: 10.1016/S0140-6736(24)00757-8. PMID: 38642570; PMCID: PMC11122111.
- GREENLAND, J. R., MICHELOW, M. D., WANG, L. y LONDON, M. J. (2020). COVID-19 Infection. Implications for Perioperative and Critical Care Physicians. *Anesthesiology*, 132(6), 1346-1361. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000003303>.
- HAUSMAN, J. A. (1978). Specification Tests in Econometrics. *Econometrica*, 46(6), 1251-1271.
- HAWKINS, N. M., JHUND, P. S., McMURRAY, J. J. V. y CAPEWELL, S. (2012). Heart failure and socioeconomic status: accumulating evidence of inequality. *European Journal of Heart Failure*, 14(2), 138-146. <https://doi.org/10.1093/eurjh/hfr168>.
- HERRERA, C. A., KERR, A. C., DAYTON, J. M. y KAKIETEK, J. J. (2023). Healthcare service disruption in 14 Latin American and Caribbean countries during the

- COVID-19 pandemic: Analysis of household phone surveys, 2020-2021. *Journal of Global Health*, 13. doi:10.7189/jogh.13.06023.
- HILL, J. O., GALLOWAY, J. M., GOLEY, A., MARRERO, D. G., MINNERS, R., MONTGOMERY, B., PETERSON, G. E., RATNER, R. E., SANCHEZ, E. y ARODA, V. R. (2013). Scientific Statement: Socioecological Determinants of Prediabetes and Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*, 36(8), 2430-2439. <https://doi.org/10.2337/dc13-1161>.
- HILL, K. E., GLEADLE, J. M., PULVIRENTI, M. y McNAUGHTON, D. A. (2015). The social determinants of health for people with type 1 diabetes that progress to end-stage renal disease. *Health Expectations*, 18(6), 2513-2521. <https://doi.org/10.1111/hex.12220>.
- HUENCHUAN, S. (2021). *La pandemia por COVID-19 y su relación con las enfermedades no transmisibles y la protección social en salud*. México DF: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Recuperado el 30/06/2025 de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47404-la-pandemia-covid-19-su-relacion-enfermedades-transmisibles-la-proteccion-social>.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INDEC) (2019). 4.a Encuesta Nacional de Factores de Riesgo. *Resultados definitivos*. Recuperado el 30/06/2025 de https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/publicaciones/enfr_2018_resultados_definitivos.pdf.
- KENDZERSKA, T., ZHU, D. T., GERSHON, A. S., EDWARDS, J. D., PEIXOTO, C., ROBILLARD, R. y KENDALL, C. E. (2021). The Effects of the Health System Response to the COVID-19 Pandemic on Chronic Disease Management: A Narrative Review. *Risk Management and Healthcare Policy*, 14, 575-584. <https://doi.org/10.2147/RMHP.S293471>.
- KERR, G. D., SLAVIN, H., CLARK, D., COUPAR, F., LANGHORNE, P. y STOTT, D. J. (2011). Do Vascular Risk Factors Explain the Association between Socioeconomic Status and Stroke Incidence: A Meta-Analysis. *Cerebrovascular Diseases*, 31(1), 57-63. <https://doi.org/10.1159/000320855>.
- LEE, C.-Y. y IM, E.-O. (2021). Socioeconomic Disparities in Cardiovascular Health in South Korea. *Journal of Cardiovascular Nursing*, 36(1), 8-22. <https://doi.org/10.1097/JCN.oooooooooooo0000624>.
- LI, X. y MA, X. (2020). Acute respiratory failure in COVID-19: is it “typical” ARDS? *Critical Care*, 24(1), 198. <https://doi.org/10.1186/s13054-020-02911-9>.
- LINK, B. G. y PHELAN, J. (1995). Social Conditions As Fundamental Causes of Disease. *Journal of Health and Social Behavior*, 35, 80. <https://doi.org/10.2307/2626958>.
- LUCIANI, S., AGURTO, I., CAIXETA, R. y HENNIS, A. (2022). Prioritizing noncommunicable diseases in the Americas region in the era of COVID-19. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 46, 1. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2022.83>.
- LUNDE, E. D., NIELSEN, P. B., RIAHI, S., LARSEN, T. B., LIP, G. Y. H., FONACER, K., LARSEN, M. L. y JOENSEN, A. M. (2018). Associations between socioeconomic status, atrial fibrillation, and outcomes: a systematic review. *Expert Review of*

- Cardiovascular Therapy, 16(11), 857-873. <https://doi.org/10.1080/14779072.2018.1533118>.
- LY, L., PASCOE, A., PHILIP, J., HUDSON, P. y SMALLWOOD, N. (2023). Social determinants of advanced chronic respiratory interventions: a scoping review. *European Respiratory Review*, 32(169), 230068. <https://doi.org/10.1183/16000617.0068-2023>.
- MANIAR, N., WIEDT, T. y WENDER, R. (2018). Understanding the Social Determinants of Cancer: Challenges, Opportunities, and Pathways to Success. En *Quality Cancer Care* (p. 37-60). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-78649-0_4.
- MARMOT, M., FRIEL, S., BELL, R., HOUWELING, T. A. y TAYLOR, S. (2008). Closing the gap in a generation: health equity through action on the social determinants of health. *The Lancet*, 372(9650), 1661-1669. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(08\)61690-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(08)61690-6).
- MATSUSHITA, K., MARCHANDOT, B., JESEL, L., OHLMANN, P. y MOREL, O. (2020). Impact of COVID-19 on the Cardiovascular System: A Review. *Journal of Clinical Medicine*, 9(5), 1407. <https://doi.org/10.3390/jcm9051407>.
- MCUTHCHISON, C. A., BACKHOUSE, E. V., CVORO, V., SHENKIN, S. D. y WARDLAW, J. M. (2017). Education, Socioeconomic Status, and Intelligence in Childhood and Stroke Risk in Later Life. *Epidemiology*, 28(4), 608-618. <https://doi.org/10.1097/EDE.000000000000675>.
- Ministerio de Salud y Deportes (2024). *Plan Provincial de Salud 2024-2030. Gobierno de Mendoza*. Recuperado el 30/06/2025 de <https://www.mendoza.gov.ar/wp-content/uploads/sites/5/2024/02/Plan-Provincial-de-Salud-2024-2030-Libro.indd-o.pdf>.
- MORENO-PÉREZ, O., MERINO, E., LEÓN-RAMÍREZ, J.-M., ANDRES, M., RAMOS, J. M., ARENAS-JIMÉNEZ, J., ASENSIO, S., SANCHEZ, R., RUIZ-TORREGROSA, P., GALAN, I., SCHOLZ, A., AMO, A., GONZÁLEZ-DE LA ALEJA, P., BOIX, V. y GIL, J. (2021). Post-acute COVID-19 syndrome. Incidence and risk factors: A Mediterranean cohort study. *Journal of Infection*, 82(3), 378-383. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2021.01.004>.
- OATES, G. R. y SCHECHTER, M. S. (2022). Socioeconomic determinants of respiratory health in patients with cystic fibrosis: implications for treatment strategies. *Expert Review of Respiratory Medicine*, 16(6), 637-650. <https://doi.org/10.1080/17476348.2022.2090928>.
- OMS (s/fa). *Determinantes sociales de la salud*. Recuperado el 30/06/2025 de <https://www.paho.org/es/temas/determinantes-sociales-salud>.
- OMS (s/fb). *Cobertura sanitaria universal (CSU)*. Recuperado el 30/06/2025 de [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/universal-health-coverage-\(uhc\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/universal-health-coverage-(uhc)).
- OMS (2011). *La declaración política de Río*. Recuperado el 04/07/2025 de https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/social-determinants-of-health/rio_political_declaration_spanish.pdf?sfvrsn=891f1a3b_5.

- OMS (2020). *The impact of the COVID-19 pandemic on noncommunicable disease resources and services: results of a rapid assessment*. Recuperado de <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/334136/9789240010291-eng.pdf?sequence=1>.
- OMS (2022). *Third round of the global pulse survey on continuity of essential health services during the COVID-19 pandemic*. 2022. Recuperado el 04/07/2025 de https://www.who.int/publications/item/WHO-2019-nCoV-EHS_continuity-survey-2022.1.
- OMS (2023, septiembre 16). *Enfermedades no transmisibles*. Recuperado el 30/06/2025 de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>
- Organización de Naciones Unidas (ONU) (s/f). *17 objetivos para transformar nuestro mundo. Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 30/06/2025 de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>.
- OPS (1978). *Declaración de ALAMA-ATA. Conferencia Internacional sobre Atención Primaria de Salud*. Recuperado el 30/06/2025 de <https://www3.paho.org/hq/dmdocuments/2012/Alma-Ata-1978Declaracion.pdf>.
- OPS (1986). *Carta de Ottawa para la Promoción de la Salud*. Recuperado el 30/06/2025 de <https://www3.paho.org/hq/dmdocuments/2013/Carta-de-ottawa-para-la-apromocion-de-la-salud-1986-SP.pdf>.
- OPS (2022). Reseña #1: Las enfermedades no transmisibles en la era de la COVID-19 y la reconstrucción de los programas contra las enfermedades no transmisibles para mejorarlos. En *Las enfermedades no transmisibles en la Región de las Américas en la era de la COVID-19: serie de reseñas de políticas*. Recuperado el 30/06/2025 de <https://iris.paho.org/handle/10665.2/56442>.
- OPS (s/fa). *Enfermedades no transmisibles*. Recuperado el 30/06/2025 de <https://www.paho.org/es/temas/enfermedades-no-transmisibles>.
- OPS (s/fb). *The burden of noncommunicable diseases*. ENLACE: Data Portal on Noncommunicable Diseases, Mental Health, and External Causes. Recuperado el 30/06/2025 de <https://www.paho.org/en/enlace/burden-noncommunicable-diseases>.
- OPS (s/fc). ENLACE: Data Portal on Noncommunicable Diseases, Mental Health, and External Causes. *ENLACE: Data Portal on Noncommunicable Diseases, Mental Health, and External Causes*. Recuperado el 30/06/2025 de <https://www.paho.org/en/enlace>.
- OPS (s/fd). *Situación de COVID-19 en Argentina*. Recuperado el 30/06/2025 de <https://paho-covid19-response-who.hub.arcgis.com/pages/paho-argentina-covid-19-response>.
- OPS (s/fe). *Determinantes sociales de la salud*. Recuperado el 30/06/2025 de <https://www.paho.org/es/temas/determinantes-sociales-salud>.
- OPS (s/ff). *Sistemas y servicios de salud*. Recuperado de <https://www.paho.org/es/sistemas-servicios-salud>.

- PAKHALE, S., TARIQ, S., HUYNH, N., JAMA, S., KAUR, T., CHARRON, C., FLORENCE, K., NUR, F., BUSTAMANTE-BAWAGAN, M. E., BIGNELL, T., BOYD, R., HADDAD, J., KENDZERSKA, T. y ALVAREZ, G. (2021). Prevalence and burden of obstructive lung disease in the urban poor population of Ottawa, Canada: a community-based mixed-method, observational study. *BMC Public Health*, 21(1), 183. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-10209-w>.
- PINHEIRO, L. C., RESHETNYAK, E., AKINYEMIJI, T., PHILLIPS, E. y SAFFORD, M. M. (2022). Social determinants of health and cancer mortality in the Reasons for Geographic and Racial Differences in Stroke (REGARDS) cohort study. *Cancer*, 128(1), 122-130. <https://doi.org/10.1002/cncr.33894>.
- POTTER, E. L., HOPPER, I., SEN, J., SALIM, A. y MARWICK, T. H. (2019). Impact of socioeconomic status on incident heart failure and left ventricular dysfunction: systematic review and meta-analysis. *European Heart Journal - Quality of Care and Clinical Outcomes*, 5(2), 169-179. <https://doi.org/10.1093/ehjqcco/qcy047>.
- POWELL-WILEY, T. M., BAUMER, Y., BAAH, F. O., BAEZ, A. S., FARMER, N., MAHLOBO, C. T., PITA, M. A., POTHARAJU, K. A., TAMURA, K. y WALLEN, G. R. (2022). Social Determinants of Cardiovascular Disease. *Circulation Research*, 130(5), 782-799. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.121.319811>.
- PUVVULA, J., POOLE, J. A., GWON, Y., ROGAN, E. G. y BELL, J. E. (2023). Role of social determinants of health in differential respiratory exposure and health outcomes among children. *BMC Public Health*, 23(1), 119. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-14964-2>.
- RIERA, R., BAGATTINI, Á. M., PACHECO, R. L., PACHITO, D. V., ROITBERG, F. y ILBAWI, A. (2021). Delays and disruptions in cancer health care due to COVID-19 pandemic: systematic review. *JCO global oncology*, 7(1), 311-323. <https://doi.org/10.1200/GO.20.00639>.
- ROSENMAN, R., TENNEKOON, V. y HILL, L. G. (2011). Measuring bias in self-reported data. *International Journal of Behavioural and Healthcare Research*, 2(4), 320-332.
- ROTHAN, H. A. y BYRAREDDY, S. N. (2020). The epidemiology and pathogenesis of coronavirus disease (COVID-19) outbreak. *Journal of Autoimmunity*, 109, 102433. <https://doi.org/10.1016/j.jaut.2020.102433>.
- SALGADO-BARREIRA, Á., ESTANY-GESTAL, A. y FIGUEIRAS, A. (2014). Efecto del nivel socioeconómico sobre la mortalidad en áreas urbanas: revisión crítica y sistemática. *Cadernos de Saúde Pública*, 30(8), 1609-1621. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00152513>.
- SECREST, A. M., COSTACOU, T., GUTELIUS, B., MILLER, R. G., SONGER, T. J. y ORCHARD, T. J. (2011). Association of Socioeconomic Status with Mortality in Type 1 Diabetes: The Pittsburgh Epidemiology of Diabetes Complications Study. *Annals of Epidemiology*, 21(5), 367-373. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2011.02.011>.
- SHORT, S. E. y MOLLBORN, S. (2015). Social determinants and health behaviors: conceptual frames and empirical advances. *Current Opinion in Psychology*, 5, 78-84.

- [https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2015.05.002.](https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2015.05.002)
- SYRNIOTI, G., EDEN, C. M., JOHNSON, J. A., ALSTON, C., SYRNIOTI, A. y NEWMAN, L. A. (2023). Social Determinants of Cancer Disparities. *Annals of Surgical Oncology*, 30(13), 8094-8104. <https://doi.org/10.1245/s10434-023-14200-o>.
- TAKEMURA, T., KATAOKA, Y., OKAZAKI, K., SAKURAI, A., IMAKITA, T., IKEGAKI, S., MATSUMOTO, H., SAITO, E., TAKATA, H., KAKU, S., WADA, N., SHINOMIYA, M., OTOSHI, T., SHIMADA, M., NIKAIDO, J., IKI, R., HIRANO, K., HIRAI, T., ENDO, K. y NAGANUMA, T. (2018). Influence of social determinants of health on patients with advanced lung cancer: a prospective cohort study. *BMJ Open*, 8(10), e023152. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-023152>.
- TANG, K. L., RASHID, R., GODLEY, J. y GHALI, W. A. (2016a). Association between subjective social status and cardiovascular disease and cardiovascular risk factors: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*, 6(3), e010137. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-010137>.
- TESHALE, A. B., HTUN, H. L., OWEN, A., GASEVIC, D., PHYO, A. Z. Z., FANCOURT, D., RYAN, J., STEPTOE, A. y FREAK-POLI, R. (2023). The Role of Social Determinants of Health in Cardiovascular Diseases: An Umbrella Review. *Journal of the American Heart Association*, 12(13). <https://doi.org/10.1161/JAHA.123.029765>.
- VATHESATOGKIT, P., BATTY, G. D. y WOODWARD, M. (2014). Socioeconomic disadvantage and disease-specific mortality in Asia: systematic review with meta-analysis of population-based cohort studies. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 68(4), 375-383. <https://doi.org/10.1136/jech-2013-203053>.
- VATHESATOGKIT, V., ABDULRAHMAN, T. A., ALEN AZI, A. M. y BINDAWAS, S. M. (2020). Associations between social determinants and the presence of chronic diseases: data from the osteoarthritis initiative. *BMC Public Health*, 20(1), 1323. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09451-5>.
- WALKER, R. J., STROM WILLIAMS, J. y EGEDE, L. E. (2016). Influence of Race, Ethnicity and Social Determinants of Health on Diabetes Outcomes. *The American Journal of the Medical Sciences*, 351(4), 366-373. <https://doi.org/10.1016/j.amjms.2016.01.008>.
- WANG, S., ZHAI, H., WEI, L., SHEN, B. y WANG, J. (2020). Socioeconomic status predicts the risk of stroke death: A systematic review and meta-analysis. *Preventive Medicine Reports*, 19, 101124. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2020.101124>.
- WILLIAMS, J., ALLEN, L., WICKRAMASINGHE, K., MIKKELSEN, B., ROBERTS, N. y TOWNSEND, N. (2018). A systematic review of associations between non-communicable diseases and socioeconomic status within low- and lower-middle-income countries. *Journal of Global Health*, 8(2). <https://doi.org/10.7189/jogh.08.020409>.

Apéndice

Figura A.1. Descripción de variables extraídas de la Encuesta de Condiciones de Vida (ECV)

Variables	Definición operacional
Consulta	
Necesidad de atención de salud	Proporción de individuos por departamento que manifestó requerir consulta médica en los últimos seis meses
Demanda de atención de salud	Proporción de individuos por departamento que, teniendo la necesidad de atención, efectivamente realizó la consulta en los últimos seis meses
Consulta por control	Proporción de individuos por departamento que manifestó que el motivo de la consulta fue un control de salud
Consulta por enfermedad	Proporción de individuos por departamento que manifestó que el motivo de la consulta fue una enfermedad
Consulta por urgencia	Proporción de individuos por departamento que manifestó que el motivo de la consulta fue una urgencia (accidente o enfermedad)
Enfermedades crónicas	
Prevalencia de enfermedades crónicas	Proporción de individuos por departamento que manifestó tener enfermedades crónicas
Prevalencia de enfermedades cardíacas	Proporción de individuos por departamento que manifestó tener enfermedad cardíaca
Prevalencia de diabetes	Proporción de individuos por departamento que manifestó tener diabetes
Prevalencia de enfermedades pulmonares	Proporción de individuos por departamento que manifestó tener enfermedades pulmonares crónicas
Variables	Definición operacional
Enfermedades crónicas	
Prevalencia de cáncer	Proporción de individuos por departamento que manifestó tener cáncer
Prevalencia de otras enfermedades crónicas	Proporción de individuos por departamento que manifestó tener otras enfermedades crónicas
Consulta por control de enfermedades crónicas	Proporción de individuos con enfermedades crónicas por departamento que manifestó hacer controles de salud al menos una vez al año
Cobertura de salud	
Población con cobertura pública de salud	Proporción de individuos por departamento que manifestó tener solo cobertura pública de salud
Población con PAMI	Proporción de individuos por departamento que manifestó tener cobertura de salud a través de PAMI
Población con OSEP	Proporción de individuos por departamento que manifestó tener cobertura de salud a través de OSEP
Población con obra social	Proporción de individuos por departamento que manifestó tener cobertura de salud a través de obras sociales

Características estructurales de los hogares	
Hogares con NBI ³	Proporción de hogares por departamento que presentan al menos una condición de privación
Hogares unigeneracionales de adultos mayores	Proporción de hogares por departamento en el que habitan solo adultos mayores (adultos de 60 años o más).
Hogares con jefatura envejecida	Proporción de hogares por departamento cuyos jefas/es tiene 60 años o más
Hogares con menores de 14 años	Proporción de hogares por departamento en los que hay al menos un menor de 14 años
Demás controles	
Población total	Cantidad de habitantes por departamento
Mujeres	Cantidad de mujeres por departamento
Edad	Mediana de edad de la población del departamento
Población migrante	Proporción de la población por departamento que nació en un lugar distinto a la provincia de Mendoza
Tasa de alfabetismo	Proporción de la población por departamento que tiene al menos competencias básicas de lectoescritura
Tasa de ocupación	Tasa de ocupación por departamento
Hogares que realizan actividades deportivas	Proporción de hogares por departamento que realizan prácticas deportivas
Hogares que realizan actividades al aire libre	Proporción de hogares por departamento que realizan actividades al aire libre

³ Las condiciones de privación que utiliza la DEIE, en línea con lo propuesto por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) son: condiciones sanitarias, hacinamiento, asistencia escolar, vivienda y capacidad de subsistencia. Las condiciones sanitarias incluyen a los hogares que no poseen baño/letrina o que, teniendo baño, no tienen inodoro. El hacinamiento hace referencia a la relación entre la cantidad total de integrantes del hogar y la cantidad de habitaciones de uso exclusivo del hogar; en particular se considera el hacinamiento crítico, es decir, en el hogar hay más de tres personas por cuarto. La asistencia escolar tiene en cuenta a los hogares que tienen al menos un/a niño/a en edad escolar (6 a 12 años) que no asiste a la escuela. La vivienda hace referencia al tipo de vivienda inconveniente, siendo estas las habitaciones de inquilinato, hotel o pensión, viviendas no destinadas a fines habitacionales, viviendas precarias y otro tipo de vivienda, excluyendo a las tipo casa, departamento o rancho. Por último, la capacidad de subsistencia se refiere a aquellos hogares que tienen cuatro o más personas por integrante ocupado/a y cuyo jefe/a de hogar no ha completado el tercer grado de escolaridad primaria.

ARTÍCULO DE TEMA LIBRE

ARTÍCULO TEMA LIBRE

Asimetrías sectoriales y determinantes en la utilización de la capacidad instalada en la industria argentina

Sectoral asymmetries and determinants of the use of installed capacity in the Argentine industry

Santiago Agustín Pérez

Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa, Argentina
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
sperez@agro.unlpam.edu.ar

Fecha de recepción: 18/12/2024. Fecha de aceptación: 20/03/2025



URL de la revista: revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/cuyonomics

ISSN 2591-555X

Esta obra es distribuida bajo una Licencia Creative Commons
Atribución No Comercial – Compartir Igual 4.0 Internacional

Resumen

El objetivo del presente artículo es analizar la evolución de la utilización de la capacidad instalada (UCI) a nivel general y en doce sectores industriales de Argentina entre 2016 y 2024, considerando su comportamiento estacional y su relación con el valor agregado bruto (VAB). Se emplea un enfoque cuantitativo basado en datos del INDEC, sobre los que se aplican análisis de series temporales, correlación, regresión múltiple y técnicas multivariadas de conglomerados. Los resultados revelan disparidades significativas entre sectores: algunos presentan alta eficiencia, mientras que otros, especialmente los más intensivos en capital, enfrentan limitaciones estructurales. La investigación aporta evidencia sobre oportunidades de optimización sectorial y la influencia de la estacionalidad en la UCI.

Palabras clave: eficiencia, competitividad, estacionalidad, heterogeneidad industrial.

Abstract

The objective of this article is to analyze the evolution of installed capacity utilization (UCI) at a general level and in twelve industrial sectors in Argentina between 2016 and 2024, incorporating its seasonal behavior and its relationship with gross added value (GVA). A quantitative approach based on data from the National Institute of Statistics and Census (INDEC), applying time series analysis, correlation, multiple regression, and multivariate clustering techniques, is used. The results reveal significant disparities between sectors: some are highly efficient, while others, especially the most capital-intensive ones, face structural constraints. The research provides evidence of opportunities for sectoral optimization and the influence of seasonality on ICU.

Keywords: efficiency, competitiveness, seasonality, industrial heterogeneity.

Journal of Economic Literature (JEL): L60, D24, C43

Introducción

El sector industrial es un pilar fundamental de la economía argentina, desempeña un rol clave en la generación de empleos formales, en la diversificación de la estructura productiva, en la adición de valor a los recursos primarios, en la provisión de bienes finales e intermedios, en la generación genuina de divisas y diversos efectos multiplicadores directos e indirectos (Manzanelli y Calvo, 2020; Molina et al., 2021; Kajsefman y Maito, 2022; Schteingart et al., 2024). Uno de los indicadores más relevantes para evaluar el desempeño y la eficiencia de este sector es el análisis de la utilización de la capacidad instalada (UCI).

Este indicador mide el grado de aprovechamiento de los recursos productivos en relación con la infraestructura, la tecnología disponible y las condiciones operativas de la organización y sector industrial específico (Eyras, 2016; Ghiglione y Lastiri, 2019). Es un termómetro de la situación productiva, que influye directamente en la estrategia operativa de las empresas, afectando su capacidad para satisfacer la demanda del mercado y responder a un entorno económico dinámico (Slack et al., 2010; Goldstein et al., 2017). Además, permite evaluar la brecha entre el producto observado y el producto de pleno empleo y necesidades de inversión (CEPAL, 2017; Callegari, 2023). Factores internos, como la eficiencia operativa y las decisiones de inversión, junto con factores externos, como las políticas económicas y las dinámicas del mercado, han demostrado ser determinantes en su evolución (Heizer y Render, 2017).

La industria argentina se distingue por una marcada heterogeneidad sectorial en múltiples dimensiones (Langard et al., 2021). Estas diferencias responden a factores como la estructura productiva, el acceso a tecnologías, la disponibilidad de insumos críticos, la estacionalidad de la demanda y las condiciones económicas generales (Dulcich et al., 2020). Sectores más intensivos en capital, como la metalmeccánica o la química, son más sensibles a los ciclos económicos, mientras que sectores como la industria alimentaria muestran una mayor estabilidad gracias a su vinculación con el consumo básico (Inungaray y Reyes, 2013; Canafoglia, 2014). Kajsefman y Maito (2022) plantean la existencia de estudios sobre capacidad instalada a nivel industrial general, pero indican un vacío de análisis a nivel sectorial específico. Analizar estas diferencias sectoriales es clave para comprender las dinámicas internas de la industria, identificar oportunidades de mejora en competitividad y capacidad ociosa y proponer estrategias adecuadas para cada sector específico (Eyras, 2016; CEPAL, 2023).

A lo largo de los años el sector industrial argentino ha atravesado fluctuaciones significativas debido a ciclos económicos, desequilibrios internacionales y políticas nacionales (Canafoglia, 2013; Manzanelli y Calvo, 2020). Las devaluaciones y los ajustes fiscales han restringido las inversiones en modernización tecnológica, mientras que los programas de incentivos a la industria han tenido efectos mixtos, pues han logrado una recuperación parcial de la capacidad instalada en algunos sectores (Ghiglione y Lastiri, 2019). Asimismo, cada sector opera bajo condiciones particulares, influenciado por factores como la tecnología, las regulaciones gubernamentales y el acceso a mercados, lo que determina no solo su eficiencia operativa sino también las oportunidades para maximizar la UCI (Heizer y Render, 2017).

El Instituto Nacional de Estadística y Censos de Argentina (INDEC) realiza el cálculo de la UCI en la industria manufacturera de manera mensual, midiendo el porcentaje de la capacidad productiva utilizada en el sector industrial argentino y en sectores específicos. Este cálculo se basa en un panel representativo de entre 600 y 700 empresas y toma en cuenta la producción máxima que cada sector podría alcanzar bajo condiciones óptimas de operación, considerando factores como el aprovechamiento potencial de las plantas, el uso máximo de turnos de trabajo y las paradas necesarias para el mantenimiento de la infraestructura productiva (INDEC, 2024). Este indicador es esencial para evaluar la eficiencia y el nivel de actividad industrial y proporciona información clave para el análisis de la economía manufacturera del país.

El objetivo general del presente trabajo es evaluar la dinámica y las diferencias sectoriales en la UCI en la industria argentina. A partir de la base de información disponible se analizará la evolución durante el período 2016-2024. Para esto, se plantean los siguientes objetivos específicos: a) examinar la evolución histórica de la capacidad instalada a nivel general y en cada sector en particular; b) identificar y analizar los patrones estacionales de la capacidad instalada; c) clasificar los sectores en conglomerados según la utilización de la capacidad instalada; d) evaluar la correlación entre los índices de estacionalidad de los sectores y el índice general de estacionalidad, y e) analizar la relación entre la capacidad instalada y el valor agregado bruto de cada sector.

El análisis de la utilización de la capacidad instalada en la industria argentina resulta clave para comprender las dinámicas productivas y las asimetrías que caracterizan a los distintos sectores. A lo largo del período 2016-2024, la industria ha atravesado fluctuaciones significativas influenciadas por factores macroeconómicos, cambios en la demanda, restricciones estructurales, eventos especiales y variaciones estacionales. Examinar estos aspectos permite identificar patrones de comportamiento, clasificar sectores según su nivel de utilización y evaluar su impacto en la generación de valor agregado. Además, la identificación de relaciones entre la estacionalidad sectorial y la global aporta una visión más precisa sobre las fluctuaciones productivas a nivel agregado. Estos elementos resultan fundamentales no

solo para describir la situación actual del sector industrial argentino sino también para generar información que contribuya a la toma de decisiones empresariales y al diseño de políticas públicas orientadas a mejorar la eficiencia y competitividad de la industria en el largo plazo.

Metodología

Se emplea un diseño descriptivo, comparativo y analítico, centrado en la recopilación y procesamiento de datos secundarios provenientes de fuentes oficiales, como el INDEC. Los datos sobre la UCI se recopilaron en forma mensual para cada uno de los 12 sectores industriales desde enero de 2016 hasta septiembre de 2024. Este período incluye la pandemia de COVID-19, que representó una disrupción significativa en el uso de la capacidad instalada, especialmente durante el año 2020. A pesar de su carácter excepcional, se decidió mantener los datos correspondientes a todo el año 2020 en el análisis. Esta decisión se fundamenta en el enfoque metodológico adoptado, que busca identificar patrones estructurales y tendencias de largo plazo en la UCI, considerando también cómo eventos extraordinarios pueden incidir en dichos patrones. La inclusión del año 2020 permite capturar y contextualizar adecuadamente la magnitud del impacto y su posible arrastre en los años subsiguientes, sin desestimar su relevancia como parte del comportamiento histórico del sector. Asimismo, se incluyeron datos sobre el Valor Agregado Bruto (VAB) por sector, de manera cuatrimestral, correspondientes al mismo período.

Los datos fueron analizados con un orden de estudio. Como primer aspecto se realiza una evolución temporal, en la que se calculó la evolución mensual de la capacidad instalada en cada sector durante el período de estudio y se identificaron tendencias y ciclos mediante análisis de series temporales. Luego se aplicaron estadísticas descriptivas comparativas, mediante las cuales se determinaron medidas de tendencia central (media) y dispersión (desviación estándar) para cada sector. Adicionalmente, se cuantificaron los meses en los que cada sector presentó valores máximos y mínimos en comparación con los demás sectores. Se desarrolló un análisis estadístico multivariado de conglomerados para conformar grupos similares de sectores industriales entre sí e identificar estructuras jerárquicas en la partición de grupo de observaciones. Para el análisis se utilizó el criterio de eslabonamiento *average linkage*, con medida de distancia euclídea que mejor se ajusta al modelo.

Se desarrolló un análisis de estacionalidad mensual utilizando la metodología de índice general de variación estacional (IGVE). Así, se identificaron patrones de uso de capacidad para cada mes y sector. Partiendo de $UCI_{s,j}$, que representa la capacidad instalada del sector s en el mes j , donde $j = 1, 2, \dots, 12$.

Para cada mes j se calculó la mediana de las capacidades instaladas mensuales:

$$M_j = \text{Mediana} (UCI_{1,j}, UCI_{2,j}, \dots, UCI_{n,j})$$

Luego se realizó la suma de las medianas mensuales:

$$I = \sum_{j=1}^{12} M_j$$

Se calculó el factor de ajuste:

$$R = \frac{12}{I}$$

Y se calculó el IGVE mensual para cada sector:

$$IGVE = M_j * R * 100$$

Tras obtener el IGVE se calcularon los máximos, mínimos y la desviación estándar de los índices estacionales por sector. Mediante análisis de correlación de Pearson se examinó la relación entre los índices estacionales de cada sector y el índice promedio general. Para evaluar la relación entre la UCI y el VAB se utilizó análisis de correlación de Pearson y regresión lineal. El primero para identificar si existe una asociación estadística entre ambas variables y si dicha relación es positiva o negativa y el segundo se aplicó para modelar y cuantificar la relación entre la UCI (variable independiente) y el VAB (variable dependiente). Este análisis permitió determinar el grado en que las variaciones en la UCI explican las variaciones en el VAB y obtener, además, una ecuación que describe esta relación y facilita la realización de predicciones o simulaciones. Para ajustar el modelo a períodos temporales comparables se tomó el promedio mensual de la UCI y se lo convirtió en valores cuatrimestrales. Estos análisis se desarrollaron mediante el software estadístico InfoStat (Di Rienzo et al., 2008).

El estudio está sujeto a posibles limitaciones relacionadas con la disponibilidad y la consistencia de los datos. Por ejemplo, las diferencias en la frecuencia de medición del VAB (cuatrimestral) y de la UCI (mensual) pueden introducir desafíos en el análisis comparativo. Además, la influencia de factores externos, como los cambios en las políticas económicas y la pandemia, entre otros, no es abordado en profundidad, aunque se reconocen como potenciales variables moderadoras.

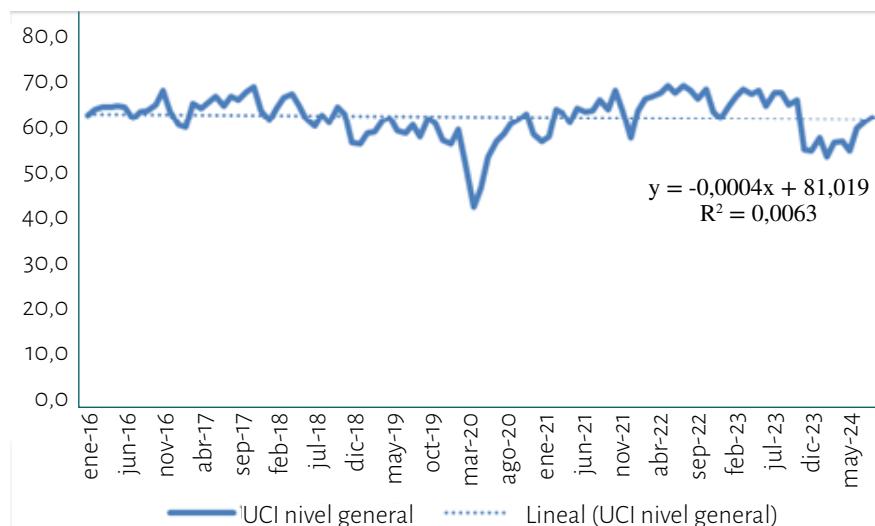
Resultados

Análisis descriptivo

A nivel general, la UCI en los sectores industriales muestra un valor promedio para el período bajo estudio del 62,4 %, lo que sugiere que el sector industrial está utilizando aproximadamente dos tercios de su capacidad productiva. La variabilidad en el uso de la capacidad a lo largo del período bajo estudio presenta un valor de desvío estándar de 5 %. El valor mínimo de UCI fue abril de 2020 (42 %), como consecuencia de las limitaciones operativas producto del aislamiento social, preventivo y obligatorio por la pandemia de COVID-19. El valor máximo de la UCI fue de 69,6 % en el

mes de agosto de 2022, impulsado por los sectores de productos de procesos continuos, como minerales no metálicos (83,8 %), industrias metálicas básicas (82,3 %) y refinación del petróleo (80,7 %). La ecuación de la línea de tendencia para la UCI general muestra una evolución prácticamente plana y un ajuste muy bajo, a pesar de las fluctuaciones observadas en el uso de la capacidad instalada durante el período, lo que sugiere que el sector industrial no ha logrado una expansión sostenida en su capacidad productiva (figura 1).

Figura 1. Evolución de la UCI a nivel general (enero de 2016 a septiembre de 2024)



Fuente: elaboración propia con base en INDEC (2024).

En cuanto a sectores específicos, los productos alimenticios y bebidas se aproximan al promedio general con una UCI de 62,8 % y un bajo desvío estándar de 3,4 %, lo que sugiere un uso más constante y equilibrado de la capacidad instalada, posiblemente impulsado por una demanda estable. Por otro lado, el sector de productos del tabaco, aunque tiene una UCI promedio de 64 %, muestra una alta volatilidad (desvío estándar de 12,6 %), lo que refleja una demanda más errática o factores productivos específicos que generan fluctuaciones. En el caso de los productos textiles, la UCI promedio baja a 53,2 %, con un desvío estándar también elevado (11,6 %); este sector comparte valores promedios con el sector de edición e impresión. La baja utilización promedio de estos sectores podría estar vinculada a una demanda cíclica y a la competitividad, factores que afectan su producción.

Contrariamente, el sector de papel y cartón destaca por una UCI promedio de 74,2 %, una de las más altas de los sectores industriales, con un desvío estándar de 6,7 %, lo que señala un uso más eficiente y constante de su capacidad instalada. El sector presentó durante 13 meses la UCI más alta. Por otro lado, la refinación del petróleo presenta la mayor UCI promedio (78,1 %), con un desvío también moderado (6,7 %). Su utilización máxima llega al 86,8 %, y fue durante 50 meses la de mayor

valor en todos los sectores, mientras que su utilización mínima fue del 46,2 %, con una correlación baja con el nivel general (0,46), lo que evidencia una relativa independencia de las tendencias generales.

El sector de productos de caucho y plástico tiene un promedio bajo de UCI (53,5 %), un desvío moderado (6,2 %) y un mínimo durante 11 meses. Su correlación con el nivel general es elevada (0,83). En el sector de productos minerales no metálicos, la UCI promedio es del 69,7 %, con una alta variación (10,4 %). Este sector alcanza un máximo del 83,8 % en siete meses y un mínimo crítico del 22,5 %, pero con una alta correlación general (0,85), lo que indica que su desempeño está alineado con el ciclo económico industrial.

La industria automotriz tiene la UCI promedio más baja (46,3 %) con una alta variabilidad (13,9 %) (tabla 1). Su máximo alcanza el 74,3 %, pero presenta un mínimo crítico del 0 % a causa del COVID-19, que es el mínimo UCI durante 59 meses. Por último, el sector metalmecánico, excluida la automotriz, presenta también un promedio bajo (50,0 %) con un desvío de 7,8 %. Fue el de menor UCI durante 17 meses, lo que refleja ineficiencias significativas, aunque con la mayor correlación (0,91) entre todos los sectores.

Tabla 1. Análisis descriptivo del uso de capacidad instalada

Sector	UCI promedio	Desvío UCI	UCI máxima	Cantidad de meses máxima	UCI mínima	Cantidad de meses mínima	Correlación general
Nivel general	62,4 %	5,0 %	69,6 %		42,0 %		
Productos alimenticios y bebidas	62,8 %	3,4 %	70,2 %	0	54,5 %	0	0,69
Productos del tabaco	64,0 %	12,6 %	97,1 %	4	0,0 %	4	0,37
Productos textiles	53,2 %	11,6 %	74,4 %	0	4,2 %	13	0,78
Papel y cartón	74,2 %	6,7 %	91,8 %	13	58,8 %	0	0,66
Edición e impresión	56,5 %	4,8 %	65,9 %	0	41,3 %	1	0,61
Refinación del petróleo	78,1 %	6,7 %	86,8 %	50	46,2 %	0	0,46
Sustancias y productos químicos	67,5 %	5,9 %	77,0 %	3	47,5 %	0	0,38
Productos de caucho y plástico	53,5 %	6,2 %	65,8 %	0	31,7 %	11	0,83
Productos minerales no metálicos	69,7 %	10,4 %	83,8 %	7	22,5 %	0	0,85
Industrias metálicas básicas	73,3 %	10,5 %	89,6 %	28	25,1 %	0	0,75
Industria automotriz	46,3 %	13,9 %	74,3 %	0	0,0 %	59	0,81
Metalmecánica excluida industria automotriz	50,0 %	7,8 %	63,2 %	0	20,1 %	17	0,91

Fuente: elaboración propia con base en INDEC (2024).

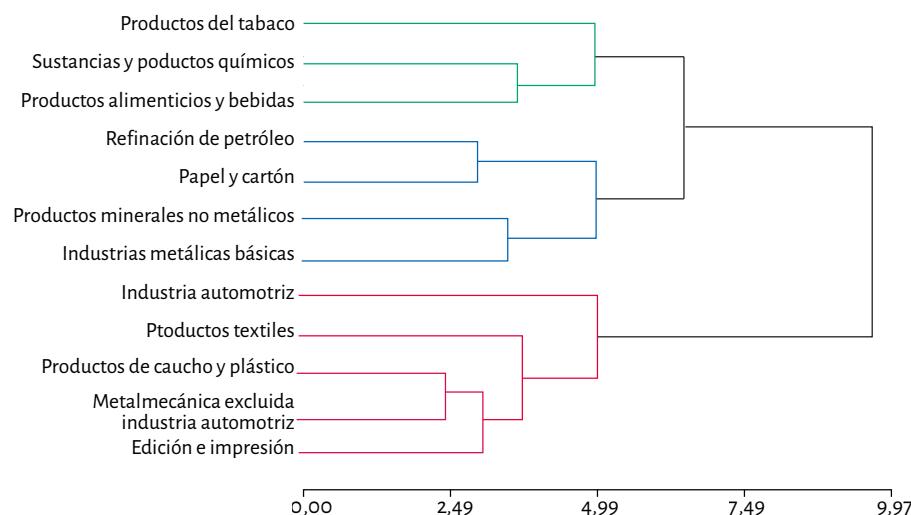
Del análisis de conglomerados de los 12 sectores industriales con base en la evolución de la UCI se obtuvieron tres grupos diferenciales con una correlación coherente:

tica de $R = 0,744$ (figura 2). El primer grupo, conformado por los sectores del tabaco, sustancias y productos químicos y productos de alimentos y bebidas, con una UCI promedio de 64,8 %. Este grupo se caracteriza por una utilización intermedia de la capacidad instalada, lo que podría estar relacionado con la demanda constante y estable, especialmente en productos de consumo masivo, como alimentos y bebidas. A pesar de contar con productos con una fuerte presencia en el mercado, la fluctuación en la demanda o en los precios de materias primas puede generar una capacidad no completamente aprovechada en ciertos momentos.

El segundo grupo, con una UCI promedio más alta (73,8%), está conformado por los sectores de petróleo, papel y cartón y productos minerales no metálicos e industrias metálicas básicas, lo que indica un uso más eficiente de la capacidad instalada. Los sectores de este grupo son generalmente de gran escala y presentan tecnología avanzada, lo que les permite realizar un uso más intensivo de sus capacidades productivas. Además pueden estar más alineados con procesos de producción continua y grandes inversiones en infraestructura que favorecen un alto grado de aprovechamiento de la capacidad instalada.

Finalmente, el tercer grupo incluye sectores como industria automotriz, textiles, caucho y plástico, metalmecánica y edición e impresión, con una UCI promedio de 59,0 %, la más baja entre los tres conglomerados. Este grupo refleja una mayor subutilización de la capacidad instalada, lo que podría estar relacionado con ciclos de demanda más variables o dificultades estructurales para optimizar los recursos, especialmente en industrias más afectadas por fluctuaciones en la demanda, como la automotriz o los textiles.

Figura 2. Análisis de conglomerados de sectores sobre la base de la UCI (2016-2024)

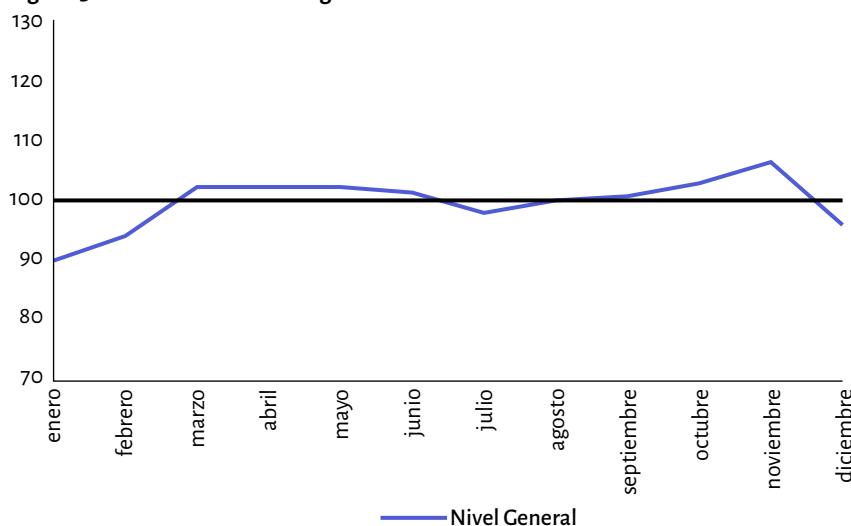


Fuente: elaboración propia con base en INDEC (2024).

Estacionalidad y valor agregado bruto

Los resultados del análisis de estacionalidad mensual para los sectores industriales muestran variabilidad tanto en los valores de la mediana del IGVE como en las tendencias de los meses de mayor y menor actividad. A nivel general, el índice muestra una mediana de 101,47, con un pequeño desvío de 4,26 y una tendencia a alcanzar su pico en noviembre y su mínimo en enero (figura 3). Esta tendencia refleja patrones comunes en la demanda y producción de varios sectores industriales, una aceleración de la actividad en los meses previos al cierre de año, posiblemente impulsada por la demanda estacional y las estrategias de producción, seguida de una desaceleración en enero debido a las vacaciones y a la reducción de operaciones. Posteriormente, en marzo se percibe una recuperación, lo que sugiere una reactivación tras la pausa estacional.

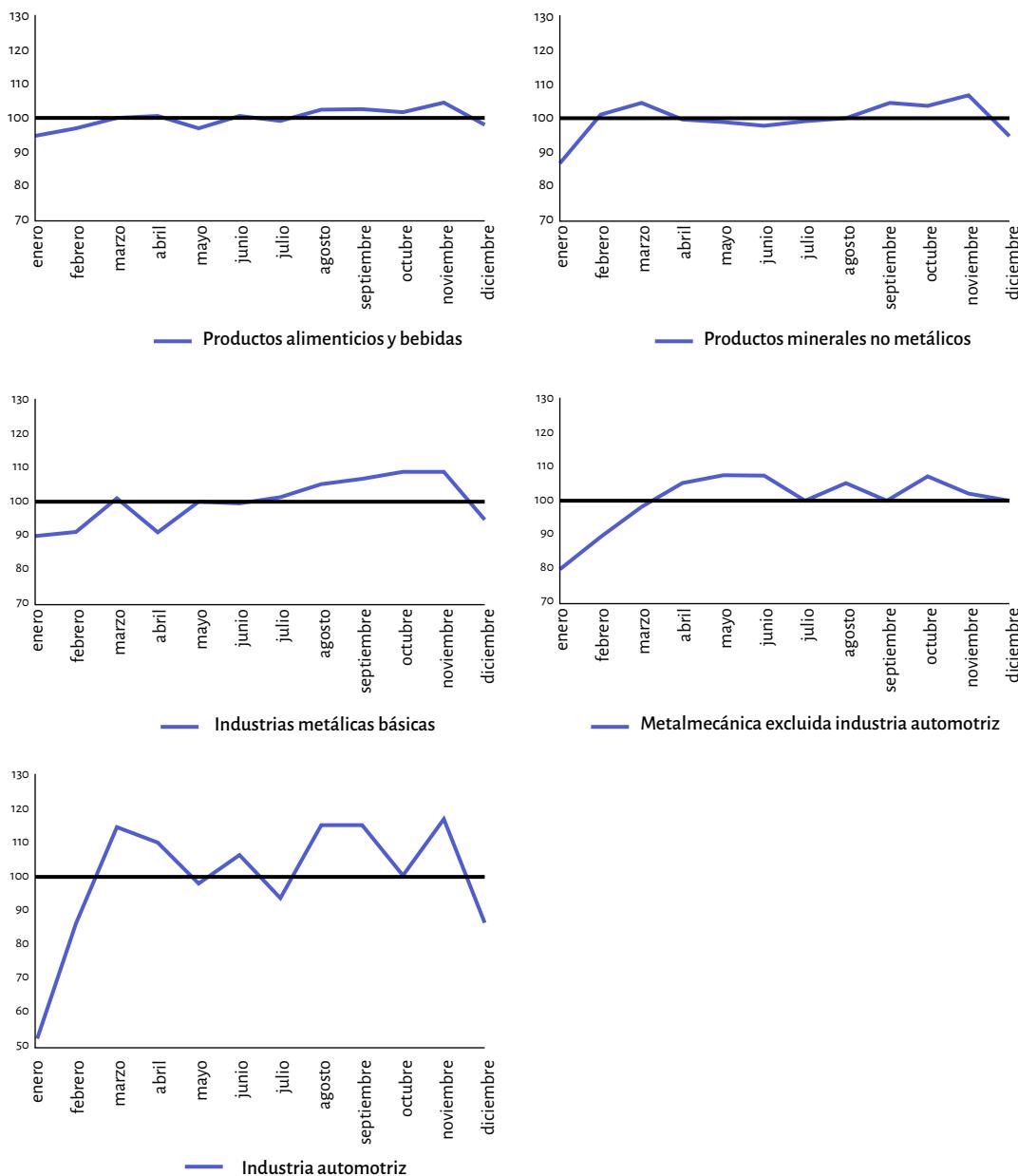
Figura 3. Estacionalidad nivel general



Fuente: elaboración propia con base en INDEC (2024).

En términos sectoriales, los productos alimenticios y bebidas presentan una mediana de IGVE de 99,99 y un desvío más pequeño (2,64), con noviembre como mes de mayor actividad y luego una caída hacia enero como el de menor estacionalidad, lo que sugiere una demanda estable durante la mayor parte del año con un repunte en diciembre. Comportamientos similares presentan los sectores de productos minerales no metálicos e industrias metálicas básicas. Luego el sector metalmecánico también presenta su menor valor en enero, pero con subas y altibajos en diferentes meses en el año. El sector automotriz es el que mayor desvío presenta en su IGVE, con una caída abrupta en enero, marcada por el parate vacacional, y subas en marzo, agosto y noviembre. Estos cinco sectores son los que presentan un mayor nivel de correlación con el índice general (figura 4).

Figura 4. Estacionalidad en sectores del primer grupo

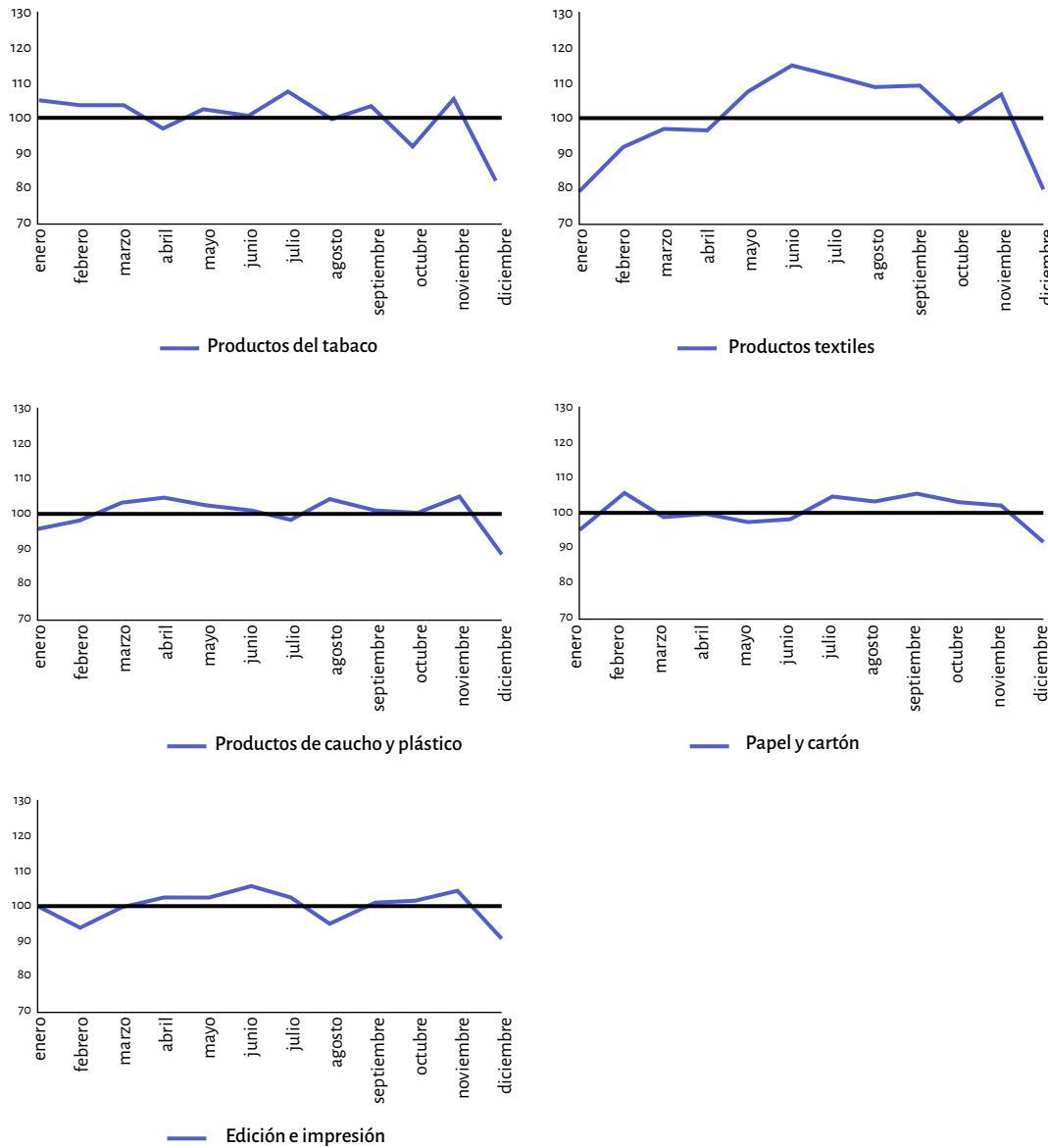


Fuente: elaboración propia con base en INDEC (2024).

En contraste, el sector de productos del tabaco tiene un ICVE mediano más alto (102,49) y una mayor variabilidad (desvío de 7,00), con un pico en julio y un mínimo en diciembre, lo que podría estar vinculado a ciclos específicos de producción o comercialización de productos tabacaleros que no siguen el patrón de consumo general. Sectores como el de productos textiles y productos de caucho y plástico muestran una mediana de ICVE relativamente estable (102,75 y 100,88, respectivamente), con picos en meses intermedios del año (junio para los textiles y noviembre para caucho y plástico) y mínimos hacia diciembre o enero. Los sectores de papel y

cartón y edición e impresión son los que menor variabilidad presentan en los sectores industriales, pero con diferentes componentes estacionales. El primero tiene una baja entre marzo y junio, contrario con el otro sector que presenta una suba estacional en esos meses. Estos sectores presentan un nivel intermedio en la correlación con el nivel general, pero comparten la baja en la UCI en el mes de diciembre (figura 5).

Figura 5. Estacionalidad en sectores del segundo grupo

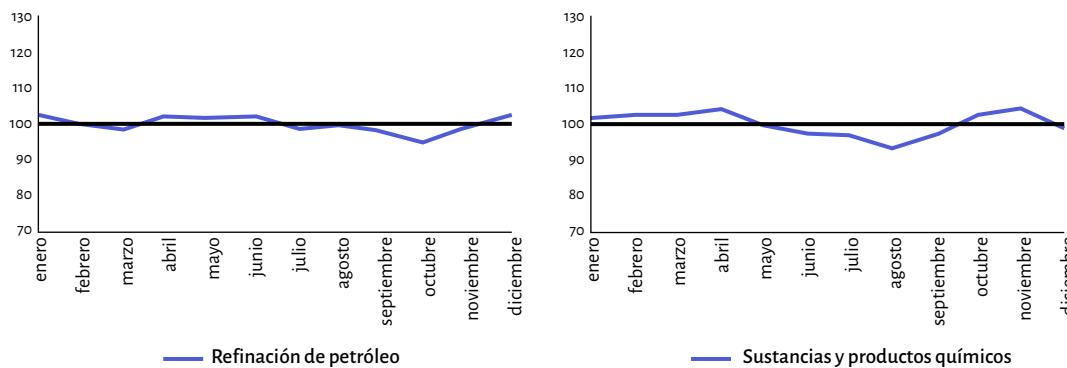


Fuente: elaboración propia con base en INDEC (2024).

Finalmente, los sectores de refinación del petróleo y sustancias y productos químicos son los que más se alejan de las tendencias del nivel general, con una media-

na similar a la de otros sectores (100,43), pero con una correlación negativa de -0,44 para el primero y de 0,15 para el segundo. Esto indica una estacionalidad inversa, donde no se da una caída abrupta en diciembre y sí un menor nivel de UCI en octubre para productos de petróleo y agosto para productos químicos (figura 6).

Figura 6. Estacionalidad en sectores del tercer grupo



Fuente: elaboración propia con base en INDEC (2024).

En resumen, los sectores industriales muestran patrones estacionales diferenciados que están en línea con las características específicas de cada industria,

Tabla 2. Análisis de estacionalidad de capacidad instalada

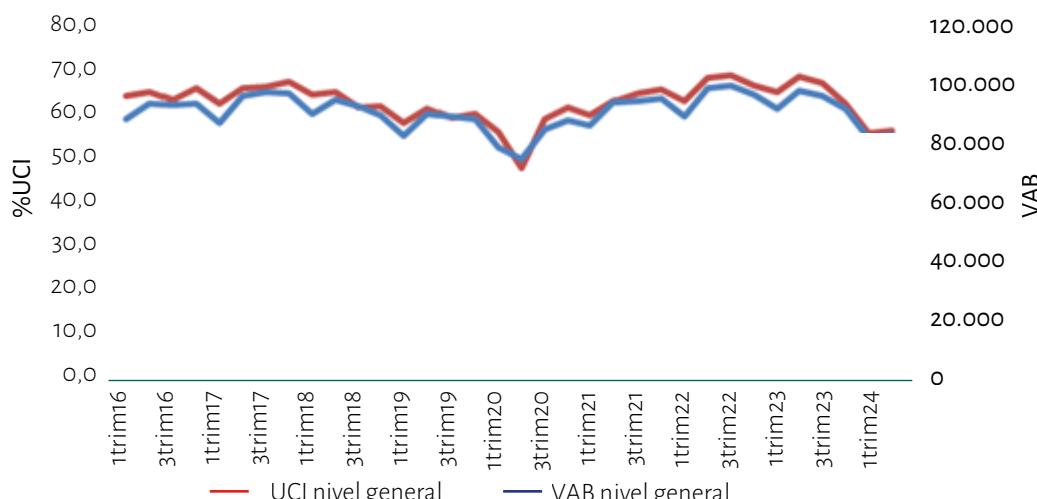
Sector	Mediana IGVE	Desvío IGVE	Mes máximo	Mes mínimo	Correlación nivel general
Nivel general	101,4	4,26	Noviembre	Enero	
Productos alimenticios y bebidas	99,9	2,64	Diciembre	Enero	0,79
Productos del tabaco	102,4	7,00	Julio	Diciembre	0,03
Productos textiles	102,7	11,79	Junio	Diciembre	0,66
Papel y cartón	100,3	4,24	Julio	Diciembre	0,28
Edición e impresión	101,6	4,28	Junio	Diciembre	0,58
Refinación del petróleo	100,4	2,37	Diciembre	Octubre	-0,44
Sustancias y productos químicos	100,4	3,41	Noviembre	Agosto	0,15
Productos de caucho y plástico	100,8	4,46	Noviembre	Diciembre	0,70
Productos minerales no metálicos	100,3	5,06	Noviembre	Enero	0,82
Industrias metálicas básicas	100,6	6,65	Noviembre	Enero	0,72
Industria automotriz	103,2	17,76	Noviembre	Enero	0,86
Metalmecánica excluida industria automotriz	100,7	7,79	Mayo	Enero	0,82

Fuente: elaboración propia con base en INDEC (2024).

las cuales influyen en los picos y bajas de su capacidad productiva a lo largo del año. Algunos sectores, como el automotriz, presentan una estacionalidad fuerte, mientras que otros, como el de tabaco o refinación de petróleo, muestran más variabilidad o incluso patrones opuestos. En la tabla 2 se presenta un resumen del análisis de estacionalidad de la UCI por sector.

A nivel general, la relación entre el VAB y la UCI presenta una correlación positiva alta de 0,95, con un R^2 ajustado de 0,89, lo que indica una fuerte relación entre ambas variables. El valor p menor a 0,0001 refuerza la significancia estadística de este vínculo. Además, el coeficiente de regresión de 1,276 sugiere que un incremento en la UCI está asociado con un aumento en el VAB y con un error estándar relativamente bajo (76,14), lo que refuerza la fiabilidad de la estimación. En la figura 7 se presenta la evolución de los indicadores UCI y VAB.

Figura 7. Evolución UCI y VAB a nivel general



Fuente: elaboración propia con base en INDEC (2024).

Sin embargo, al analizar los sectores de manera individual se observan diferencias notables en la fuerza de esta relación de variables. Por ejemplo, en sectores como productos alimenticios y bebidas y de tabaco la correlación es moderada (0,50 y 0,33, respectivamente), lo que indica una relación más débil entre el VAB y la UCI. En el caso de los productos alimenticios, el R^2 ajustado de 0,22 sugiere que la UCI tiene una capacidad explicativa limitada sobre el VAB, lo que se refleja en el coeficiente de regresión de 295,32, que, aunque significativo (valor p 0,0028), muestra un impacto menos claro en comparación con otros sectores. Por su parte, el sector del tabaco muestra la correlación más baja (0,33), con un R^2 ajustado de 0,08, lo que implica una relación muy débil entre la UCI y el VAB.

Por otro lado, sectores como refinación del petróleo, productos de caucho y plástico y productos minerales no metálicos muestran relaciones más fuertes, con correlaciones cercanas a 0,93 y R^2 ajustados de 0,87 a 0,89, lo que indica que la UCI tiene un gran poder explicativo sobre el VAB en estos sectores. Estos sectores presentan coeficientes de regresión altos, como el de refinación del petróleo (50,14), con un error estándar bajo (3,40), lo que resalta la confiabilidad de la estimación. De manera similar, sectores como la industria automotriz y la metalmecánica muestran una fuerte correlación, con valores de 0,88 y 0,71, respectivamente, y R^2 ajustados de 0,77 y 0,49, lo que indica que la UCI también tiene un impacto significativo en el VAB, aunque con algo más de variabilidad en el caso de la metalmecánica. El sector de edición e impresión presenta valor p no significativo.

Tabla 3. Análisis de valor agregado bruto y capacidad instalada

Sector	VAB total ¹	VAB 100 % UCI	Coeficiente correlación VAB/UCI	R^2 ajustado VAB/UCI	Valor p	Coeficiente regresión	Error estándar
Nivel general	3 073 974	4 920 265 (60,1 %)	0,95	0,89	< 0,0001	1276,00	76,14
Productos alimenticios y bebidas	1 054 263	1 682 300 (59,6 %)	0,50	0,22	0,0028	295,32	91,18
Productos del tabaco	17 141	26 851 (56,6 %)	0,33	0,08	0,0585	4,60	2,34
Productos textiles	82 321	157 294 (91,1 %)	0,83	0,69	< 0,0001	36,38	4,26
Papel y cartón	129 787	174 869 (34,7 %)	0,41	0,14	0,0173	20,17	8,04
Edición e impresión	120 416	212 727 (76,7 %)	0,24	0,03	0,1676	52,22	36,98
Refinación del petróleo	134 575	172 599 (28,3 %)	0,93	0,87	< 0,0001	50,14	3,40
Sustancias y productos químicos	578 306	858 859 (48,5 %)	0,64	0,39	< 0,0001	132,60	28,01
Productos de caucho y plástico	169 893	316 916 (86,5 %)	0,93	0,86	< 0,0001	86,73	6,08
Productos minerales no metálicos	188 365	268 977 (42,8 %)	0,95	0,89	< 0,0001	80,35	4,84
Industrias metálicas básicas	284 851	387 658 (36,1 %)	0,93	0,86	< 0,0001	115,33	8,20
Industria automotriz	153 241	338 941 (121,2 %)	0,88	0,77	< 0,0001	84,08	7,85
Metalmeccánica excluida industria automotriz	160 815	322 273 (100,4 %)	0,71	0,49	< 0,0001	76,87	13,32

Fuente: elaboración propia con base en INDEC (2024).

¹ Valor en millones de pesos a precios de 2004.

En conclusión, aunque la relación entre la UCI y el VAB es generalmente fuerte, existen diferencias sectoriales importantes. Los sectores más industrializados y con

procesos de producción intensivos, como la refinación de petróleo o los productos minerales no metálicos, muestran una relación clara y fuerte entre la UCI y el valor agregado, mientras que en sectores como los productos alimenticios y el tabaco la relación es más débil, lo que sugiere que otros factores pueden influir en su desempeño económico. La tabla 3 presenta un resumen del análisis del VAB y la relación con UCI a nivel sectorial.

Al comparar los sectores industriales sobre la base del VAB actual se observa una notable disparidad en su contribución al total. Sectores como productos alimenticios y bebidas y sustancias y productos químicos destacan con una participación significativa, representan el 34,3 % y el 18,8 %, respectivamente. Estos sectores, debido a su tamaño y diversidad de productos, tienen un peso considerable en la economía, lo que es reflejo de su alta demanda y capacidad de generar valor agregado. Por otro lado, sectores más pequeños, como productos del tabaco (0,6 %) y papel y cartón (4,2 %), muestran participaciones más bajas, lo que indica que, aunque puedan ser importantes a nivel de producción, su impacto global en el VAB es reducido en comparación con otros sectores.

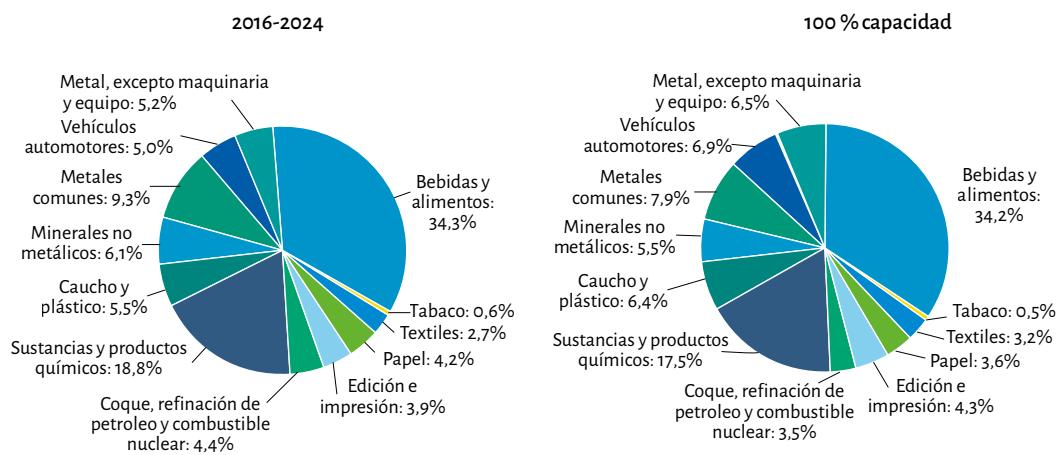
Este comportamiento podría explicarse por una menor diversificación o un mercado más restringido. También se observan algunos sectores con un desempeño intermedio, como productos textiles (2,7 %), productos de caucho y plástico (5,5 %) e industria automotriz (5,0 %). Estos sectores tienen un impacto moderado en el VAB total, pero pueden tener potencial de crecimiento con una mayor UCI, especialmente en contextos de mejora de la competitividad o de mayor demanda.

El análisis de la variación en la participación del VAB al utilizar el 100 % de la capacidad instalada revela varios patrones en los sectores industriales. Algunos sectores muestran una mejora significativa en su participación, como textiles, caucho y plástico, automotores y metal, excepto maquinaria y equipo. Estos sectores, por lo general, parecen tener un gran potencial de expansión cuando se optimiza la capacidad instalada, lo que sugiere que podrían beneficiarse considerablemente de la maximización de su producción. Por otro lado, sectores como coque, refinación del petróleo y combustible nuclear, papel y sustancias y productos químicos presentan una disminución en su participación, lo que podría indicar que, aunque se utilice todo su potencial de capacidad instalada, otros factores, como la eficiencia operativa, la saturación del mercado o las limitaciones tecnológicas, limitan su capacidad de incrementar el valor agregado de manera proporcional. Estos sectores podrían estar alcanzando niveles de eficiencia en los que un aumento en la capacidad productiva no necesariamente se traduce en una mayor participación en el VAB.

Finalmente, hay sectores, como alimentos y bebidas, tabaco y metales comunes, que presentan cambios marginales en su participación. En estos casos, el aumento de la capacidad instalada no tiene un impacto considerable sobre su participación en el VAB, lo que podría reflejar una ya alta eficiencia en la utilización de la capacidad existente o una saturación en la demanda que impide un crecimiento

significativo. En la figura 8 se presentan las diferencias en la participación de estos sectores en el VAB total de 2016 a 2024 y en el VAB total con la utilización del 100 % de la capacidad instalada en los sectores.

Figura 8. Análisis participación VAB



Fuente: elaboración propia con base en INDEC (2024).

Conclusiones

El objetivo de este trabajo es contribuir al conocimiento sobre las dinámicas y las diferencias sectoriales de la UCI industrial en Argentina. Los resultados descriptivos muestran que la UCI promedio a nivel general se mantiene en un nivel intermedio de 62,4. Sin embargo, existen importantes variaciones sectoriales. Sectores como la industria automotriz y la metalmecánica presentan valores de UCI promedio bajos (46,3 y 50, respectivamente). Esto sugiere que, en estos casos, la capacidad instalada no se está aprovechando completamente, lo que podría reflejar dificultades en la demanda, en los costos o en la flexibilidad operativa de estos sectores. Por otro lado, industrias como la refinación del petróleo y los productos minerales no metálicos tienen valores de UCI promedio más altos (78,1 y 69,7, respectivamente), lo que indica que están más cerca de operar a plena capacidad, posiblemente debido a una mayor demanda o a procesos de producción más ajustados y continuos.

Sectores como papel y cartón o refinación del petróleo muestran mayor estabilidad y utilización de su capacidad instalada, mientras que otros, como textiles, caucho y plástico o metalmecánica, evidencian mayor fluctuación y menor nivel de

uso. Además, algunos sectores operan cerca de su capacidad máxima al tiempo que otros presentan niveles persistentemente bajos, lo que pone de manifiesto problemas estructurales que pueden estar relacionados con la volatilidad de la demanda, la rigidez operativa o las restricciones en costos y financiamiento.

Por lo tanto, los sectores industriales presentan distintos patrones y asimetrías en el uso de la capacidad instalada, lo que refleja tanto eficiencia como subutilización y responde a factores internos y externos que afectan su desempeño productivo. La obtención de tres grupos diferenciados con una correlación cofenética aceptable respalda la validez estructural del agrupamiento y sugiere la existencia de comportamientos productivos relativamente homogéneos dentro de cada clúster. El primer grupo, con una UCI intermedia (64,8 %), representa a sectores vinculados con el consumo masivo, en los que la estabilidad de la demanda otorga cierta previsibilidad, pero no inmunidad frente a las tensiones propias del contexto económico, como la volatilidad de precios o los cuellos de botella en el abastecimiento de insumos. Esta posición intermedia puede interpretarse como un espacio de equilibrio dinámico en el que la capacidad instalada se sostiene, aunque con márgenes de mejora vinculados a una mayor eficiencia operativa o a políticas activas que incentiven el agregado de valor. El segundo grupo, con una UCI promedio más elevada (73,8 %), evidencia un funcionamiento más eficiente y sostenido de sus capacidades productivas. Este desempeño puede vincularse tanto a características técnicas (presencia de tecnologías maduras o procesos continuos) como a una mayor integración vertical o escala de producción que les permite amortiguar mejor los efectos de la incertidumbre. Estos sectores aparecen como los más resilientes y podrían constituir referentes estratégicos para el desarrollo de políticas industriales orientadas a la mejora de la competitividad y la sustentabilidad productiva. En contraste, el tercer grupo, con una UCI promedio menor (59,0 %), pone en evidencia una situación de subutilización más pronunciada, probablemente asociada a dificultades estructurales o cíclicas. En este caso, la volatilidad de la demanda, los costos de reconversión tecnológica o la rigidez de ciertas estructuras productivas dificultan una mayor eficiencia. Esto no solo revela vulnerabilidades, sino también oportunidades para intervenciones específicas orientadas a la reconversión, la innovación o la articulación con cadenas de valor dinámicas.

En cuanto a la estacionalidad, los sectores muestran una fuerte variabilidad en la distribución de su utilización de la capacidad a lo largo del año. Algunos sectores, como productos alimenticios y bebidas, presentan picos de producción en diciembre, mientras que sectores como refinación del petróleo tienen un mes máximo de producción en diciembre, pero con un mes mínimo en octubre, lo que refleja un patrón de mayor estacionalidad influenciado por factores externos, como la demanda de consumo en ciertos períodos del año. Otros sectores, como industria automotriz y metalmecánica, muestran una mayor estabilidad en sus variaciones mensuales

de producción, con picos de producción en noviembre y enero, sugiriendo que estos sectores están más influenciados por ciclos de demanda menos estacionales, ineficiencias operativas y mayores costos fijos por unidad producida.

Finalmente, el análisis de la relación entre la UCI y el VAB demuestra una correlación generalmente fuerte, con un coeficiente de 0,95 a nivel general, lo que indica que la utilización de la capacidad instalada es un buen predictor del desempeño económico en la mayoría de los sectores, de donde se refuerza la idea de que una mayor utilización de la capacidad productiva tiende a traducirse en un mejor desempeño económico. Sin embargo, existen diferencias notables entre sectores. Por ejemplo, los de refinación del petróleo y productos de caucho y plástico presentan una fuerte correlación entre UCI y VAB, ambos con coeficientes de 0,93, lo que sugiere que la capacidad instalada tiene un impacto directo y significativo en el valor agregado de estos sectores. En contraste, sectores como productos del tabaco y edición e impresión muestran relaciones más débiles, con coeficientes de correlación de 0,33 y 0,24, lo que indica que en estos casos otros factores, como los costos de operación o la estructura de la demanda, juegan un papel más importante en la determinación del valor agregado que la simple utilización de la capacidad instalada. Al simular un escenario de uso pleno de la capacidad instalada, algunos sectores muestran alto potencial de expansión (como automotriz, metalmecánica y textiles), mientras que otros evidencian una caída o estancamiento en su participación en el VAB, lo que sugiere que han alcanzado un techo operativo.

A modo de cierre, este estudio evidencia que la UCI industrial en Argentina es un indicador clave para analizar el desempeño productivo de los sectores económicos, pero su comportamiento presenta importantes asimetrías y complejidades. Las diferencias sectoriales en los niveles promedio de UCI, los patrones de estacionalidad y la relación con el VAB resaltan la necesidad de enfoques diferenciados a nivel sectorial en el análisis y la gestión de la capacidad instalada. Los resultados sugieren la necesidad de políticas industriales adaptadas a las particularidades de cada sector, fomentando inversiones en infraestructura, financiamiento accesible y estrategias que permitan mejorar la eficiencia operativa. Asimismo, los sectores con alta variabilidad en la utilización de su capacidad podrían beneficiarse de herramientas de planificación más flexibles que les permitan optimizar la asignación de recursos y reducir costos asociados a la subutilización. Además, aportan elementos valiosos para diseñar estrategias sectoriales que promuevan un uso más eficiente de los recursos, lo que favorece tanto la estabilidad como el crecimiento económico general.

Para estudios futuros sería relevante profundizar en los factores que explican la evolución y las diferencias en la UCI considerando variables como el acceso a financiamiento, los costos laborales, las restricciones logísticas y las regulaciones secto-

riales, entre otros. La incorporación de modelos econométricos permitiría predecir la evolución de la UCI en función de estos factores, proporcionando herramientas más precisas para la toma de decisiones. Asimismo, sería pertinente analizar el impacto de la pandemia en la UCI, comparando períodos pre y posCOVID-19 para evaluar la recuperación de cada sector y comprender mejor los efectos de las crisis económicas y los cambios en políticas industriales.

Otra línea de trabajo interesante sería la comparación internacional, analizando cómo la dinámica de la UCI general y sectorial en Argentina se diferencia de la de otros países de la región o economías con estructuras productivas similares. Esto permitiría identificar fortalezas y debilidades del modelo industrial argentino y evaluar el impacto de distintas políticas industriales en la eficiencia productiva. Del mismo modo, sería valioso desagregar el análisis a nivel regional y empresarial, explorando si existen diferencias significativas en la UCI entre provincias o regiones, así como entre grandes empresas y pymes. Finalmente, resulta fundamental investigar la relación entre la UCI, la competitividad y la sostenibilidad del sector industrial. Comprender cómo el uso de la capacidad instalada influye en la inserción de la industria argentina en mercados internacionales podría ofrecer información clave para el diseño de estrategias de crecimiento. Además, analizar si la optimización de la capacidad instalada se vincula con prácticas sostenibles, como la eficiencia energética, la economía circular o la reducción de desperdicios, permitiría avanzar hacia un modelo de producción más eficiente y ambientalmente responsable.

Referencias bibliográficas

- CALLEGARI, M. (2023). *La inflación argentina bajo la interpretación monetarista (2015-2019)*. Trabajo final de investigación. Universidad Nacional del Comahue. <https://rdi.uncoma.edu.ar/handle/uncomaid/18191>.
- CANAFOGLIA, E. (2013). *El desenvolvimiento de las pymes industriales en el escenario postconvertibilidad: ¿reconstrucción de la industria regional con creación de empleo? Análisis de la situación en la provincia de Mendoza durante el período 2002-2009* [Tesis de maestría en Economía y Desarrollo Industrial]. Universidad Nacional de General Sarmiento. https://www.ungs.edu.ar/wp-content/uploads/2013/10/Tesis_Canafoglia.pdf.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2017). *Territorio, infraestructura y economía en la Argentina. Restricciones al crecimiento de distintos complejos productivos*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/restricciones_al_crecimiento_de_distintos_complejos_productivos_cepal.pdf.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2023). *Balance Preliminar de las Economías de América Latina y el Caribe*. Comisión Económica para América Latina

- y el Caribe. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/68747-balance-preliminar-economias-america-latina-caribe-2023>.
- DI RIENZO, J. A., CASANOVES, F., BALZARINI, M. G., GONZÁLEZ, L., TABLADA, M. y ROBLEDO, C. W. (2008). *InfoStat, versión 2014, actualización 2018*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- DULCICH, F., OTERO, D. y CANZIAN, A. (2020). Trayectoria y situación actual de la cadena automotriz en Argentina y Mercosur. *Ciclos en la historia, la economía y la sociedad*, 31(54), 93-130. <http://hdl.handle.net/11336/169730>.
- EYRAS, J. (2016). *Crecimiento de la Industria en el nuevo modelo económico: hechos y posibilidades*. Centro de Estudios para la Situación y Perspectivas de Argentina, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires. <https://www.economicas.uba.ar/wp-content/uploads/2016/03/La-industria-argentina-en-el-nuevo-modelo-N%C2%BA15.pdf>.
- GHIGLIONE, F. y LASTIRI, S. (2019). Evolución de la utilización de la capacidad instalada agroindustrial 2010-2019. *Revista Negocios Agroalimentarios*, 4(2), 9-13. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/147715>.
- GOLDSTEIN, E., KULFAS, M. y ZACK, G. (2017). Desempeño industrial y restricción externa en la Argentina (2003-2012). *H-industri@*, 11(21), 97-120. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6228419>.
- HEIZER, J. y RENDER, B. (2017). *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management*. Pearson.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (2024). *Estadísticas de la Capacidad Instalada*. Instituto Nacional de Estadística y Censos. <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-6-15>.
- KEJSEFMAN, I. y MAITO, E. (2022). *Tendencias de la inversión en la industria manufacturera argentina en el largo plazo: resultados a partir de la estimación de ampliación de la capacidad instalada (2002-2020)*. Documentos de Trabajo del CEP XXI N.o 11. Centro de Estudios para la Producción XXI - Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/09/dt_11_-_tendencias_de_la_inversion_en_la_industria_argentina.pdf.
- LANGARD, F., ARTURI, D. y LUCERO, S. (2021). La problemática de la industria de bienes de capital en Argentina en el período 2002-2018 y el rol de las políticas estatales: Rupturas y continuidades a partir de 2016. En H. Adriani, M. Suárez y N. Murgier (Coords.), *Abordajes de la actividad industrial argentina: Procesos, territorios y análisis de casos durante el gobierno de la Alianza Cambiemos* (p. 183-204). Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata. <http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/libros/pm.4658/pm.4658.pdf>.
- MANZANELLI, P. y CALVO, D. (2020). De la reactivación a la crisis: la industria argentina durante el ciclo de gobiernos kirchneristas. *Sociedad y Economía*, 40, 119-142. <https://www.redalyc.org/journal/996/99665044006/99665044006.pdf>.

- MOLINA, M., FERNÁNDEZ MASSI, M., GUAITA, N. y BERTIN, P. (2021). *La estructura productiva nacional: un análisis de los encadenamientos y multiplicadores sobre la base de la matriz insumo-producto de 2015*. Centro de Estudios para la Producción XXI - Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/172614>.
- SCHTEINGART, D., TAVOSNANSKA, A., ISAAK, P., ANTONIETTA, J. M. y GINSBERG, M. (2024). *El renacimiento de la política industrial en el mundo*. Fundar. https://fundar.org/wp-content/uploads/2024/11/Fundar_Doc1_El-renacimiento-de-la-politica-industrial-en-el-mundo_CC-BY-NC-ND-4.0.pdf.
- SLACK, N., CHAMBERS, S. y JOHNSTON, R. (2010). *Operations Management*. Financial Times Prentice Hall.

ARTÍCULO TEMA LIBRE

Transformações Espaciais e Ambientais no Uso da Terra em João Pinheiro (MG). Dinâmicas e Implicações para o Bioma Cerrado entre 1990 e 2020¹

Spatial and Environmental Transformations in Land Use in João Pinheiro (MG). Dynamics and Implications for the Cerrado Biome between 1990 and 2020

Leticia Tondato Arantes

Universidade Estadual Paulista - UNESP
leticia.tondato@unesp.br

Arthur Pereira Dos Santos

Universidade Estadual Paulista - UNESP
arthur.p.santos@unesp.br

Ana Laura De Paula

Universidade Estadual Paulista - UNESP
al.paula@unesp.br

Alessandro Xavier Da Silva Junior

Universidade Estadual Paulista - UNESP
alessandro.junior@unesp.br

Darllan Collins Da Cunha E Silva

Universidade Estadual Paulista - UNESP
darllan.collins@unesp.br

1 Una versión preliminar de este trabajo fue presentada en el IX SGAgro, en julio de 2024, y publicada en los *Anales Electrónicos del IX SGAgro* con el título “Análisis de la evolución del uso y cobertura de la tierra en João Pinheiro, MG: investigando su relación con la expansión agropecuaria”.

Fecha de recepción: 07/12/2024. Fecha de aceptación: 15/04/2025



URL de la revista: revistas.uncc.edu.ar/ojs3/index.php/cuyonomics

ISSN 2591-555X

Esta obra es distribuida bajo una Licencia Creative Commons
Atribución No Comercial – Compartir Igual 4.0 Internacional

Resumono

As mudanças no uso e cobertura da terra são reconhecidas globalmente como fatores fundamentais das transformações ambientais. A análise dessas dinâmicas constitui um dos métodos mais precisos para compreender o uso passado da terra, identificar os tipos de mudanças ocorridas, bem como as forças motrizes e os processos de desenvolvimento que impulsionam essas transformações. Este estudo analisa as transformações no uso e cobertura da terra no município de João Pinheiro, MG, entre 1990 e 2020, destacando as mudanças incentivadas pela expansão das atividades econômicas. Utilizou-se o módulo Land Change Modeler (LCM), disponível no software TerrSet, com dados do MapBiomass. Os resultados indicam um aumento nas áreas agropecuárias, que passaram de 33,66 % para 48,43 %, enquanto as áreas florestais diminuíram de 51,99 % para 38,84 %. Esse padrão de transformação aponta para a crescente conversão da vegetação nativa em áreas agrícolas, refletindo a pressão das atividades humanas sobre o bioma. O estudo reforça a importância de adotar abordagens que integrem o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental, contribuindo para o planejamento territorial e a formulação de políticas públicas para a conservação do Cerrado.

Palavras-chave: LCM, MapBiomass, Preservação Ambiental, Planejamento Territorial

Abstract

Land use and land cover changes are globally recognized as fundamental factors driving environmental transformations. The analysis of these dynamics is one of the most accurate methods for understanding the historical land use, identifying the types of changes that have occurred, as well as the driving forces and development processes behind these transformations. This study analyzes land use and land cover transformations in the municipality of João Pinheiro, Minas Gerais, Brazil, between 1990 and 2020, highlighting changes driven by the expansion of economic activities. The Land Change Modeler (LCM) module, available in the TerrSet software, was used with data from MapBiomass. The results indicate an increase in agricultural areas, which rose from 33.66 % to 48.43 %, while forest areas decreased from 51.99 % to 38.84 %. This transformation pattern points to the growing conversion of native vegetation into agricultural lands, reflecting the pressure of human activities on the biome. The study reinforces the importance of adopting approaches that integrate economic development with environmental conservation, contributing to territorial planning and the formulation of public policies aimed at the conservation of the Cerrado.

Keywords: LCM, MapBiomass, Environmental Preservation, Land Use Planning

Journal of Economic Literature (JEL): Q01, Q15, Q24, Q28

Introdução

A interação entre as atividades econômicas e os recursos ambientais têm se tornado um dos maiores desafios globais, especialmente devido à crescente demanda por alimentos e à expansão da agricultura (Steffen et al., 2015; Reis et al., 2021; Shen et al., 2021; Arantes et al., 2023). Esse crescimento, embora essencial para a segurança alimentar, frequentemente resulta em impactos ambientais, como desmatamento e degradação do solo (Costa et al., 2024; Santos et al., 2024a).

O Brasil é tido como um dos maiores produtores e exportadores de alimentos no cenário global, com o setor agropecuário desempenhando um papel central no crescimento econômico do país nas últimas décadas (FAO, 2019). Diante desse cenário, os recursos ambientais enfrentam uma crescente degradação, com as mudanças no uso e cobertura da terra representando um dos principais fatores antropogênicos impulsionadores dessas transformações (Santos et al., 2024b).

Assim, é fundamental realizar o monitoramento contínuo e a mitigação das consequências dessas alterações, a fim de minimizar os impactos ambientais e promover a sustentabilidade (FAO, 2020; Lourenço et al., 2022; Arantes et al., 2023; Youssef et al., 2024). O mapeamento e monitoramento contínuo do uso e cobertura da terra é essencial para compreender e gerenciar os efeitos das mudanças na ocupação do território, além de reduzir os riscos associados às transformações no território, que podem comprometer o equilíbrio ecológico e a sustentabilidade dos ecossistemas.

O uso de sensoriamento remoto (SR) combinado com o sistema de informação geográfica (SIG) tem se tornado uma ferramenta essencial para a detecção e análise das mudanças no uso e cobertura da terra, permitindo uma análise eficiente, simplificada e precisa de grandes áreas (Khalil et al., 2022; Youssef et al., 2024). O modelo Land Change Modeler (LCM), por sua vez, tem se destacado como uma poderosa ferramenta para modelar e prever transformações no uso da terra, fornecendo subsídios valiosos para entender as dinâmicas espaciais e suas consequências ambientais (Ayele et al., 2019; Motlagh et al., 2021; Zarandiano et al., 2023). Nesse contexto, o LCM combina algoritmos de aprendizado de máquina, como redes neurais artificiais e regressão logística, com cadeias de Markov para modelar e prever transições no uso da terra de forma espacialmente explícita (Clark Labs, 2024). Sua principal vantagem reside na integração de variáveis explicativas dinâmicas e na flexibilidade para simular diferentes cenários prospectivos, o que o torna especial-

mente útil para estudos de planejamento territorial e conservação ambiental (Toledo et al., 2024; Varnier & Weber, 2025).

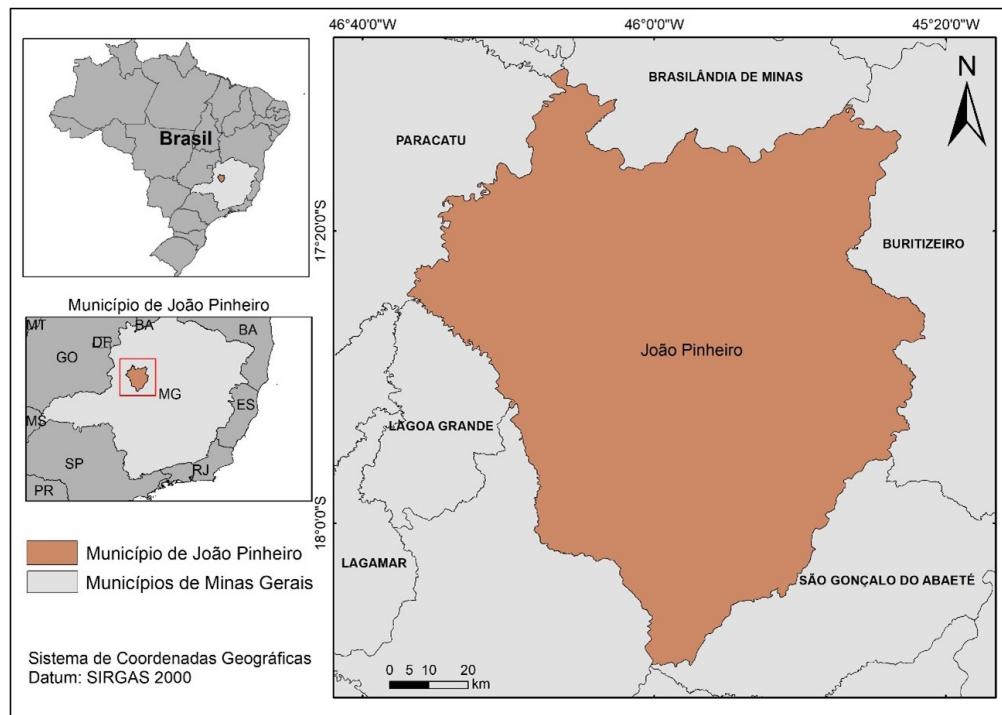
O objetivo deste estudo é analisar as mudanças no uso e cobertura da terra no município de João Pinheiro, MG, nos anos de 1990 e 2020, utilizando o LCM como ferramenta central de investigação. Essa abordagem permite compreender a dinâmica das transformações ocorridas ao longo do tempo, identificar os fatores que influenciaram essas mudanças e oferecer subsídios para o planejamento sustentável e a gestão territorial.

A relevância dessa análise é amplificada pelo fato de João Pinheiro estar inserido no Bioma Cerrado, conhecido por sua intensa conversão de áreas naturais em usos antropizados (Sano et al., 2019). O Cerrado já perdeu mais de 50 % de sua cobertura original, principalmente devido à expansão agropecuária (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2020), com estimativas apontando para uma possível perda de 31 % a 34 % do bioma remanescente até 2050, caso práticas insustentáveis continuem prevalecendo (Alencar et al., 2021).

Metodologia

Área de Estudo

Figura 1. Localização do município de João Pinheiro, Minas Gerais



Fonte: elaboração própria com base em dados do IBGE – Malhas Territoriais (2024).

Para a realização deste estudo, escolheu-se como área de análise o município de João Pinheiro, situado na Mesorregião Noroeste do estado de Minas Gerais, Brasil (figura 1). Com uma área territorial aproximada de 10.723 km², João Pinheiro é reconhecido como um relevante polo agropecuário na região, de acordo com informações da Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais (Seapa, 2021).

Inserido no Bioma Cerrado, João Pinheiro faz parte de uma das regiões mais relevantes da América Latina em termos ecológicos, já que o Cerrado é reconhecido como o segundo maior bioma do continente e classificado como um dos *hotspots* globais para a conservação da biodiversidade (Miranda, 2014; Sano et al., 2019).

A região na qual o município se encontra destaca-se pelo expressivo potencial para atividades agropecuárias, com notáveis avanços na produção de grãos e na pecuária, o que tem causado mudanças significativas na paisagem, bem como no uso e cobertura do solo (Embrapa, 2018; Gualdani & Sobrinho, 2023).

Mapeamento do Uso e Cobertura da Terra - MapBiomass

Para conduzir este estudo, adotou-se como metodologia a análise de dados provenientes da Coleção 7.1 do MapBiomass, que disponibiliza informações anuais detalhadas sobre a cobertura e o uso da terra. Esses dados são gerados a partir de imagens captadas pelos satélites Landsat, com uma resolução espacial de 30 metros. Todo o processo de mapeamento é viabilizado por meio da plataforma Google Earth Engine (GEE), que permite a execução de análises em nuvem, garantindo maior eficiência e capacidade de processamento (Souza et al., 2020).

A pesquisa concentrou-se na extração de informações relacionadas ao município de João Pinheiro, utilizando os dados do MapBiomass referentes aos anos de 1990 e 2020. Essa abordagem possibilitou a realização de uma análise comparativa ao longo de três décadas, evidenciando transformações nos padrões de uso e cobertura da terra no território estudado.

Para facilitar a interpretação dos resultados, as informações foram classificadas com base nas categorias de nível 1 definidas pelo MapBiomass, o que contribuiu para uma análise mais estruturada das tendências de mudança. Com o intuito de sistematizar as categorias de uso e cobertura da terra analisadas, foi elaborado o quadro 1, que organiza essas informações e serve como base para uma compreensão mais clara das alterações identificadas no período avaliado.

Quadro 1. Categorias de cobertura e uso da terra segundo a Coleção 7 do MapBiomas

Classes de cobertura e uso da terra – Nível 1			
Agropecuária	Silvicultura	Floresta	Formação Florestal
	Pastagem		Formação Savântica
	Cana	Formação Natural não Florestal	Formação Campestre
	Mosaico de Usos		
	Citrus		Campo Alagado e Área Pantanosa
	Soja		
	Outras Lavouras Perenes	Área não Vegetada	Área Urbanizada
	Outras Lavouras Temporárias		Outras Áreas não Vegetadas

Fonte: Elaboração própria, com base em dados do Projeto MapBiomas (2025).

Modelagem das mudanças de uso e cobertura da terra – LCM

A modelagem das transições no uso e cobertura da terra foi conduzida utilizando o software TerrSet, por meio do modelo LCM (Land Change Modeler). Este modelo, que combina redes neurais artificiais (RNA) e análise baseada em cadeias de Markov, foi desenvolvido pela Clark Labs (Eastman, 2012) e permite avaliar dinâmicas de mudanças no território. O LCM oferece ferramentas para investigar transformações ocorridas na paisagem ao longo do tempo, modelar potenciais de transição, projetar mudanças futuras e avaliar impactos sobre a biodiversidade (Lollo et al., 2019; Zarandian, 2023).

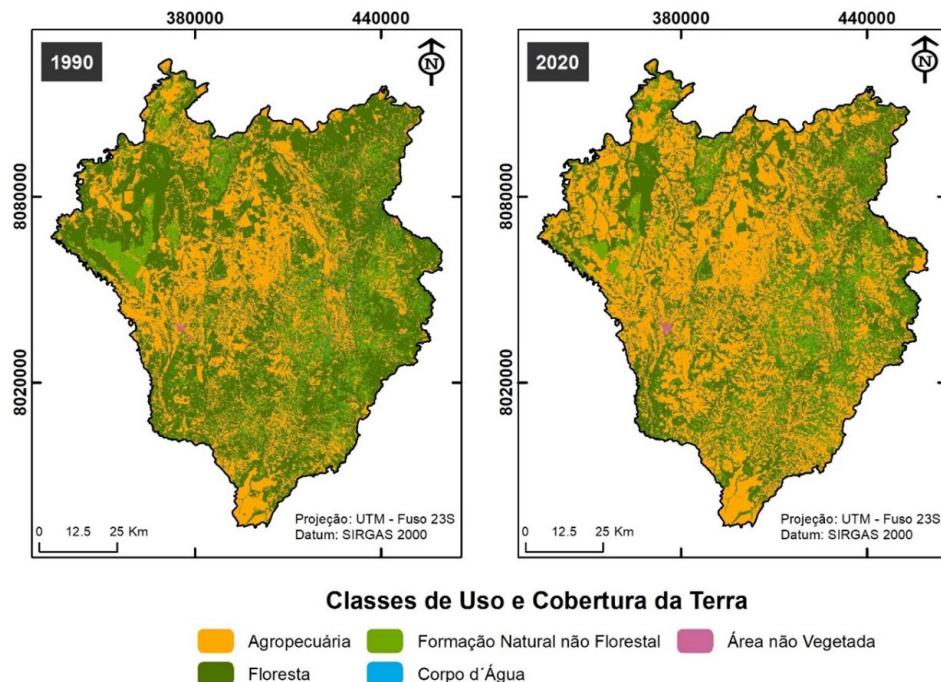
Inicialmente, os dados referentes ao uso e cobertura da terra foram preparados, e os arquivos foram convertidos para o formato compatível com o TerrSet. Em seguida, os parâmetros fundamentais foram configurados, como a definição das classes de uso do solo e os intervalos temporais analisados (1990 e 2020). A partir dessas definições, o modelo foi utilizado para gerar mapas que evidenciaram, de forma percentual, as perdas e os ganhos nas diferentes categorias de uso e cobertura da terra ao longo do período analisado.

Resultados e discussão

A figura 2 apresenta uma análise espaço-temporal dos mapas de uso e cobertura da terra nos anos de 1990 e 2020 para o município de João Pinheiro, permitindo identi-

ficar mudanças na paisagem e na distribuição espacial das diferentes classes de uso e cobertura da terra ao longo de três décadas.

Figura 2. Mapa de uso e cobertura da terra do ano de 1990 e 2020



Fonte: elaboração própria com base em dados do Projeto MapBiomass (2025).

A comparação entre os mapas revela uma expressiva expansão da atividade agropecuária no município. Em 1990, essa classe já ocupava uma parcela significativa do território, mas os dados de 2020 indicam um avanço contínuo, impulsionado pelo crescimento demográfico e pela intensificação da produção agrícola e pecuária. Tal dinâmica é impulsionada pelo crescimento populacional, que passou de 41.368 habitantes em 2000 para 46.801 em 2022 (IBGE, 2022), e pela intensificação da produção agropecuária, evidenciada pelo destaque nacional de João Pinheiro na produção de carvão vegetal, que em 2023 representou 91,2 % do valor da produção silvicultural do município (IBGE, 2024). Esses fatores refletem o aumento da pressão antrópica sobre a paisagem, promovendo a reorganização espacial do uso da terra.

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 2018), a região noroeste de Minas Gerais tem registrado uma forte expansão do setor agropecuário, com aumento na produção de grãos e pecuária. Esse crescimento impacta diretamente o uso da terra e altera a configuração ambiental, reforçando a importância de práticas conservacionistas para mitigar a degradação do solo (Santos et al., 2025a) e a pressão sobre os recursos hídricos (Sales et al., 2024).

A tabela 1 apresenta a distribuição das classes de uso e cobertura da terra em valores absolutos (km^2) e relativos (%), permitindo uma análise quantitativa das transformações ocorridas entre 1990 e 2020. Essa abordagem comparativa facilita a compreensão das tendências de ocupação do solo e subsidia a formulação de políticas públicas voltadas ao ordenamento territorial e à sustentabilidade agroambiental.

Tabela 1. Distribuição das classes de uso e cobertura da terra no município de João Pinheiro (1990 e 2020)

Classe de Uso e Cobertura da Terra	Ano de Análise			
	1990		2020	
	Total (km^2)	Total (%)	Total (km^2)	Total (%)
Agropecuária	3611,173	33,66	5195,18	48,43
Floresta	5576,942	51,99	4166,252	38,84
Formação Natural Não Florestal	68,701	0,64	60,306	0,56
Corpo d'Água	60,032	0,56	32,144	0,30
Área não Vegetada	149,624	1,39	172,023	1,60

Fonte: elaboração própria com base em dados do Projeto MapBiomas (2025).

A análise quantitativa evidencia uma expressiva transformação na configuração territorial do município ao longo das três últimas décadas. A classe agropecuária apresentou a maior expansão, passando de 33,66 % da área total em 1990 para 48,43 % em 2020. Esse crescimento foi acompanhado por uma redução significativa da classe Floresta, cuja cobertura diminuiu de 51,99 % para 38,84 % no mesmo período.

A conversão de áreas florestais para uso agrícola reflete uma tendência amplamente documentada na literatura, associada ao aumento da demanda por terras cultiváveis e pastagens (Arantes et al., 2021; Nery et al., 2024). Esse processo, no entanto, acarreta impactos ambientais expressivos, incluindo a fragmentação de habitats, a redução da biodiversidade e a intensificação de processos erosivos que comprometem a estabilidade do solo.

A relação entre desmatamento e alterações na dinâmica hidrológica é amplamente reconhecida. A cobertura florestal desempenha um papel essencial na infiltração da água no solo e na manutenção da qualidade hídrica, reduzindo o escoamento superficial e mitigando processos de assoreamento e sedimentação de corpos d'água (Santos et al., 2023).

A degradação da vegetação nativa compromete esses serviços ecossistêmicos, impactando diretamente a regulação climática e a disponibilidade de recursos hídricos. A conversão de áreas naturais para a agropecuária sem planejamento adequado pode, portanto, agravar os desafios da segurança hídrica, especialmente

diante das mudanças climáticas e do aumento da variabilidade pluviométrica projetada para as próximas décadas.

A redução da classe Corpo d'Água, de 0,56 % para 0,30 %, sugere um uso intensivo dos recursos hídricos, possivelmente associado ao crescimento da irrigação e à ampliação das atividades agropecuárias. Segundo o Atlas Irrigação (ANA, 2021), a expansão da agricultura irrigada em João Pinheiro (MG) integra um processo mais amplo de consolidação do polo Alto Paracatu – Entre Ribeiros, iniciado nas últimas décadas e intensificado a partir dos anos 2010. A região passou a registrar significativa ampliação das áreas irrigadas, com destaque para a instalação de pivôs centrais e a diversificação de culturas, refletindo o fortalecimento da infraestrutura hídrica e a modernização tecnológica como vetores estratégicos de desenvolvimento agrícola.

Assim, o declínio dos recursos hídricos reforça a preocupação com a crescente competição pelo uso da água, podendo resultar em conflitos entre setores produtivos e comunidades locais (Guimarães & Landau, 2020; Santos et al., 2025b).

Nesse contexto, a adoção de políticas públicas voltadas à gestão hídrica sustentável torna-se indispensável. Medidas como a implementação de tecnologias de irrigação mais eficientes, a recuperação de matas ciliares e o incentivo à conservação dos solos podem contribuir para o equilíbrio entre produção agrícola e preservação ambiental.

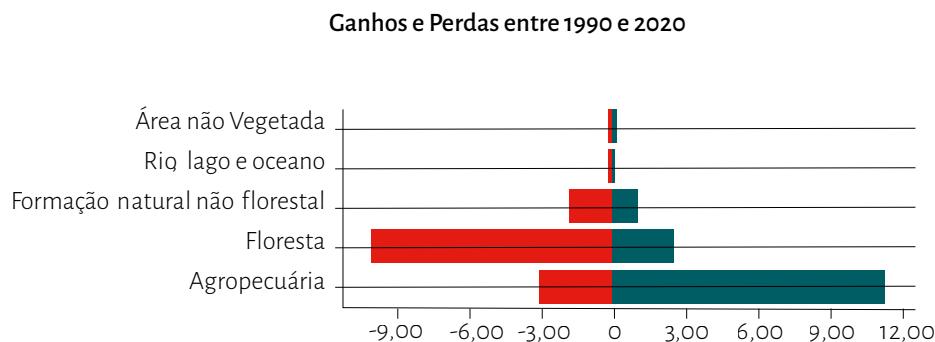
A necessidade de conciliar crescimento econômico e conservação dos recursos naturais está alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. O ODS 6 (Água Potável e Saneamento) destaca a importância do uso racional da água, enquanto o ODS 15 (Vida Terrestre) reforça a necessidade de proteger ecossistemas terrestres e promover a gestão sustentável dos recursos naturais. Além disso, o ODS 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima) sublinha a urgência de estratégias adaptativas para mitigar os impactos das mudanças climáticas, garantindo a resiliência dos sistemas produtivos.

Nessa perspectiva, a figura 3 ilustra as mudanças no uso e cobertura da terra, oferecendo uma representação visual das transformações territoriais observadas no município. A análise desses padrões espaciais é essencial para embasar políticas de gestão territorial mais eficazes, orientadas para a sustentabilidade e para a mitigação dos impactos ambientais da expansão agropecuária.

Conforme representado na figura 3, observa-se que as principais perdas ocorreram em áreas florestais, enquanto os maiores ganhos foram registrados em áreas destinadas à agropecuária. Essa dinâmica evidencia a tendência de expansão das atividades agrícolas sobre ecossistemas naturais, um fenômeno já amplamente documentado em diversas regiões agrícolas do mundo (Lourenço et al., 2022; Rizzo et al., 2023; Oliveira et al., 2024).

Estudos realizados em Minas Gerais utilizando o LCM corroboram os resultados obtidos neste trabalho, ao evidenciar a expansão de áreas agropecuárias sobre formações naturais no bioma Cerrado. Santana Neto et al. (2024) observaram no

Figura 3. Gráfico quantitativo de perdas (vermelho) e ganhos (verde) em porcentagem



Fonte: TerrSet (2024).

município de São Francisco a redução de áreas de floresta e savana entre 2012 e 2020, com aumento expressivo de pastagens. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva e Oliveira (2022) na APA da Serra de São José, onde a análise apontou a substituição da cobertura natural por áreas urbanas e agrícolas, ressaltando a crescente pressão antrópica e a necessidade de estratégias de conservação mais eficazes.

Embora essa expansão contribua para o crescimento econômico e o abastecimento alimentar, ela também acarreta desafios ambientais significativos, incluindo a perda de biodiversidade, degradação do solo e comprometimento dos recursos hídricos. A conversão de áreas naturais para uso agropecuário impacta diretamente a capacidade dos ecossistemas de fornecer serviços ambientais essenciais, como a regulação do ciclo hidrológico e o sequestro de carbono (Tao et al., 2023; Bacani et al., 2024).

Além dos efeitos sobre a biodiversidade e o solo, as mudanças no uso da terra influenciam diretamente a qualidade dos recursos hídricos. Estudos indicam que áreas florestais desempenham um papel crucial na regulação da infiltração e qualidade da água, enquanto a conversão para uso agrícola e urbano está associada ao aumento da erosão, assoreamento e contaminação dos corpos hídricos (Shen et al., 2015; Santos et al., 2025a). Nesse contexto, a conservação e recuperação de vegetação ripária emergem como estratégias indispensáveis para a manutenção da disponibilidade hídrica e da qualidade da água, sendo fundamentais para a gestão territorial sustentável.

A intensificação das mudanças climáticas adiciona uma nova camada de complexidade a esse cenário. Projeções indicam que, até 2050, variações nos regimes de temperatura e precipitação poderão reduzir a produtividade agrícola e aumentar a demanda por irrigação, ampliando a pressão sobre os recursos hídricos (ONU BRASIL, 2023).

Diante desses desafios, torna-se evidente a necessidade de uma abordagem integrada na gestão territorial no município, que promova o equilíbrio entre desen-

volvimento econômico e conservação ambiental. A implementação de políticas de ordenamento territorial, aliadas a incentivos para práticas sustentáveis, pode contribuir para a manutenção dos serviços ecossistêmicos e a resiliência das cadeias produtivas. A efetividade de políticas públicas que integram ordenamento territorial e incentivos econômicos pode ser ilustrada pela experiência do município de Extrema, em Minas Gerais. A partir da implementação do Programa Conservador das Águas, baseado no mecanismo de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), o município conseguiu fomentar a restauração ecológica de áreas de nascentes e a proteção de recursos hídricos essenciais para a população e a produção agrícola local (Jardim & Bursztyn, 2015). Esse caso evidencia que instrumentos econômicos bem desenhados, integrados ao planejamento territorial e à participação social, são capazes de promover a conservação ambiental ao mesmo tempo em que fortalecem a resiliência das cadeias produtivas, demonstrando a viabilidade de estratégias que conciliam proteção dos serviços ecossistêmicos e desenvolvimento econômico.

Portanto, os resultados obtidos reforçam a necessidade de políticas de ordenamento territorial que integrem práticas agrícolas sustentáveis, preservação de áreas naturais e recuperação ambiental, alinhando-se às metas globais de conservação ambiental e desenvolvimento sustentável. A aplicação contínua de ferramentas de modelagem espacial, como o LCM, é de suma importância para monitorar essas dinâmicas e orientar a tomada de decisões de maneira baseada em evidência.

Considerações finais

Os resultados evidenciam uma transformação significativa no uso e cobertura da terra no município de João Pinheiro entre 1990 e 2020, com a expansão das áreas agropecuárias ocorrendo em detrimento das áreas florestais, de forma a se refletir tanto a intensificação da atividade agrícola quanto a necessidade de estratégias voltadas à conservação dos recursos naturais.

A análise espaço-temporal revelou tendências preocupantes, como a redução da cobertura florestal e a diminuição da extensão de corpos d'água, ressaltando a importância de medidas para mitigar impactos ambientais associados à conversão do solo.

A metodologia adotada, integrando SIG e o modelo LCM, demonstrou-se eficaz na identificação e quantificação das mudanças na paisagem, fornecendo subsídios técnicos para o planejamento territorial e a formulação de políticas públicas. No entanto, algumas limitações devem ser consideradas, como a dependência da qualidade e resolução dos dados utilizados, bem como a necessidade de validar os resultados por meio de análises em campo. Estudos futuros podem aprofundar a investigação sobre os impactos dessas mudanças na dinâmica hidrológica, na biodiversidade e na resiliência dos ecossistemas locais, além de explorar cenários preditivos para orientar estratégias de gestão sustentável.

Diante dos resultados obtidos, reforça-se a necessidade de políticas que promovam práticas agrícolas sustentáveis, conciliando crescimento econômico e preservação ambiental. O uso contínuo de ferramentas de geotecnologia e modelagem preditiva pode contribuir significativamente para o monitoramento e gestão eficiente do território, auxiliando na tomada de decisão e na implementação de medidas preventivas contra a degradação ambiental.

Referências bibliográficas

- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2021). *Atlas Irrigação: uso da água na agricultura irrigada*. ANA. Disponível em <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/1b19cbb4-10fa-4be4-96db-b3dcd8975dbo>.
- AKSOY, T., DABANLI, A., CETIN, M., KURKCUOGLU, M. A. S., CENGIZ, A. E., CABUK, S. N., AGACSPAN, B. & CABUK, A. (2022). Evaluation of comparing urban area land use change with Urban Atlas and CORINE data. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 28995-29015. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17766-y>.
- ALCON, F., ZABALA, J. A. & MARTÍNEZ-PAZ, J. M. (2022). Assessment of social demand heterogeneity to inform agricultural diffuse pollution mitigation policies. *Ecological Economics*, 191. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107216>.
- ANSARI, A. & GOLABI, M. H. (2019). Prediction of spatial land use changes based on LCM in a GIS environment for desert wetlands – A case study: Meighan Wetland, Iran. *International Soil and Water Conservation Research*, 7(1), 64-70. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2018.10.001>.
- ARANTES, L. T., CARVALHO, A. C. P., CARVALHO, A. P. P., LORANDI, R., MOSCHINI, L. E. & DI LOLLO, J. A. (2021). Surface runoff associated with climate change and land use and land cover in southeast region of Brazil. *Environmental Challenges*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100054>.
- ARANTES, L. T., ARANTES, B. H. T., SACRAMENTO, B. H., COSTA, H. F., OLIVEIRA, R. A., SIMONETTI, V. C., SILVA, D. C. C. & LOURENÇO, R. W. (2023). Application of spatial environmental indicators in the assessment of degradation potential of water resources in water basins. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(931). <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11499-w>.
- AYELE, G., HAYICHO, H. & ALEMU, M. (2019). Land use land cover change detection and deforestation modeling: in Delomena District of Bale zone, Ethiopia. *Journal of Environmental Protection*, 10(4). <https://doi.org/10.4236/jep.2019.104031>.
- BACANI, V. M., MACHADO DA SILVA, B. H., SOUZA AMEDE SATO, A. A., SAMPAIO, B. D. S., CUNHA, E. R., VICK, E. P., OLIVEIRA, V. F. R. & DECCO, H. F. (2024). Carbon storage and sequestration in a eucalyptus productive zone in the Brazilian Cerrado, using the Ca-Markov/Random Forest and InVEST models. *Journal of Cleaner Production*, 444, 142129. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142129>.
- Banco Mundial (2023). *Relatório sobre Clima e Desenvolvimento para o Brasil*. World Bank.

TONDATO ARANTES, L., PEREIRA DOS SANTOS, A., DE PAULA, A. L., DA SILVA JUNIOR, A. X. y DA CUNHA E SILVA, D. C. (2025). Transformações Espaciais e Ambientais no Uso da Terra em João Pinheiro (MG). Dinâmicas e Implicações para o Bioma Cerrado entre 1990 e 2020, 113-134.

- BARBOSA, F. L. R. (2021). Classificação do uso e cobertura da terra utilizando imagens SAR/Sentinel 1 no Distrito Federal, Brasil. *Sociedade e Natureza*, 33. <https://doi.org/10.14393/SN-v33-2021-55954>.
- BUSTAMANTE, M. M. C., NOBRE, C. A., SMERALDI, R., AGUIAR, A. P. D., BARIONI, L. G., FERREIRA, L. G., LONGO, K., MAY, P., PINTO, A. S. & OMETTO, J. P. H. B. (2012). Estimating greenhouse gas emissions from cattle raising in Brazil. *Climatic Change*, 115, 559-577. <https://doi.org/10.1007/s10584-012-0443-3>.
- Clark Labs (2024). *TerrSet: Geospatial Monitoring and Modeling System*. Clark University. Disponível em <https://clarklabs.org/terrset/>.
- COSTA, L. J. A., DANIELICHEN, V. H. de M., PEREIRA, O. A. & ANGELINI, L. P. (2024). Dinâmica da Conversão de Floresta Nativa Usando MapBiomas. *Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, 28(4), 521-524. Disponível em <https://ensaiosciencia.pgscogna.com.br/ensaioecienca/article/view/10763>.
- DUTTA, D., RAHMAN, A., PAUL, S. K., & KUNDU, A. (2019). Changing pattern of urban landscape and its effect on land surface temperature in and around Delhi. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(551). <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7645-3>.
- Embrapa (2018). *Indicadores agrícolas*. Embrapa Gado de Leite.
- Embrapa (2020). *Georreferenciamento dos pivôs centrais de irrigação no Brasil: ano base 2020*. Embrapa Milho e Sorgo.
- FAO (2019). FAOSTAT: FAO statistical databases. Disponível em <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.
- GUIMARÃES, D. P. & LANDAU, E. C. (2020). *Georreferenciamento dos Pivôs Centrais de Irrigação no Brasil: Ano Base 2020*. Embrapa Milho e Sorgo.
- IBGE (2022). *Censo Demográfico 2022: Resultados preliminares*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/joao-pinheiro.html>.
- IBGE (2024). *Pesquisa da Pecuária Municipal e Produção Agrícola Municipal 2023*. Agência IBGE Notícias. Disponível em <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/>.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2020). *TerraBrasilis: portal de monitoramento de desmatamento*. Disponível em <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/map/deforestation?hl=pt-br>.
- JARDIM, M. H. A. & BURSZTYN, M. (2015). Pagamento por serviços ambientais na gestão de recursos hídricos: o caso de Extrema (MG). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 20(3), 353-360. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522015020000106299>.
- KHALIL, M. M. E., KHODARY, S. M., YOUSSEF, Y. M., ALSUBAIE, M. S. & SALLAM, A. (2022). Geo-environmental hazard assessment of archaeological sites and archaeological domes—Fatimid tombs—Aswan, Egypt. *Buildings*, 12. <https://doi.org/10.3390/buildings12122175>.
- LIZCANO TOLEDO, M. V., LOURENÇO, R. W. & CUNHA E SILVA, D. C. (2024). Study of land uses in the Sorocabuçu River watershed, Ibiúna-SP (Brazil) for the evaluation

- of eligible areas in MDL projects. *Cuadernos De Investigacion Geografica*, 50, 1-20. <https://doi.org/10.18172/cig.6052>.
- LOURENÇO, R. W., SALES, J. C. A., ARANTES, L. T., SILVA, C. V. & SILVA, D. C. C. (2022). Reflexos ambientais do desenvolvimento e expansão das atividades humanas sobre a qualidade da água. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 15(1), 175-198. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.1.p176-198>.
- NERY, L. M., GOMES, G., NICOMEDES, N. P., CUNHA E SILVA, D. C. & SABONARO, D. (2024). Análise socioambiental de sistemas de integração: quais seus benefícios, desafios e oportunidades? *RISUS. Journal on Innovation and Sustainability*, 15, 177-192. <https://doi.org/10.23925/2179-3565.2024v15i2p177-192>.
- OLIVEIRA, R. A. de, NERY, L. M., ANDRADE, E. L., SIMONETTI, V. C., ARANTES, L. T., SANTOS, A. P., MARTINS, A. C. G. & SILVA, D. C. C. (2024). Methodological proposal for an ecological corridor and financial cost estimate: a way to help conserve biodiversity. *Journal For Nature Conservation*, 79, 126606. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2024.126606>.
- ONU Brasil (2023). *Banco Mundial: Relatório sobre clima e desenvolvimento para o Brasil*. Disponível em <https://brasil.un.org/pt-br/239808-banco-mundial-relatório-sobre-clima-e-desenvolvimento-para-o-brasil-2023>.
- RIZZO, F. A., SACRAMENTO, B. H., TONELLO, P. S. & SILVA, D. C. C. (2023). Proposta metodológica de identificação de áreas prioritárias para recuperação da bacia hidrográfica do córrego Pequiá (MA). *Revista Tecnologia e Sociedade*, 19, 33-54. <https://doi.org/10.3895/rts.v19n57.15589>.
- SALES, J. C. A., ARANTES, L. T., NERY, L. M., SANTOS, A. P., SILVA, D. C. C. & LOURENÇO, R. W. (2024). Spatial analysis of sediment transport by area of contribution of tributaries without vegetation cover in the Una River basin. *GeoFocus. International Review of Geographical Information Science and Technology*, 34, 45-62. <https://doi.org/10.21138/GF.856>.
- SANO, E. E., RODRIGUES, A. A., MARTINS, E. S., BETTIOL, G. M., BUSTAMANTE, M. M. C., BEZERRA, A. S., COUTO Jr., A. F., VASCONCELOS, V., SCHÜLER, J. & BOLFE, E. L. (2019). Cerrado ecoregions: A spatial framework to assess and prioritize Brazilian savanna environmental diversity for conservation. *Journal of Environmental Management*, 232, 818-828. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.108>.
- SANTOS, A. P., SIMIONATTO, H. H., ARANTES, L. T., SIMONETTI, V. C., OLIVEIRA, R. A. de, SALES, J. C. A. & SILVA, D. C. C. (2023). The influence of land use and land cover on surface temperature in a water catchment sub-basin. *Sociedade & Natureza*, 35(1). <https://doi.org/10.14393/SN-v35-2023-69161>.
- SANTOS, A. P., ARANTES, L. T., PAULA, A. L. de & SILVA, D. C. C. (2024a). Avaliação da expansão agropecuária como forma de indicador de degradação ambiental na mesorregião Noroeste do estado de Minas Gerais, Brasil. *GeoFocus, Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 33, 7-26. <http://dx.doi.org/10.21138/GF.839>.

- SANTOS, A. P., SIMIONATTO, H. H., ARANTES, L. T., SALAS, A. P. S., & DA CUNHA E SILVA, D. C. (2024b). Relación espacio-temporal de la temperatura superficial con el tipo de cobertura y uso del suelo, en los barrios del municipio de Paracatu, Minas Gerais, Brasil. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 44(1), 235-249. <https://doi.org/10.5209/aguc.94211>.
- SANTOS, A. P., SILVA JUNIOR, A. X., NERY, L. M., GOMES, G., TONIOLO, B. P., SILVA, D. C. C. & LOURENÇO, R. W. (2025a). Random forest algorithm applied to model soil textural classification in a river basin. *Environmental Monitoring and Assessment*, 197(330). <https://doi.org/10.1007/s10661-025-13786-0>.
- SANTOS, A. P., ARANTES, L. T., LIZCANO TOLEDO, M. V. & AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P. (2025b). Dinâmica temporal da expansão urbana na mesorregião Noroeste de Minas Gerais: Análise e tendências com o Índice de Expansão Urbana. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, 13(88). <https://doi.org/10.17271/23188472138820255602>.
- SHEN, Y., SU, Z.-W., MALIK, M. Y., UMAR, M., KHAN, Z., & KHAN, M. (2021). Does green investment, financial development and natural resources rent limit carbon emissions? A provincial panel analysis of China. *Science of The Total Environment*, 755, 142516. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142516>.
- SOUZA, C. M. Jr., SHIMBO, J. Z., ROSA, M. R., PARENTE, L. L., ALENCAR, A. A. C., RUDORFF, B. F. T., HASENACK, H., MATSUMOTO, M., FERREIRA, L. G., SOUZA-FILHO, P. W. M., OLIVEIRA, S. W., ROCHA, W. F., FONSECA, A. V. M., BALZANI, C. M., DINIZ, C. G., COSTA, D. A., MONTEIRO, D. P., ROSA, E. R., VÉLEZ-MARTIN, E. & AZEVEDO, T. R. (2020). Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian biomes with Landsat Archive and Earth Engine. *Remote Sensing*, 12(17). <https://doi.org/10.3390/rs12172735>.
- STRASSBURG, B., BROOKS, T., FELTRAN-BARBIERI, R., IRIBARREM, A., CROUZEILLES, R., LOYOLA, R., LATAWIEC, A. E., OLIVEIRA FILHO, F. J. B., SCARAMUZZA, C. A. de M., SCARANO, F. R., SOARES-FILHO, B. & BALMFORD, A. (2017). Moment of truth for the Cerrado hotspot. *Nature Ecology & Evolution*, 1(0099). <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0099>.
- TALUKDAR, S., SINGHA, P., MAHATO, S., SHAHFAD, PAL, S., LIOU, Y.-A., & RAHMAN, A. (2020). Land-use land-cover classification by machine learning classifiers for satellite observations—A review. *Remote Sensing*, 12(7), 1122. <https://doi.org/10.3390/rs12071135>.
- TAO, Y., TIAN, L., WANG, C. & DAI, W (2023). Simulation of land use change and its impact on carbon storage under multiple scenarios in the Nanjing Metropolitan Circle, China. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11, 1102015. <https://doi.org/10.3389/fevo.2023.1102015>.
- VARNIER, M. & WEBER, E. J. (2025). Evaluating the Accuracy of Land-Use Change Models for Predicting Vegetation Loss Across Brazilian Biomes. *Land*, 14(3), 560. <https://doi.org/10.3390/land14030560>.

TONDATO ARANTES, L., PEREIRA DOS SANTOS, A., DE PAULA, A. L., DA SILVA JUNIOR, A. X. y DA CUNHA E SILVA, D. C. (2025). Transformações Espaciais e Ambientais no Uso da Terra em João Pinheiro (MG). Dinâmicas e Implicações para o Bioma Cerrado entre 1990 e 2020, 113-134.

- YENGOH, G. T., DENT, D., OLSSON, L., TENGBERG, A. E. & TUCKER III, C. J. (2015). The use of the normalized difference vegetation index (NDVI) to assess land degradation at multiple scales. *Springer Briefs in Environmental Science*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-24112-8>.
- YOUSSEF, Y. M., GEMAIL, K. S., ATIA, H. M. & MAHDY, M. (2024). Insight into land cover dynamics and water challenges under anthropogenic and climatic changes in the eastern Nile Delta: Inference from remote sensing and GIS data. *Science of The Total Environment*, 913. Disponível em [10.1016/j.scitotenv.2023.169690](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169690).
- ZARANDIAN, A., MOHAMMADYARI, F., MIRSANJARI, M. M. & SUZIEDELYTÉ VISOCKIENÉ, J. (2023). Scenario modeling to predict changes in land use/cover using Land Change Modeler and InVEST model: A case study of Karaj Metropolis, Iran. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(273). <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10740-2>.

TONDATO ARANTES, L., PEREIRA DOS SANTOS, A., DE PAULA, A. L., DA SILVA JUNIOR, A. X. y DA CUNHA E SILVA, D. C. (2025). Transformações Espaciais e Ambientais no Uso da Terra em João Pinheiro (MG). Dinâmicas e Implicações para o Bioma Cerrado entre 1990 e 2020, 113-134.

TONDATO ARANTES, L., PEREIRA DOS SANTOS, A., DE PAULA, A. L., DA SILVA JUNIOR, A. X. y DA CUNHA E SILVA, D. C. (2025). Transformações Espaciais e Ambientais no Uso da Terra em João Pinheiro (MG). Dinâmicas e Implicações para o Bioma Cerrado entre 1990 e 2020, 113-134.

TONDATO ARANTES, L., PEREIRA DOS SANTOS, A., DE PAULA, A. L., DA SILVA JUNIOR, A. X. y DA CUNHA E SILVA, D. C. (2025). Transformações Espaciais e Ambientais no Uso da Terra em João Pinheiro (MG). Dinâmicas e Implicações para o Bioma Cerrado entre 1990 e 2020, 113-134.

TONDATO ARANTES, L., PEREIRA DOS SANTOS, A., DE PAULA, A. L., DA SILVA JUNIOR, A. X. y DA CUNHA E SILVA, D. C. (2025). Transformações Espaciais e Ambientais no Uso da Terra em João Pinheiro (MG). Dinâmicas e Implicações para o Bioma Cerrado entre 1990 e 2020, 113-134.

TONDATO ARANTES, L., PEREIRA DOS SANTOS, A., DE PAULA, A. L., DA SILVA JUNIOR, A. X. y DA CUNHA E SILVA, D. C. (2025). Transformações Espaciais e Ambientais no Uso da Terra em João Pinheiro (MG). Dinâmicas e Implicações para o Bioma Cerrado entre 1990 e 2020, 113-134.

TONDATO ARANTES, L., PEREIRA DOS SANTOS, A., DE PAULA, A. L., DA SILVA JUNIOR, A. X. y DA CUNHA E SILVA, D. C. (2025). Transformações Espaciais e Ambientais no Uso da Terra em João Pinheiro (MG). Dinâmicas e Implicações para o Bioma Cerrado entre 1990 e 2020, 113-134.

ARTÍCULO TEMA LIBRE

Uso de inteligencia artificial simbólica para entender comportamientos de mercado

Use of symbolic artificial intelligence for understanding market behaviour

Cristian Von Matuschka

Facultad de Ciencias Económicas y Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo
cvonmatuschka@ffyl.uncu.edu.ar

Fecha de recepción: 7/4/2025. Fecha de aceptación: 20/5/2025



URL de la revista: revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/cuyonomics

ISSN 2591-555X

Esta obra es distribuida bajo una Licencia Creative Commons
Atribución No Comercial – Compartir Igual 4.0 Internacional

Resumen

En esta investigación de corte experimental se compara la teoría económica con los resultados de una simulación construida usando agentes con inteligencia artificial simbólica. El objetivo es comprobar si esos mercados ficticios se corresponden con los preceptos de la teoría económica. Para ello se crearon diferentes iteraciones simulando monopolios, duopolios y oligopolios. En el caso de monopolio, los resultados muestran un comportamiento de los agentes concordante con la teoría económica. Los resultados relacionados al comportamiento de los agentes duopólicos y oligopólicos coinciden de manera parcial, ya que el modelo propuesto llega a sus límites técnicos.

Palabras clave: inteligencia artificial, simulación, aprendizaje reforzado, microeconomía

Abstract

In this experimental research, economic theory is compared with the results of a simulation constructed using agents with symbolic artificial intelligence. The aim is to check whether these fictitious markets correspond with the precepts of economic theory. Different iterations were created to simulate monopolies, duopolies and oligopolies. In the case of monopoly, the results show a behaviour of the agents which is consistent with economic theory. The results relating to the behaviour of the duopolic and oligopolic agents are partially consistent, because the proposed model reaches its technical limits.

Keywords: artificial intelligence, simulation, reinforced learning, microeconomy

Journal of Economic Literature (JEL): C71, C72, L12, L13

Introducción

La incertidumbre ha sido una característica constante en los mercados económicos a lo largo de la historia, ha desafiado tanto a individuos como a instituciones. Los ciclos económicos, las fluctuaciones en los precios, los cambios en la demanda y la oferta y los eventos imprevistos, como crisis financieras o pandemias, han puesto de manifiesto las limitaciones de los modelos económicos tradicionales para predecir y gestionar estos escenarios y la necesidad de nuevas soluciones (Agrawal et al., 2018). Durante décadas, la teoría económica ha operado bajo ciertos supuestos de racionalidad y estabilidad que, si bien proporcionan una base útil, han demostrado ser insuficientes en un entorno cada vez más complejo y dinámico.

En este contexto, la integración de nuevas tecnologías, como la inteligencia artificial (IA), el aprendizaje automático y el análisis de *big data*, ofrece una oportunidad única para actualizar estos modelos y dotarlos de una mayor capacidad predictiva y adaptativa (Brynjolfsson et al., 2014). Estas herramientas no solo permiten procesar grandes volúmenes de información en tiempo real, sino que también ofrecen la posibilidad de identificar patrones y relaciones que anteriormente escapaban a los enfoques económicos convencionales (Varian, 2010a). Esta investigación explora si las simulaciones basadas en IA simbólica son capaces de asistir en la explicación de fenómenos de mercado.

Estado del arte

Corresponde mencionar el estado del arte referido al objeto de estudio. A continuación, algunos avances relevantes y sus respectivos inconvenientes:

- ▶ **Políticas públicas:** se puede usar la IA para diseñar políticas públicas, pero las investigaciones futuras deberían escalarlas y calibrarlas para los datos del mundo real (Zheng, 2021).
- ▶ **Diseño de mercados:** la IA ayuda a los diseñadores con la eficiencia de los mercados; no obstante, existen fricciones clave en la economía tradicional que la IA debe tener en cuenta (Milgrom et al., 2018).
- ▶ **Decisiones de inversión y financiamiento:** Patel (2018) construye un modelo con IA simbólica que proporciona un reflejo decente del mercado financiero con un operador, pero no considera el efecto de otros operadores.

La presente investigación busca contribuir a la realización de modelos de microeconomía computacional usando IA simbólica. Se sostiene que los constantes avances tecnológicos pueden hacer posible la reducción de los inconvenientes previamente planteados. El creciente acceso a la potencia informática y las progresivas capacidades de la IA han permitido que los métodos de aprendizaje automático se vuelvan más precisos y robustos, superando significativamente a los métodos tradicionales (Qian, 2023).

Sobre el problema de la investigación

El problema de la investigación es aquel planteado por Fagiolo et al. (2007): la heterogeneidad de los modelos basados en agentes. Los autores sostienen que los aportes de dichos modelos al ámbito de la microeconomía son poco comparables entre ellos. La propuesta al respecto es un marco teórico que sirva de contraste a los resultados simulados. Los marcos teóricos de la microeconomía moderna se basan en resultados extraídos mediante la praxeología o mediante resultados empíricos. Dichos resultados son consensuados por ser entendidos como más cercanos a la economía humana, a diferencia de una economía basada en agentes computacionales. Esto se conoce como representatividad de agentes (Tilbury, 2023).

Con respecto al alcance del problema de investigación, el estudio se extiende a un experimento computacional en el que se compara la teoría microeconómica con los resultados de una simulación construida usando agentes con IA simbólica. El objetivo es comprobar si esos mercados ficticios se corresponden con los preceptos teóricos de la disciplina. El estudio se limita a estudiar diferentes iteraciones construidas para simular monopolios, duopolios y oligopolios.

Diseño de la investigación

El diseño planteado para esta investigación es de tipo experimental. En él se definen y se administran diferentes estímulos destinados a agentes de una simulación cerrada o controlada. Se parte de la siguiente hipótesis: H_0 = los mercados ficticios, con agentes basados en inteligencia artificial simbólica, responden a los preceptos de la teoría económica.

Las variables de este estudio serán:

- los agentes intervenientes,
- el mercado a definir,
- el contexto con el cual operará el mercado,
- los recursos con los que se cuenta, y
- los objetivos que persiguen los agentes.

La estructura general del trabajo consiste en definir qué se entiende por cada variable según la teoría económica consensuada y cómo esas variables se trasladan al mundo de la IA simbólica.

La IA simbólica en este estudio

Dentro de los conceptos asociados a la inteligencia artificial se encuentra la IA simbólica, también conocida como inteligencia artificial clásica o inteligencia artificial basada en la lógica (Garnelo et al., 2019; Thomason, 2024). Este es el término paraguas de los métodos de investigación en IA basados en representaciones de problemas, lógicas y búsquedas, usando símbolos legibles por humanos (Garnelo et al., 2019). La IA simbólica usa herramientas como programación lógica, reglas de producción, redes y marcos semánticos, y ha desarrollado aplicaciones tales como sistemas basados en el conocimiento (sistemas expertos, matemáticas simbólicas, demostradores de teoremas automatizados, ontologías, la red semántica y sistemas automáticos de planificación). El paradigma de la IA simbólica permitió avances en búsqueda, sistemas multiagentes y las ventajas y desventajas del conocimiento formal asociado a sistemas de razonamiento.

La parte medular de este escrito comprende, entonces, las siguientes secciones:

- ▶ Sobre los agentes: donde se retrata el funcionamiento teórico/práctico de los agentes intervenientes en la simulación.
- ▶ Definición del mercado: donde se explica la diferencia entre mercado teórico y mapa.
- ▶ Relación con el contexto: la explicación de la relación entre el agente y su entorno.
- ▶ Recursos disponibles: donde se explica la diferencia entre recursos y recompensas.
- ▶ Tipos de objetivos: donde se definen los objetivos económicos de los agentes.
- ▶ Armado del experimento: explicación de las herramientas usadas para la simulación.
- ▶ Resultados del experimento: explicación y análisis de las figuras obtenidas.

Sobre los agentes

En la teoría económica una empresa se define como una organización que coordina y combina diferentes recursos, como el capital, la mano de obra y la tecnología, con el objetivo de producir bienes o servicios para satisfacer las necesidades del mercado (Varian, 2010b). Una empresa tiene varias funciones clave (Pindyck, 2018):

- ▶ Producción y/o venta de bienes y servicios.
- ▶ Maximización de beneficios: implica buscar la forma más eficiente de producir

al menor costo posible y vender al precio más alto que los consumidores estén dispuestos a pagar.

- ▶ Toma de decisiones estratégicas sobre producción, precios, inversión, contratación de empleados, etc., para mantenerse competitiva en el mercado.
- ▶ Asignación eficiente de recursos: las empresas buscan asignar los recursos de la manera más eficiente posible, es decir, combinando los factores productivos de una manera que minimice los costos y maximice la producción.

En IA se habla de agentes artificiales o, simplemente, agentes. Los agentes son entidades que reciben información sobre el estado del entorno y pueden elegir diferentes acciones con el fin de influenciar en el estado (Albrecht et al., 2024). Cada agente puede tener diferentes conocimientos previos sobre el entorno, tales como los posibles estados que el entorno puede poseer y cómo ese entorno puede ser afectado por el agente. Cabe aclarar que los agentes están orientados hacia objetivos, en el sentido de que pueden tener objetivos específicos y pueden escoger sobre un set de acciones para llegar a cumplirlos. Estos objetivos podrían ser llegar a cierto estado o maximizar ciertas cantidades como, por ejemplo, ingresos. En el aprendizaje por refuerzo multiagente esos objetivos están definidos por funciones de recompensas que especifican señales de recompensas recibidas luego de tomar ciertas acciones en determinados estados. El término política se refiere a una función usada por el agente para la selección de acciones (o asignar probabilidades de selección de cada acción) dado un estado actual del entorno. En caso de que el entorno sea parcialmente observado por el agente, la política podría estar condicionada en las observaciones actuales y pasadas del agente.

En la simulación usada en este experimento se recurrió a agentes con IA simbólica previamente creados por el motor OpenRA (2025). Este *software* libre está basado en la saga de juegos de estrategia en tiempo real *Command & Conquer*, desarrollados por Electronic Arts. OpenRA usa una licencia GPL3, lo cual significa que puede hacerse cualquier modificación sin pedido de autorización. Dicho *software* necesitó de varias modificaciones para esta investigación. Todos los recursos de OpenRA se encuentran disponibles en el OpenRA Resource Center (2025). Se entiende por recursos a aquellos mapas y modificaciones correspondientes al motor. En el caso de este estudio se usaron:

- ▶ Para monopolio y duopolio el mapa *desertrats*, accesible en <https://resource.openra.net/maps/19748/>.
- ▶ Para oligopolio el mapa *code19*, accesible en <https://resource.openra.net/maps/58280/>.

En lo que respecta al funcionamiento de funciones de recompensa de los agentes que usa el motor, existe documentación generada automáticamente bajo el repositorio *Traits* disponible en la OpenRA Documentation (2025).

En la simulación, los agentes representan a las empresas. Cada agente es una empresa que sigue las políticas de producción e inversión en comercialización, a diferen-

cia del original que trata de asentamientos de ejércitos donde se consume energía y amplía la tropa. A modo de síntesis se elabora la siguiente tabla comparativa.

Tabla 1. Comparación de conceptos: empresa vs. agente

Teoría económica	IA simbólica	
Empresa	Agente	Simulación
Producción	Direccionados por objetivos	Cantidad de agentes a definir
Maximización de beneficios	Conocimiento previo	Incentivos basados en maximizar ingresos
Toma de decisiones	Políticas	Políticas de producción e inversión en comercialización
Asignación eficiente de recursos	-	-

Fuente: elaboración propia con base en datos de Varian (2010b) y Albrecht et al. (2024).

Definición del mercado

Según la teoría económica, un mercado se define como un conjunto de mecanismos o instituciones que permiten a los compradores y vendedores interactuar para intercambiar bienes, servicios o factores productivos, como trabajo y capital. Es un espacio (físico o virtual) en el que se determina el precio y la cantidad de los productos en función de la oferta y la demanda (Samuelson et al., 2010).

Algunos elementos relevantes para esta investigación incluyen (Mankiw, 2018):

- ▶ Oferta y demanda: la demanda representa la cantidad de bienes o servicios que los consumidores están dispuestos a comprar a un precio determinado, mientras que la oferta refleja la cantidad que los productores están dispuestos a vender. El precio se determina en el punto en que la cantidad demandada iguala a la cantidad ofrecida, es decir, el equilibrio de mercado.
- ▶ Competencia: según el nivel de competencia entre los participantes los mercados se clasifican en distintos tipos:
 - Competencia perfecta: muchos compradores y vendedores, productos homogéneos, libre entrada y salida del mercado y perfecta información. Ningún agente tiene poder sobre el precio.
 - Monopolio: un solo vendedor que controla el precio y la cantidad ofrecida.
 - Oligopolio: pocos vendedores que pueden influir sobre el mercado.
 - Competencia monopolística: muchos vendedores ofrecen productos diferenciados.
- ▶ Información: en los mercados ideales de competencia perfecta se asume que los participantes tienen información perfecta, es decir, conocen todos los precios y

productos. Sin embargo, en la realidad, los mercados suelen tener información imperfecta o asimétrica.

- ▶ Mecanismos de mercado: los mercados pueden funcionar de diferentes maneras según sus mecanismos de asignación y regulación. En algunos casos, los precios se determinan mediante subastas, en otros, mediante precios fijos o regulados.

En la inteligencia artificial se aplica la teoría de juegos estocásticos, que utiliza una jerarquía de modelos de juegos denominados *partially observable stochastic games* (POSG). Estos juegos estocásticos son un caso especial en el que las decisiones sobre los estados de cada agente son totalmente observables (Albrecht et al., 2024). Dentro de esta categoría se encuentran aquellos casos especiales donde hay un solo agente en un proceso de decisión que usa procesos de decisión de Márkov y juegos repetidos de forma normal. A modo de síntesis se utiliza la siguiente figura.

Figura 1. Diferentes tipos de juegos según la cantidad de agentes y estados



Fuente: modificado de Albrecht et al. (2024).

En la simulación construida en este trabajo se usa el modelo POSG para interactuar con un mapa. El mapa es la representación virtual del mercado. En él interactúan los agentes entre ellos y con los recursos. En ese mapa los precios de los recursos son fijos durante la duración del juego. Ese mapa puede acoger desde una situación monopólica hasta una oligopólica de 12 agentes. La siguiente tabla comparativa muestra los conceptos clave de la teoría económica y la IA simbólica.

Tabla 2. Comparación de conceptos: mercado vs. mapa

Teoría económica	IA simbólica	
Mercado	Teoría de juegos estocásticos	Simulación
Oferta y demanda	Proceso de decisión de Márkov	Mapa simétrico
Competencia	POSG	Precios fijos
Información	Juegos repetidos de forma normal	Recursos variables
Mecanismos de mercado	-	Cantidad variable de agentes

Fuente: elaboración propia con base en datos de Varian (2010b) y Albrecht et al. (2024).

La relación con el contexto

Según la teoría económica, los agentes económicos (individuos, empresas, gobiernos y el sector externo) están en constante interacción con su contexto. Un contexto abarca diversos factores sociales, políticos, tecnológicos y económicos. Estas son algunas de las principales relaciones que los agentes económicos tienen con su contexto (Todaro et al., 2020):

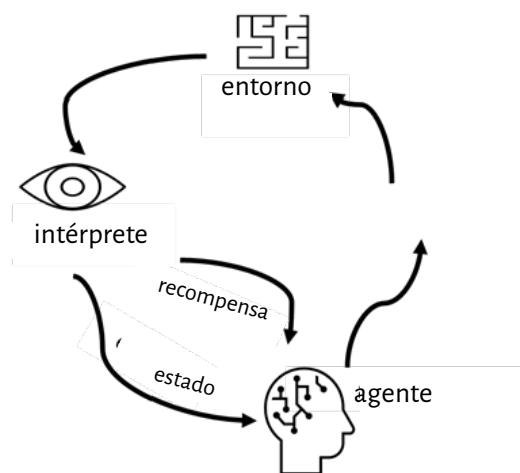
1. Contexto social: preferencias y hábitos de consumo determinados por diversos factores, tales como demografía, educación, cultura y ética.
2. Contexto político institucional: las políticas públicas (fiscales, regulatorias, monetarias, laborales, comerciales, judiciales, etc.) influyen en las decisiones económicas.
3. Contexto tecnológico: la innovación y el progreso tecnológico influyen directamente en la eficiencia y en la productividad de las empresas.
4. Contexto económico: los agentes económicos se ven afectados por las fluctuaciones de la economía (expansión o recesión). El acceso al financiamiento y el estado del mercado financiero (tasas de interés, disponibilidad de crédito) impactan las decisiones de inversión y gasto. Las condiciones macroeconómicas, como la inflación o el desempleo, afectan el poder adquisitivo de los individuos y la demanda general en la economía.
5. Contexto internacional: las relaciones comerciales, las inversiones extranjeras y los flujos de capital entre países influyen en las economías domésticas. Las fluctuaciones en el tipo de cambio influyen en las decisiones de exportación e importación, así como en la competitividad de los productos nacionales en los mercados globales. La existencia de tratados comerciales y las barreras arancelarias o protecciónistas afectan el comportamiento de los agentes económicos, especialmente de las empresas que operan internacionalmente.

En el caso de la IA, el contexto se relaciona con el entorno en el que se desempeña el modelo. Ese entorno está planteado típicamente por un proceso de decisión de Márkov, ya que varios algoritmos de aprendizaje reforzado usan técnicas de pro-

gramación dinámica (Van Otterlo et al., 2012). La diferencia principal entre los métodos clásicos de programación dinámica y los algoritmos de aprendizaje reforzado es que estos últimos no asumen un conocimiento de un modelo matemático exacto del proceso de decisión de Márkov y apuntan a procesos grandes, que no pueden ser abordados por modelos exactos (Li, 2023).

En un escenario típico de aprendizaje profundo el agente toma acciones del entorno, las cuales son interpretadas como una recompensa y un estado de representación es retroalimentado al agente. La figura 2 ilustra el funcionamiento de un agente en relación con su entorno.

Figura 2. Funcionamiento de un agente en relación con su entorno en un modelo de aprendizaje reforzado



Fuente: elaboración propia con base en datos de Albrecht et al. (2024).

En la simulación se procedió a otorgar recompensas asignadas por la inversión en comercialización. Además, los agentes no sabían exactamente dónde se encontraban los recursos necesarios para producir. El mapa consiste en una economía cerrada (no hay comercio exterior). Las políticas estatales no cambian durante el juego. La dotación inicial de recursos para cada agente se define antes de comenzar dicha simulación. El acceso a tecnologías es progresivo, esto es, a medida que el agente invierte en ellas se desbloquean. El precio de las tecnologías es fijo y no se discrimina por agente. A modo de síntesis se elabora la siguiente tabla comparativa.

Tabla 3. Comparación de conceptos: contexto vs. estados

Teoría económica	IA simbólica	
Contexto	Entorno	Simulación
Social	Acción	Estado inicial definido
Político	Recompensa	Búsqueda de recursos
Tecnológico	Estado	Desbloqueo progresivo de tecnologías
Económico	Intérprete	Recompensas, precios fijos de tecnologías
Internacional	-	Economía cerrada

Fuente: elaboración propia con base en datos de Varian (2010b) y Albrecht et al. (2024).

Los recursos disponibles

Según la teoría económica, los agentes económicos (individuos, empresas, gobiernos y el sector externo) disponen de diversos recursos que les permiten llevar a cabo sus actividades y tomar decisiones. Estos recursos se dividen generalmente en las siguientes categorías principales:

1. Mano de obra: la capacidad de los individuos para ofrecer su trabajo a cambio de un salario es uno de los recursos más importantes en la economía. El trabajo incluye tanto habilidades físicas como intelectuales, que pueden variar en función de la educación, la capacitación y la experiencia (Becker, 1994).
2. Tierra y recursos naturales: incluye la tierra física y los recursos que proporciona, como agua, minerales, bosques, petróleo, gas y otros insumos naturales que se utilizan en la producción de bienes y servicios. Los recursos naturales son limitados y, en muchos casos, no renovables, lo que los convierte en un factor crítico en la economía (Tietenberg et al., 2018).
3. Dinero: un recurso esencial para los individuos y las empresas, ya que se utiliza como medio de intercambio, unidad de cuenta y reserva de valor. Permite la compra de bienes y servicios, así como la inversión en proyectos productivos (Mishkin, 2019).
4. Maquinaria y equipo: el capital físico incluye todos los bienes duraderos que se utilizan en el proceso de producción, como máquinas, herramientas, fábricas y tecnología. Estos recursos permiten a las empresas producir bienes y servicios de manera eficiente (Jorgenson, 1967).

Cuando se habla de aprendizaje reforzado, el modelo de proceso de decisión de Márkov tiene como objetivo que el agente en cuestión aprenda un camino óptimo (o casi óptimo) que maximice su función de recompensa (Russell et al., 2010). Es un proceso similar al que ocurre en la psicología animal, optimizando la función objetivo implica un manejo correcto de los recursos disponibles (Lee et al., 2012).

Para el experimento de esta investigación se usó un mapa con recursos que se regeneran a medida que pasa el tiempo de juego. Los recursos existentes son:

- ▶ Mano de obra: el acceso a ella es ilimitado mientras se cumpla con el tiempo y el dinero asignado.
- ▶ Dinero: representado en una moneda ficticia que mide la inversión inicial, inversión en producción, en comercialización y beneficios.
- ▶ Tierra: espacio limitado por la extensión del mapa para las instalaciones de la empresa.
- ▶ Tecnología: accesible mediante inversiones progresivas de tiempo y dinero.
- ▶ Tiempo: la producción, esto es, la construcción, la contratación de mano de obra y tecnologías, y la comercialización consumen tiempo. Se mide el tiempo total de juego.
- ▶ Sistema institucional sin incertidumbre: la IA simbólica no puede transgredir las reglas de juego. Es importante destacar que durante una partida no hay intervenciones aleatorias de clima, ciclos económicos, inflación o demás factores que ocurren en la economía real. Tampoco existe intervención del investigador durante el juego para orientar a los agentes.

A modo de síntesis se elabora la siguiente tabla comparativa.

Tabla 4. Comparación de conceptos: recursos vs. recompensas

Teoría económica	IA simbólica	
Recursos	Recompensas	Simulación
Mano de obra	Proceso de decisión de Márkov	Mano de obra
Tierra y recursos naturales	Función de recompensa	Dinero
Dinero	Búsqueda de equilibrio matemático	Tierra
Maquinaria y equipos	-	Tecnología
-	-	Tiempo
-	-	Sistema institucional

Fuente: elaboración propia con base en datos de Varian (2010b) y Albrecht et al. (2024).

Tipos de objetivos

Según la teoría económica, los agentes económicos (no solo organizaciones, sino también individuos) persiguen diferentes objetivos dependiendo de su rol dentro del sistema económico. A continuación, se describen los objetivos principales de cada agente.

Tabla 5. Objetivos principales por agente económico

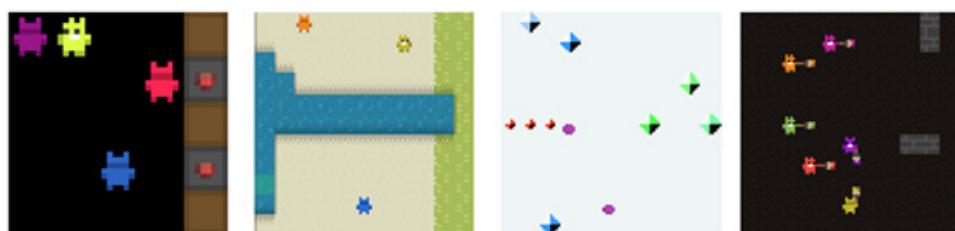
Agente económico	Objetivos principales	
Consumidores (Blanchard, 2017)	Maximización de la utilidad, seguridad económica, equilibrio entre trabajo y ocio y optimización del ingreso disponible	
Organizaciones (Krugman et al., 2018)	Con fines de lucro	Maximización del beneficio, minimización de costos, innovación, responsabilidad organizacional y maximización de la cuota de mercado
	Gobierno	Crecimiento económico, pleno empleo, estabilidad de precios, distribución equitativa de la riqueza y desarrollo sostenible
	Sector externo	Balanza comercial equilibrada, atracción de inversión extranjera, competitividad internacional y estabilidad de la moneda
	Sin fines de lucro	Maximización de beneficios sociales, minimización de costos, responsabilidad organizacional y desarrollo sostenible

Fuente: elaboración propia con base en datos de Blanchard (2017) y Krugman et al. (2018).

En IA existen aplicaciones construidas en función de sus objetivos de juego. Melting Pot (Leibo et al., 2021) es una colección de más de 50 juegos diferentes que involucran múltiples agentes basados en DeepMind Lab2D (Beattie et al., 2020). Algunos ejemplos de juegos pueden observarse en la figura 3. Las tareas en Melting Pot varían según la cantidad de agentes en el juego. Sus objetivos consisten en:

- ▶ competencia de suma cero,
- ▶ cooperación completa con recompensa conjunta, y
- ▶ juegos de objetivos mixtos.

Figura 3. Capturas de pantalla de juegos seleccionados (de izquierda a derecha *Collaborative Cooking*, *Clean-up*, *Chemistry*, *Territory*)



Fuente: modificado de Albrecht et al. (2024).

Las tareas en esos juegos son parcialmente observables y los agentes las desarrollan observando una imagen parcial (RGB de 88 x 88 píxeles) del entorno. El espacio de acción es discreto, con agentes que tienen seis acciones de movimiento para todas sus tareas: movimiento de avance, retroceso, laterales, con direcciones derecha o izquierda y, potencialmente, acciones adicionales según lo requiera cada tarea.

En el caso de *Collaborative Cooking*, los agentes necesitan cocinar un plato juntos. La tarea puede tener diferentes versiones que varían según el armado de la cocina, y así requiere cooperación y especialización de los agentes. Otro ejemplo es el de *Clean up*, donde siete agentes pueden recolectar manzanas en un entorno que los premia. La probabilidad de aparición de las manzanas depende de la limpieza de un río por parte de los agentes. En *Chemistry* los agentes transportan moléculas en un entorno en el que, según cómo se combinen, se generan nuevas moléculas. El juego *Territory* consiste en agentes que necesitan capturar recursos para eliminar agentes enemigos.

En la simulación planteada se construyeron los siguientes objetivos:

- ▶ Maximización de beneficios: la IA simbólica deberá hacer uso de los recursos definidos previamente para aumentar sus ingresos medidos en la moneda ficticia del juego. Simil *Clean-up*.
- ▶ Dominación del mercado: en caso de competencia los agentes quieren aumentar su cuota de mercado. Simil *Territory*.

Armado del experimento

Para construir el experimento se usaron las siguientes herramientas de *software*:

- ▶ OpenRA: el motor en el que corre el modelo de agentes, mapas, políticas y demás componentes.
 - ▶ Windows 10 Pro: sistema operativo que corre el motor de juego.
 - ▶ Microsoft Office: para diseño, captura y escritura de los resultados.
- En cuanto al *hardware* usado:
- ▶ Intel Core i5-12400 2.50 GHz.
 - ▶ 32 GB de memoria RAM DDR4.
 - ▶ Disco de 1 TB M2.

Para adaptar el *software* se plantearon modificaciones en los indicadores de desempeño del juego base. Esto es, se reemplazó la parte de ejército por la comercial y se definió a cada agente como una empresa, en vez de un ejército asociado a un país. Se llevó a cabo un testeo que descartó varias iteraciones y llevó a reformular los indicadores. Los resultados aquí publicados son aquellos considerados relevantes para este estudio.

Los indicadores de resultados generales en todos los casos fueron los siguientes.

- ▶ Inversión inicial: ese valor, definido en moneda ficticia, se otorga al comienzo del juego. Es un valor estático.

- ▶ # de agentes: representa la cantidad de empresas que participan en el juego. Se define también antes de comenzar. Es un valor estático.
- ▶ Ventaja impositiva: se define como el porcentaje de impuestos que le cobrará el Estado ficticio a dicha empresa. El rango es de 0 % a 100 %. El Estado puede aplicar políticas individuales que afectan solo a un agente. No puede cambiarlas durante la partida de juego. Es un valor estático.
- ▶ Tiempo total: se entiende como el tiempo comprendido desde el lanzamiento exitoso del juego hasta el momento en que termina la simulación. El fin de la simulación puede estar dado de manera automática (todos los objetivos han sido cumplidos) o de manera manual (se termina la simulación debido a algún inconveniente). Es un valor estático.

Los indicadores de resultados específicos están relacionados con la producción y comercialización de la empresa a simular.

- ▶ Dinero en efectivo: el agente dispone de un número entero basado en una moneda ficticia. Es un valor dinámico.
- ▶ Beneficios: también se representan en moneda ficticia; se calculan sumando todos los ingresos y restando todos los costos de la simulación. Es un valor dinámico.
- ▶ Ingresos: son aquellos importes generados por la venta de los productos en moneda ficticia. Es un valor dinámico.
- ▶ Activos: es el valor en moneda ficticia de los activos pertenecientes a la empresa.
- ▶ Gastos: son aquellos egresos en moneda ficticia que pueden ser atribuidos a producción o comercialización. Es un valor dinámico.
- ▶ Valor de la empresa: es el valor en moneda ficticia de la empresa calculado por la cuota de mercado. Es un valor dinámico.

Esta simulación está centrada en el estudio de los agentes que toman decisiones empresariales. La función de consumo de las personas que compran el producto es fija. Esos consumidores no distinguen entre marcas ni reputación empresarial. Se acercaría a un mercado de *commodities*.

Resultados del experimento

Se simularon tres diferentes escenarios.

- ▶ Monopolio: un agente, explotación sin competencia del mercado, inversión inicial de \$ 5000.
- ▶ Igualdad de condiciones: dos agentes, competencia por los recursos y la participación de mercado. No hay diferencias en dotaciones ni discriminación impositiva. Inversión inicial de \$ 5000.
- ▶ Desigualdad de condiciones: dos agentes, competencia por los recursos y la participación de mercado. Hay diferencias en dotaciones y discriminación impositiva. Inversión inicial de \$ 5000.

En la tabla 6 se aprecian los resultados correspondientes a la simulación de un monopolio.

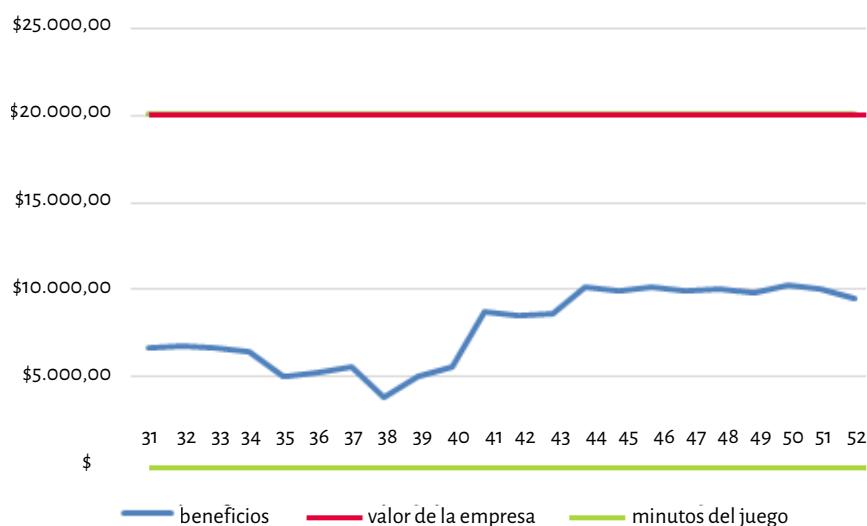
Tabla 6. Resultados finales de la simulación “monopolio”

Ventaja impositiva	o %	Tiempo total	00:52:00
Beneficios	\$ 333 250	Activos	\$ 72 700
Dinero en efectivo	\$ 227 521	Ingresos	\$ 10 000
Gastos	\$ 109 950	Valor de la empresa	\$ 20 100

Fuente: elaboración propia con base en estadísticas de cierre de simulación en OpenRA (2025).

En este modelo no se aplicó ninguna ventaja impositiva debido a que se trataba de un solo agente. También se puede observar en la tabla que el tiempo total fue de 52 minutos. Se canceló manualmente la simulación, ya que ella no tenía fin debido a la estabilización de valores y regeneración de recursos.

Figura 4. Valor de la empresa monopolista y sus beneficios en el tiempo



Fuente: elaboración propia con base en estadísticas de cierre de simulación en OpenRA (2025).

Durante el desarrollo del juego el valor de la empresa monopolista y sus beneficios se estabilizaron a la mitad del tiempo, como muestra la figura 4. Al parecer, el agente no ve incentivos en aumentar su producción utilizando todo el mapa y se “estanca” en las cercanías de su área inicial. Según la teoría económica, y teniendo en cuenta los resultados de esta investigación, se puede afirmar que para el caso del monopolio se cumple con todos los fenómenos de la teoría económica (tabla 7).

Tabla 7. Comparación entre teoría económica y simulación (monopolio)

Fenómeno	Teoría económica	Simulación
Producción reducida	Se cumple	Se cumple
Pérdida de eficiencia	Se cumple	Se cumple
Falta de innovación y calidad	Se cumple	Se cumple
Barreras de entrada	Se cumple	Se cumple

Fuente: elaboración propia con base en Mas-Colell et al. (1995) y resultados de OpenRA (2025).

La producción reducida se da cuando un monopolista tiende a producir una cantidad menor de bienes o servicios en comparación con un mercado competitivo, ya que maximizará sus beneficios a través de la restricción de la oferta, lo que genera una escasez relativa (Mas-Colell et al., 1995). En la simulación esto se ve cuando comienza a estancarse en sus inversiones y deja de explotar los recursos del mapa.

La pérdida de eficiencia en un monopolio ante la falta de competencia (agentes rivales) puede resultar en una asignación ineficiente de recursos, ya que el monopolista no tiene incentivos para minimizar costos o mejorar la calidad. Esto va de la mano con las inversiones en tecnología o innovación. Al no tener competencia, los monopolistas pueden tener menos incentivos para innovar o mejorar la calidad de los productos o servicios que ofrecen, ya que no enfrentan presiones externas para hacerlo (Mas-Colell et al., 1995). En la simulación no hay inversión ardua en tecnologías, como sí se podrá ver en próximas iteraciones.

Por último, las barreras de entrada de las que disfrutan los monopolios pueden incluir costos de capital elevados, control exclusivo sobre recursos clave o poder político (Mas-Colell et al., 1995). Esto puede dificultar que otras empresas entren en el mercado para competir. Dicha situación se observa en la simulación y se trata de apalancar en las futuras iteraciones.

Tabla 8. Resultados finales de la iteración 1 “igualdad de condiciones”

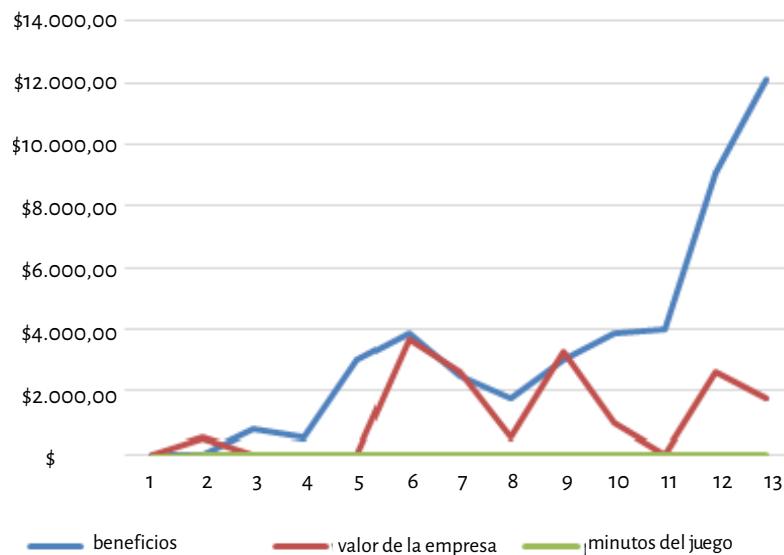
Ventaja impositiva	o %	Tiempo total	00:11:41
Beneficios	Agente 1: \$ 81 270	Activos	\$ 39 900
	Agente 2: \$ 66 549		\$ 0
Dinero en efectivo	Agente 1: \$ 1531	Ingresos	\$ 8327
	Agente 2: \$ 683		\$ 3327
Gastos	Agente 1: \$ 84 739	Valor de la empresa	\$ 12 100
	Agente 2: \$ 70 866		\$ 1800

Fuente: elaboración propia con base en estadísticas de cierre de simulación en OpenRA (2025).

Para el caso de la igualdad de condiciones de los agentes se necesitaron tres iteraciones y se simuló un duopolio a la Nelson (Kamien y Schwartz, 1982). Estas simulaciones fueron usadas para poder determinar indicadores promedio con el fin de comparar los casos de manera más justa.

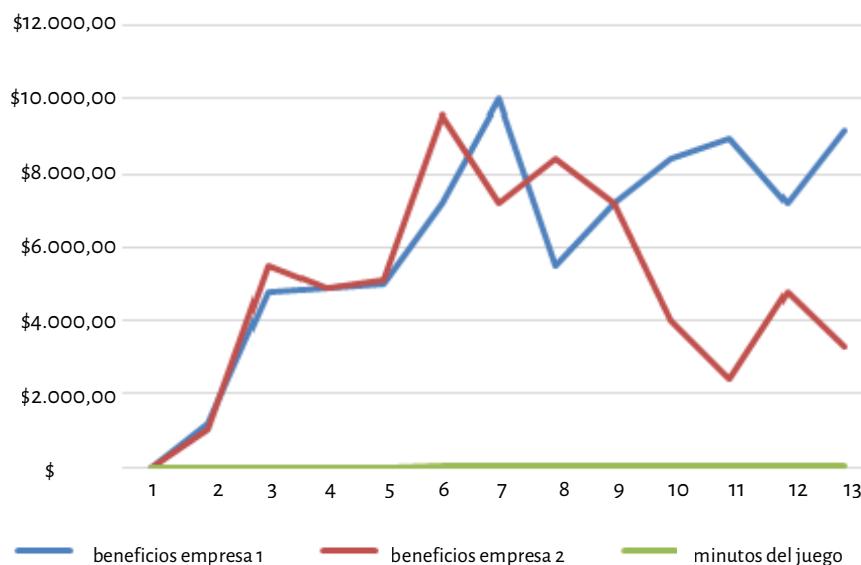
En la tabla 8 se ven los resultados de ambos agentes. El agente 1 lleva el color azul y el agente 2 posee color naranja. Aquel agente que al finalizar el juego posee 0 activos, en este caso el agente 2, es aquel que fue a la quiebra.

Figura 5. Valor de las empresas en el tiempo (iteración 1)



Fuente: elaboración propia con base en estadísticas de cierre de simulación en OpenRA (2025).

Figura 6. Beneficios de las empresas en el tiempo (iteración 1)



Fuente: elaboración propia en base a estadísticas de cierre de simulación en OpenRA (2025).

En la figura 5, a partir del minuto 9, a la empresa 2 se le dificulta la competencia duopólica. En cuanto a los beneficios, la figura 6 muestra que la empresa 1 genera, hacia el final del juego, más del doble.

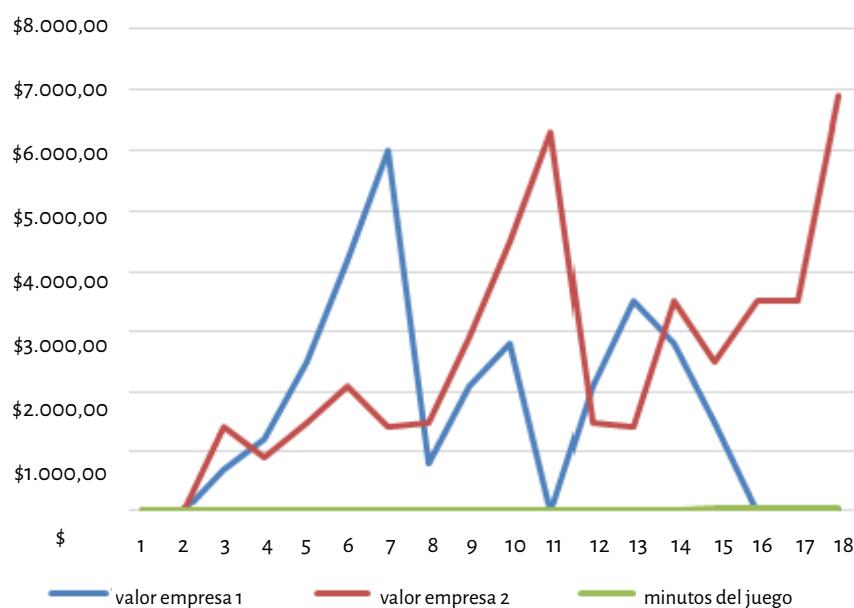
En la tabla 9 se muestran los resultados de la segunda iteración del duopolio, manteniendo el esquema de colores y gráficos previamente explicado.

Tabla 9. Resultados de la iteración 2 “igualdad de condiciones”

Ventaja impositiva	o %	Tiempo total	00:16:55
Beneficios	\$ 110 463	Activos	\$ 0
	\$ 108 218		\$ 34 850
Dinero en efectivo	\$ 363	Ingresos	\$ 445
	\$ 397		\$ 6740
Gastos	\$ 115 100	Valor de la empresa	\$ 0
	\$ 112 821		\$ 6900

Fuente: elaboración propia con base en estadísticas de cierre de simulación en OpenRA (2025).

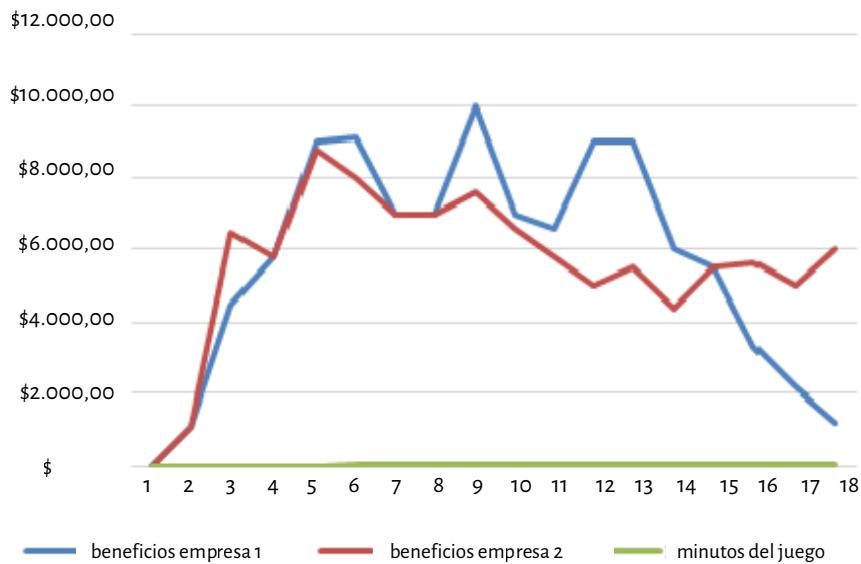
Figura 7. Valor de las empresas en el tiempo (iteración 2)



Fuente: elaboración propia con base en estadísticas de cierre de simulación en OpenRA (2025).

La figura 7 muestra cómo la empresa 1 pierde valor relativo en el minuto 8 y no lo logra recuperar. En la figura 8 se ve que la empresa 1, aun con altos beneficios, pierde su cuota ante una estable empresa 2.

Figura 8. Beneficios de las empresas en el tiempo (iteración 2)



Fuente: elaboración propia con base en estadísticas de cierre de simulación en OpenRA (2025).

Pasando a la tercera iteración, la tabla 10 muestra cómo cambiaron los resultados de la competencia duopólica.

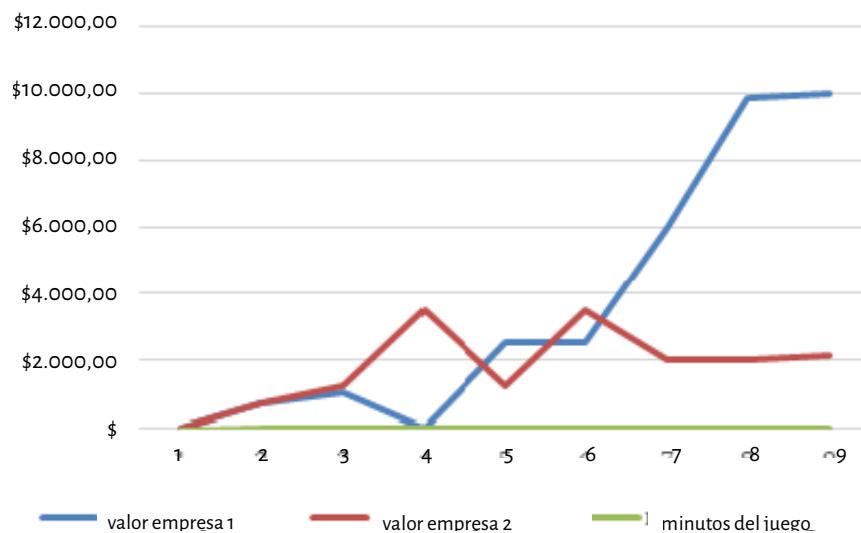
Tabla 10. Resultados de la iteración 3 “igualdad de condiciones”

Ventaja impositiva	0 %	Tiempo total	00:07:30
Beneficios	\$ 48 080	Activos	\$ 36 050
	\$ 29 804		\$ 0
Dinero en efectivo	\$ 1890	Ingresos	\$ 7935
	\$ 169		\$ 1240
Gastos	\$ 51 190	Valor de la empresa	\$ 10 000
	\$ 34 635		\$ 2100

Fuente: elaboración propia con base en estadísticas de cierre de simulación en OpenRA (2025).

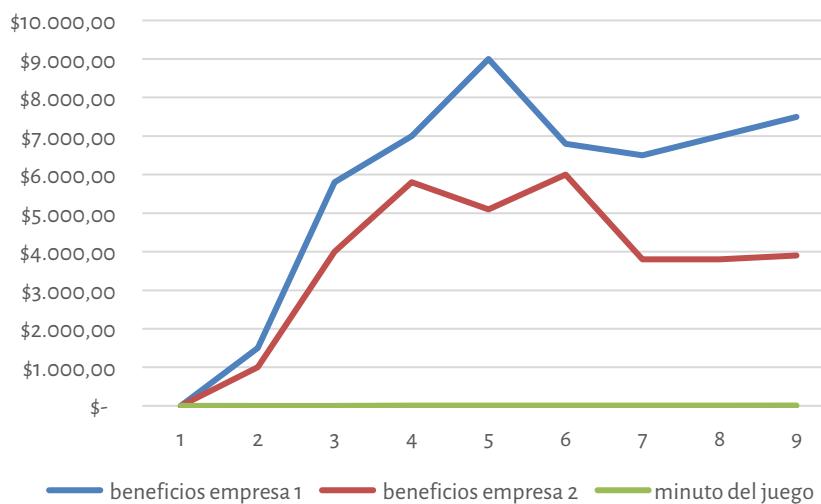
Las figuras 9 y 10 ilustran el valor de las empresas simuladas y sus beneficios.

Figura 9. Valor de las empresas en el tiempo (iteración 3)



Fuente: elaboración propia con base en estadísticas de cierre de simulación en OpenRA (2025).

Figura 10. Beneficios de las empresas en el tiempo (iteración 3)



Fuente: elaboración propia con base en estadísticas de cierre de simulación en OpenRA (2025).

La tabla 11 muestra los resultados consolidados de la simulación en “igualdad de condiciones”. Estos resultados se calculan con los promedios de iteraciones anteriores con el objetivo de obtener una información consistente.

Tabla 11. Resultados consolidados de la simulación en “igualdad de condiciones”

Ventaja impositiva	0 %	Tiempo promedio	00:11:45
Beneficios promedio	\$ 333 250	Activos promedio	\$ 25 316
	\$ 79 938		\$ 11 617
Dinero en efectivo promedio	\$ 1261	Ingresos promedio	\$ 5569
	\$ 416		\$ 3769
Gastos promedio	\$ 109 950	Valor de la empresa promedio	\$ 7367
	\$ 83 676		\$ 3600

Fuente: elaboración propia con base en estadísticas de cierre de simulación en OpenRA (2025).

En un mercado de duopolio, en el que dos empresas dominan el mercado, la teoría económica establece varios posibles resultados dependiendo del tipo de competencia que exista entre ellas. Los resultados más comunes se describen a través de modelos como el de Cournot y el de Bertrand (Pepall et al., 2008). Los resultados aparecen en la tabla 12.

Tabla 12. Comparación entre teoría económica y simulación (duopolio)

Fenómeno	Teoría económica	Simulación
Producción mayor	Se cumple	Se cumple
Competencia estratégica	Se cumple	Imposibilidad técnica del motor para incentivos estratégicos
Pérdida de eficiencia	Se cumple	Se cumple
Interdependencia	Se cumple	Se cumple
Acuerdos colusivos	Se cumple	Imposibilidad técnica del motor para crear agentes con incentivos colusivos

Fuente: elaboración propia en base a estadísticas de cierre de simulación en OpenRA (2025).

Al haber dos empresas en lugar de una la producción es mayor que en un monopolio, ya que ambas tratan de ganar cuota de mercado. Sin embargo, la cantidad producida es menor que en un mercado competitivo, donde las empresas tienden a producir hasta que el precio se iguala al costo marginal (Pepall et al., 2008). La simulación muestra, en los resultados consolidados, una explotación de recursos superior a la realizada durante el monopolio.

En un duopolio las empresas suelen competir en estrategias que afectan sus decisiones de precios y cantidades, como ocurre en el modelo de Cournot (competencia en cantidades) o en el de Bertrand (competencia en precios). En el primero, las empresas fijan cantidades y el precio se ajusta en función de estas, mientras que, en el segundo, las empresas fijan precios y compiten para atraer consumidores (Ka-

mien y Schwartz, 1982). Los precios son fijos por definición del modelo de simulación y, por ende, no se pueden observar resultados al respecto.

Aunque en un duopolio hay competencia, la eficiencia no es óptima como en un mercado perfectamente competitivo, donde el precio es igual al costo marginal. En un duopolio las empresas generalmente fijan precios por encima de los costos marginales, lo que conduce a una pérdida de eficiencia y bienestar social, similar al caso de un monopolio (Pepall et al., 2008). No se poseen datos para llegar a esta conclusión mediante una simulación. Desde el punto de vista técnico, el motor OpenRA llega hasta 12 agentes, cantidad que no podríamos considerar competencia perfecta.

Una característica clave de un duopolio es que las decisiones de cada empresa afectan directamente a las decisiones de la otra (interdependencia). Si una empresa decide bajar el precio o aumentar la producción, la otra puede reaccionar de manera similar, lo que crea una dinámica de interdependencia estratégica (Kamien y Schwartz, 1982). Los agentes en la simulación logran realizar estrategias comerciales consistentes en inversiones crecientes con el objetivo de captar una mayor cuota de mercado.

En algunos casos, la teoría económica afirma que las dos empresas pueden llegar a acuerdos informales o incluso formales para fijar precios o restringir la producción, lo que puede resultar en un comportamiento parecido al monopolio, con precios más altos y menor producción que en competencia perfecta (Pepall et al., 2008). Esto puede ser una forma de colusión, aunque en muchos países la colusión es ilegal. Esta opción no puede ser explorada bajo el modelo usado debido a limitaciones técnicas de las funciones de recompensas de cada agente.

Un duopolio en igualdad de condiciones y un monopolio bajo todos los supuestos planteados son mercados meramente ilustrativos. Por lo general, en las ciencias económicas es de interés que se tienda a una competencia perfecta. Por esa razón, se procede al caso de agentes ante desigualdad de condiciones. La desigualdad puede establecerse de diferentes maneras. Las usadas en este trabajo utilizan incentivos fiscales y diferentes inversiones iniciales, esto último simulando que una empresa quiera irrumpir en un monopolio existente y encuentre barreras de entrada (empresa ya instalada con mercado cautivo y una inversión inicial mayor).

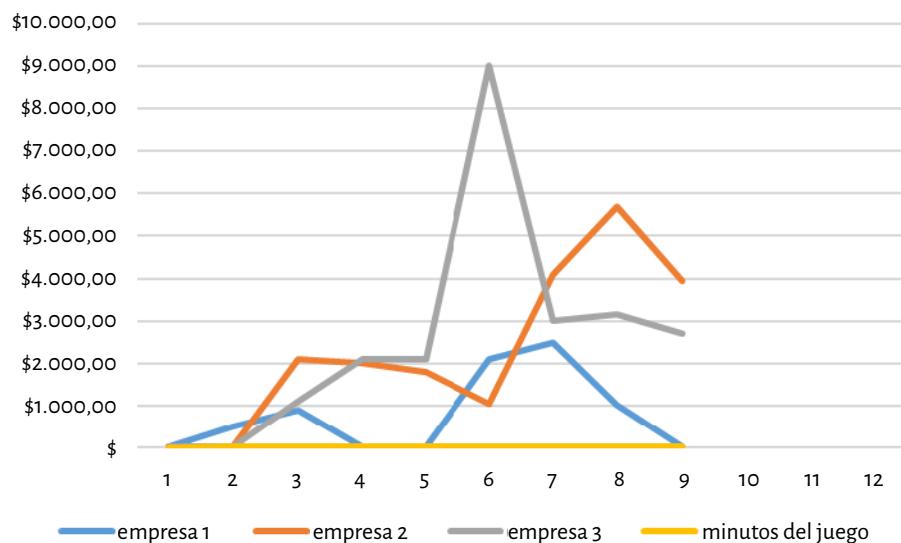
Tal como sucedió en el caso anterior de igualdad de condiciones, se necesitaron tres iteraciones para arribar a un resultado de compensación. Se intentó responder cómo se puede equiparar la situación de los agentes ante las desigualdades. Los agentes en cuestión fueron tres: dos de ellos (**naranja** y **gris**), trabajando en cooperación, el otro agente, recibiendo exenciones impositivas de variada índole. Este mercado se asemeja a una situación oligopólica. En la tabla 13 se aprecian las características de la primera iteración.

Tabla 13. Resultados de la iteración 1 “desigualdad de condiciones”

Carga impositiva	10 %	Tiempo total	00:08:13
Beneficios	\$ 52 271	Activos	\$ 0
	\$ 55 785		\$ 32 400
	\$ 64 995		\$ 31 150
Dinero en efectivo	\$ 317	Ingresos	\$ 3622
	\$ 172		\$ 8672
	\$ 0		\$ 64 995
Gastos	\$ 56 954	Valor de la empresa	\$ 0
	\$ 60 613		\$ 3950
	\$ 69 995		\$ 2700

Fuente: elaboración propia con base en estadísticas de cierre de simulación en OpenRA (2025).

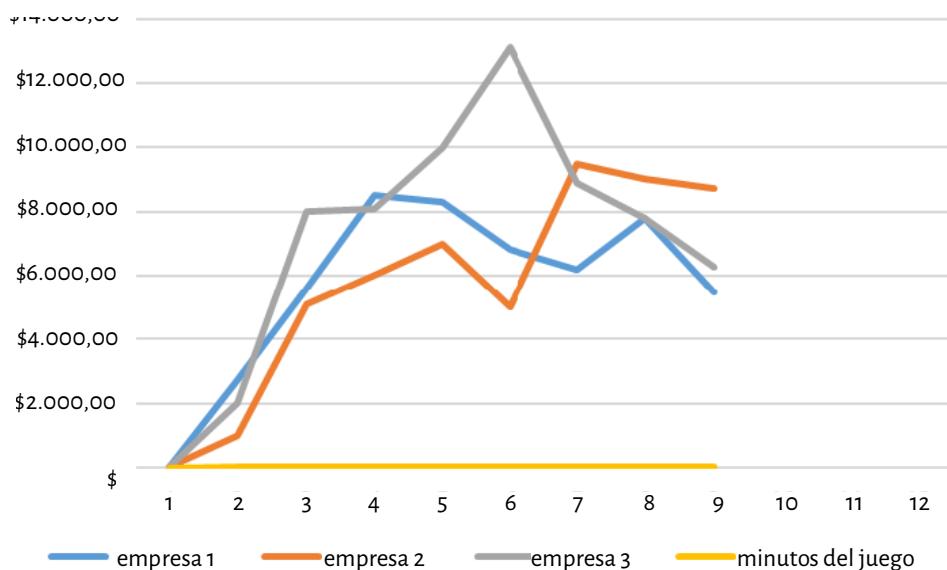
Figura 11. Valor de las empresas en el tiempo (iteración 1)



Fuente: elaboración propia con base en estadísticas de cierre de simulación en OpenRA (2025).

Los resultados de la tabla 13 y las figuras 11 y 12 muestran que, a pesar de haberse buscado una compensación mediante la aplicación de un impuesto del 10 % a las empresas colisionadas, no se logró que la empresa 1 sea lo suficientemente competitiva como para hacerles frente.

Figura 12. Beneficio de las empresas en el tiempo (iteración 1)



Fuente: elaboración propia con base en estadísticas de cierre de simulación en OpenRA (2025).

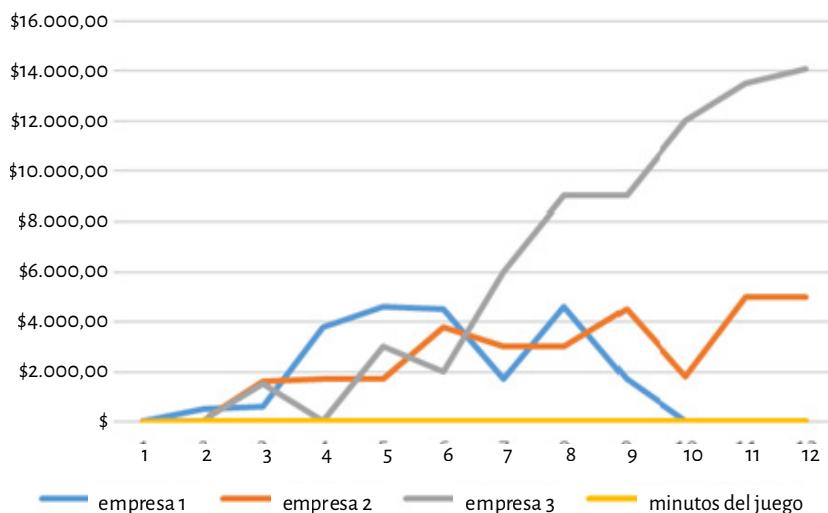
La segunda iteración tuvo las siguientes características.

Tabla 14. Resultados de la iteración 2 “desigualdad de condiciones”

Carga impositiva	15 %	Tiempo total	00:10:47
Beneficios	\$ 67 782	Activos	\$ 0
	\$ 45 405		\$ 15 900
	\$ 92 800		\$ 44 150
Dinero en efectivo	\$ 474	Ingresos	\$ 3172
	\$ 1778		\$ 2096
	\$ 7266		\$ 10 257
Gastos	\$ 72 308	Valor de la empresa	\$ 0
	\$ 48 627		\$ 5000
	\$ 90 534		\$ 14 100

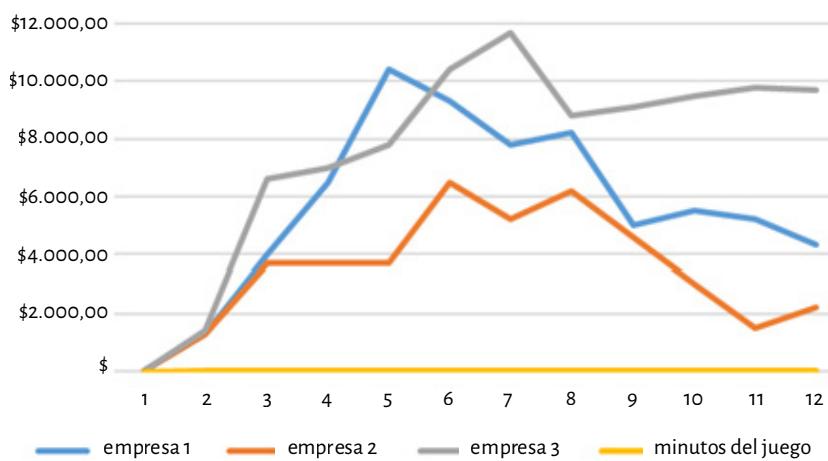
Fuente: elaboración propia con base en estadísticas de cierre de simulación en OpenRA (2025).

Figura 13. Valor de las empresas en el tiempo (iteración 2)



Fuente: elaboración propia con base en estadísticas de cierre de simulación en OpenRA (2025).

Figura 14. Beneficios de las empresas en el tiempo (iteración 2)



Fuente: elaboración propia con base en estadísticas de cierre de simulación en OpenRA (2025).

El impuesto del 15 % sobre los ingresos a los agentes 2 y 3, que colaboran contra el agente 1, tampoco pudo ser suficiente para compensar la competencia (tabla 14, figuras 13 y 14). En la figura 13 se aprecia que la empresa 1 comienza a perder ingresos en el minuto 8 y termina por perder todo su valor en el minuto 10.

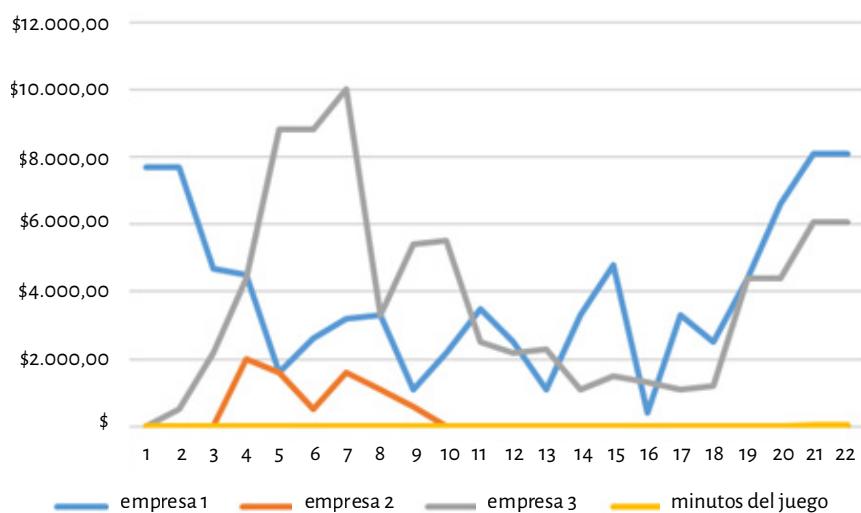
La tercera iteración de los agentes ante desigualdad arrojó los resultados que se ven en las siguientes tabla y figuras.

Tabla 15. Resultados de la iteración 3 “desigualdad de condiciones”

Carga impositiva	20 %	Tiempo total	00:27:31
Beneficios	\$ 166 679	Activos	\$ 21 800
	\$ 65 863		\$ 0
	\$ 170 359		\$ 0
Dinero en efectivo	\$ 5591	Ingresos	\$ 7538
	\$ 3334		\$ 0
	\$ 67		\$ 120
Gastos	\$ 166 088	Valor de la empresa	\$ 8100
	\$ 67 529		\$ 0
	\$ 175 292		\$ 6050

Fuente: elaboración propia con base en estadísticas de cierre de simulación en OpenRA (2025).

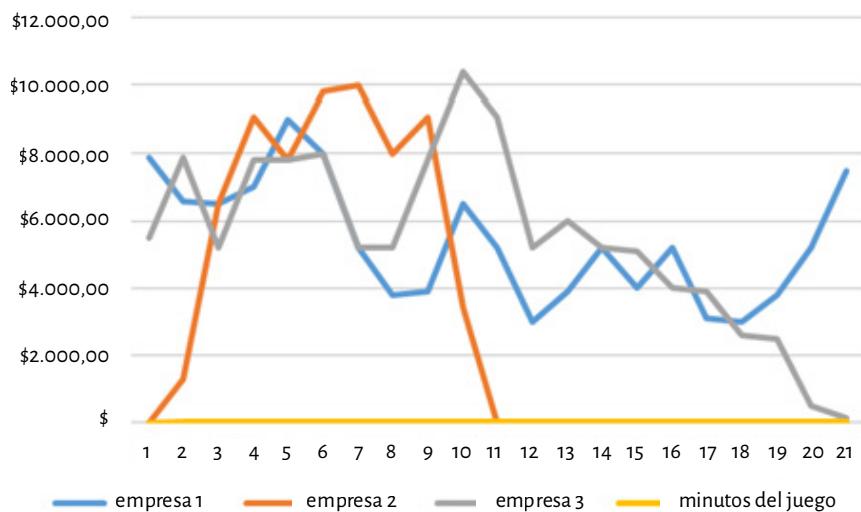
Figura 15. Valor de las empresas en el tiempo (iteración 3)



Fuente: elaboración propia con base en estadísticas de cierre de simulación en OpenRA (2025).

En esta iteración el impuesto del 20 % sí logró compensar la desigualdad de enfrentar a dos agentes colisionados para competir, de este modo, por ocupar el mercado definido (tabla 15, figuras 15 y 16).

Figura 16. Beneficios de las empresas en el tiempo (iteración 3)



Fuente: elaboración propia con base en estadísticas de cierre de simulación en OpenRA (2025).

Tabla 16. Comparación entre teoría económica y simulación (oligopolio)

Fenómeno	Teoría económica	Simulación
Menor producción	Se cumple	Se cumple
Beneficios a largo plazo	Se cumple	Se cumple
Innovación controlada	Se cumple	Imposibilidad técnica del motor para simular innovación
Competencia no basada en precios	Se cumple	Se cumple parcialmente
Colusión de empresas	Se cumple	Imposibilidad técnica del motor para crear agentes con incentivos colusivos

Fuente: elaboración propia con base en estadísticas de cierre de simulación en OpenRA (2025).

Según la teoría económica, en un mercado oligopólico en el que unas pocas empresas dominan la oferta de bienes o servicios los resultados económicos pueden incluir una menor producción (Pindyck et al., 2018). Las empresas oligopólicas suelen limitar la cantidad de productos o servicios ofrecidos, con el objetivo de mantener los precios más altos, lo que puede resultar en menor eficiencia productiva (Pindyck et al., 2018). Este precepto se cumple, tal como fue comentado previamente en el caso del monopolio.

Debido a la barrera de entrada que generan los altos costos de inversión o la concentración de poder de mercado, las empresas oligopólicas pueden generar beneficios sustanciales a largo plazo (Pindyck et al., 2018). En la simulación esto se cumple si se observan los beneficios totales en comparación con el monopolio.

Aunque las empresas tengan los recursos para innovar, la competencia limitada puede reducir los incentivos para la innovación (Pindyck et al., 2018). Sin embargo, en algunos casos las empresas pueden competir por diferenciar sus productos, lo que lleva a avances tecnológicos. Este aspecto no se encuentra dentro de las funciones de optimización de los agentes a simular.

Para evitar guerras de precios, las empresas oligopólicas suelen competir en aspectos no basados en precios, tales como la publicidad, el servicio al cliente, la calidad o las características del producto (Pindyck et al., 2018). Esto se puede desprender en parte de la inversión en comercialización de los agentes simulados. Este *marketing* agresivo busca socavar la cuota de mercado.

Según Pindyck et al. (2018) existe la posibilidad de que las empresas se coludan (explícita o tácitamente) para fijar precios o repartirse el mercado, lo que puede ser perjudicial para los consumidores, ya que reduce la competencia real. Esto no es parte de las simulaciones de la investigación.

Conclusión

La hipótesis H_0 se cumple de manera parcial debido a dos cuestiones. Primero, los supuestos bajo los que opera la teoría económica dificultan la explicación del comportamiento de los agentes reales de la misma manera que los supuestos usados en el experimento. No obstante, varios resultados relacionados con el comportamiento de los agentes concuerdan exactamente con la teoría económica. En el caso del monopolio ambas coinciden. Los resultados relacionados con el comportamiento de los agentes duopólicos y oligopólicos coinciden de manera parcial (tablas 12 y 16). Para poder hacer frente a las limitaciones reveladas en el apartado de resultados se debe utilizar un motor más avanzado. Se cree que, con mayor capacidad de cómputo, un motor adecuado y una programación de agentes con funciones objetivo que simulen estrategia y colusión se podrán validar desde un punto de vista de la teoría económica.

Las limitaciones de la teoría económica parecen trasladarse al aprendizaje reforzado, debido a que ambos buscan racionalidad y equilibrios (Kirman, 2010). Esto significa que, así como la teoría económica inserta supuestos en sus modelos, las simulaciones también deben trabajar con ciertas restricciones (o políticas de programación). No obstante, se cree que es posible construir, a modo de testeo, una simulación más *realista* con el fin de visualizar los impactos que pueden generarse por ciertas políticas de competitividad (rebajas de impuestos, reducción de barreras de entrada, etc.). Rodrik (2015) propone que los modelos económicos deben ser flexibles a un mundo lleno de incertidumbres, y destaca el papel de las políticas económicas basadas en pruebas y que sean adaptables a cambios imprevisibles.

Las simulaciones presentadas en este trabajo tienen marcadas limitaciones. La idea es que sean disparadores de reflexión sobre su incorporación en el aparato de

herramientas de los profesionales. Futuras investigaciones del caso no solo deben tener en cuenta los supuestos del modelo, sino también que dichas simulaciones no deben ser usadas para la predicción, o sea, deben ser usadas para la explicación de comportamientos pasados o presentes. Para saber si los resultados de un modelo que usa IA simbólica son aplicables a humanos se necesita que el marco teórico planteado como contraste sea rigurosamente explorado, no solo con diferentes tipos de modelos sino también con diferentes tipos de mercados artificiales (sobre todo, competencia perfecta). Un mercado trabaja con infinidad de factores, los que se entienden como no simulables y, por ende, no predecibles, tal como lo comprobaron Shiller (2019) o Taleb (2007). Los mercados anteriores a la computación moderna eran más simples y, hoy en día, son más complejos por el mero hecho de contener en ellos los avances en IA.

Bibliografía

- AGRAWAL, A., GANS, J. y GOLDFARB, A. (2018). *Prediction Machines: The Simple Economics of Artificial Intelligence*. Harvard Business Review Press.
- ALBRECHT, S. V., CHRISTIANOS, F. y SCHÄFER, L. (2024). *Multi-agent reinforcement learning: Foundations and modern approaches*. The MIT Press.
- BEATTIE, Ch., KÖPPE, T., DUÉÑEZ-GUZMÁN, E. A. y LEIBO, J. Z. (2020). *Deepmind lab2d*. arXiv preprint: 2011.07027.
- BECKER, G. S. (1994). *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education*. University of Chicago Press.
- BLANCHARD, O. (2017). *Macroeconomics*. Pearson.
- BRYNJOLFSSON, E. y McAFEE, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W. W. Norton & Company.
- FAGIOLO, G., MONETA, A. y WINDRUM, P. (2007). A Critical Guide to Empirical Validation of Agent-Based Models in Economics: Methodologies, Procedures, and Open Problems. *Computational Economics*, 30(3), 195-226. doi:10.1007/s10614-007-9104-4.
- GARNELO, M. y SHANAHAN, M. (2019). Reconciling deep learning with symbolic artificial intelligence: representing objects and relations. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 29, 17-23. doi:10.1016/j.cobeha.2018.12.010.
- JORGENSEN, D. W. (1967). The Theory of Investment Behavior. En R. Ferber (Ed.), *Determinants of Investment Behavior*. National Bureau of Economic Research.
- KAMIEN, M. I. y SCHWARTZ, N. L. (1982). *Market Structure and Innovation*. Cambridge University Press.
- KIRMAN, A. (2010). *Complex Economics: Individual and Collective Rationality*. Routledge.
- KRUGMAN, P. y WELLS, R. (2018). *Macroeconomics*. Worth Publishers.

- LEE, D., SEO, H. y JUNG, M. W. (2012). Neural Basis of Reinforcement Learning and Decision Making. *Annual Review of Neuroscience*, 35(1), 287-308. doi:10.1146/annurev-neuro-062111-150512.
- LEIBO, J. Z., DUÉÑEZ-GUZMÁN, E. A., VEZHNEVETS, A. S., AGAPIOU, J. P., SUNEHAG, P., KOSTER, R., MATYAS, J., BEATTIE, Ch., MORDATCH, I. y GRAEPEL, T. (2021). Scalable evaluation of multi-agent reinforcement learning with melting pot. International Conference on Machine Learning, 6187-6199. PMLR. doi:10.48550/arXiv.2107.06857.
- LI, S. (2023). *Reinforcement Learning for Sequential Decision and Optimal Control*. Springer Verlag. doi:10.1007/978-981-19-7784-8.
- MANKIW, N. G. (2018). *Principles of Microeconomics*. Cengage Learning.
- MAS-COLELL, A., WHINSTON, M. D. y GREEN, J. R. (1995). *Microeconomic Theory*. Oxford University Press.
- MILGROM, P. R. y TADELIS, S. (2018). *How Artificial Intelligence and Machine Learning Can Impact Market Design*. National Bureau of Economic Research. Recuperado el 21/06/2025 de <http://www.nber.org/papers/w24282>.
- MISHKIN, F. S. (2019). *The Economics of Money, Banking, and Financial Markets*. Pearson.
- OpenRA (2025). Open-source project licenced under the GPL3 license, that provides a common platform for rebuilding and reimagining classic 2D and 2.5D RTS games. Release-20250303. Recuperado el 21/06/2025 de <https://github.com/OpenRA/OpenRA/>.
- OpenRA Documentation (2025). Release-20250303 Recuperado el 21/06/2025 de <https://docs.openra.net/en/release/traits/>.
- OpenRA Resource Center (2025). Release-20250303. Recuperado el 21/06/2025 de <https://resource.openra.net/>.
- PATEL, Y. (2018). Optimizing Market Making using Multi-Agent Reinforcement Learning. Recuperado el 21/06/2025 de <https://arxiv.org/abs/1812.10252>.
- PEPALL, L., RICHARDS, D. y NORMAN, G. (2008). *Industrial Organization: Contemporary Theory and Empirical Applications*. Wiley-Blackwell.
- PINDYCK, R. S. y RUBINFELD, D. L. (2018). *Microeconomía*. Pearson.
- QIAN, S. (2023). Multi-Agent Deep Reinforcement Learning and GAN-Based Market Simulation for Derivatives Pricing and Dynamic Hedging. Massachusetts Institute of Technology. Recuperado el 21/06/2025 de <https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/150206/qian-samsonq-mfin-sloan-2023-file.pdf>.
- RODRÍK, D. (2015). *Economics Rules: The Rights and Wrongs of the Dismal Science*. W. W. Norton & Company.
- RUSSELL, S. J. y NORVIG, P. (2010). *Artificial intelligence: a modern approach*. Prentice Hall.
- SAMUELSON, P. A. y NORDHAUS, W. D. (2010). *Economía*. McGraw-Hill.
- SHILLER, R. J. (2019). *Narrative Economics: How Stories Go Viral and Drive Major Economic Events*. Princeton University Press.

- TALEB, N. N. (2007). *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable*. Random House.
- THOMASON, R. (2024). *Logic-Based Artificial Intelligence*. The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Recuperado el 03/07/2025 de <https://plato.stanford.edu/archives/spr2024/entries/logic-ai/>.
- TIETENBERG, T. y LEWIS, L. (2018). *Environmental and Natural Resource Economics*. Pearson.
- TILBURY, C. R. (2023). *Reinforcement Learning for Economic Policy: A New Frontier?* School of Informatics, University of Edinburgh. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2206.08781>.
- TODARO, M. P. y SMITH, S. C. (2020). *Economic Development*. Pearson.
- VAN OTTERLO, M. y WIERING, M. (2012). Reinforcement Learning and Markov Decision Processes. En *Reinforcement Learning. Adaptation, Learning, and Optimization* (p. 3-42). Springer. doi:10.1007/978-3-642-27645-3_1.
- VARIAN, H. R. (2010a). Computer Mediated Transactions. *American Economic Review*, 100(2), 1-10.
- VARIAN, H. R. (2010b). *Microeconomía intermedia: Un enfoque actual*. Antoni Bosch.
- ZHENG, S., TROTT, A., SRINIVASA, S., PARKES, D. C. y SOCHER, R. (2021). *The AI Economist: Optimal Economic Policy Design via Two-level Deep Reinforcement Learning*. Salesforce Research, Harvard University. Recuperado el 21/06/2025 de <https://arxiv.org/pdf/2108.02755.pdf>.

ORIENTACIONES PARA COLABORADORES DE LA REVISTA

Orientaciones para colaboradores de la revista

a) Recepción y evaluación de trabajos

Los trabajos presentados pueden ser artículos (para la sección Dossier o Artículos de tema libre), Notas críticas de libros o Reseñas de tesis de doctorado o maestría, escritos en español, inglés o portugués.

1. Artículos

Los artículos son el resultado de la investigación científica, teórica o aplicada, y significan un aporte original al campo de estudios. Se recomienda estén estructurados del siguiente modo: introducción (objetivos, estado del arte), metodología, resultados, discusión, referencias bibliográficas y apéndice. Serán sometidos a un proceso de evaluación doblemente anónimo, no revelándose ni la identidad de los autores ni la de los evaluadores. Los autores podrán sugerir dos nombres de expertos, ajenos al Comité Editorial, para la valoración de sus originales, independientemente de que el Equipo Editor seleccione o no a alguno de ellos para ese fin.

El proceso de evaluación consta de dos etapas: la primera, consiste en una evaluación interna a cargo del Equipo Editor (y con el asesoramiento del Comité Editorial), en la cual se determina si el trabajo se ajusta a la política editorial de la Revista para proceder con la evaluación externa y, en este último caso, se seleccionan, por lo menos, dos evaluadores. La segunda, prevé una evaluación del contenido del trabajo por parte de los árbitros externos. Éstos completan un informe detallado de las contribuciones más relevantes del trabajo, así como de los problemas, de forma y fondo, y recomiendan al Equipo Editor su aceptación o rechazo. Si uno de los informes externos es positivo y otro negativo, se remite el trabajo a un tercer evaluador. Posteriormente, el Editor General envía las evaluaciones al autor y comunica la decisión adoptada por parte del Equipo Editor. Esa decisión puede ser de aceptación, aceptación condicionada a modificaciones menores, aceptación condicionada a

modificaciones mayores o rechazo. Cuando la aceptación esté vinculada a la introducción de modificaciones, el autor deberá resaltarlas en el texto corregido y adjuntar una nota dirigida al Editor General justificando la incorporación, o no, de las mismas. La aceptación definitiva del trabajo dependerá del grado de cumplimiento de las recomendaciones propuestas por los árbitros externos.

2. Notas críticas de libros y reseñas de tesis de doctorado y maestría

Las notas críticas de libro son análisis de libros que incluyen la descripción del contenido de los capítulos y una valoración sobre los aportes que realiza al conocimiento. Las reseñas de tesis son una síntesis de los trabajos de tesis aprobados y defendidos, de forma oral y pública, en universidades nacionales y extranjeras. Deben consignar una descripción de los capítulos y destacar la relevancia y alcance de los resultados de la investigación. En ambos casos sólo deberán cumplir con la etapa de evaluación interna.

La revista acusa recibo de un documento en un plazo máximo de 15 días, y el Equipo Editor, resuelve en un plazo máximo de 3 meses. El contenido de cada número, a propuesta del Equipo Editor, es aprobado por el Comité Editorial.

b) Normas de edición

1. Para artículos

- 1.1.** Los trabajos se enviarán única y exclusivamente en formato Word y a través de la plataforma de la revista: <http://revistas.uncuyo.edu.ar/ojs/cuyonomics>.
- 1.2.** Se aceptan textos de hasta un máximo de 25 páginas, incluyendo en ellas notas, cuadros, gráficos, mapas, apéndices y bibliografía. Los textos se presentarán a 1,5 espacios en letra Times New Roman de 12 puntos, márgenes 2,5 cm superior e inferior y 3 cm izquierda y derecha, en páginas numeradas y sin encabezados. Los agradecimientos, en su caso, al igual que las referencias a ayudas de proyectos de investigación, convenios o similares, si los hubiere, deberán incluirse en un apartado antes de las referencias bibliográficas.
- 1.3.** El manuscrito irá precedido de una página con los datos del autor/es, filiación institucional, dirección postal profesional, teléfono de contacto y dirección de correo electrónico. A continuación, se incluirá el título y un resumen, ambos en español o portugués y en inglés. Este último no debe exceder las 150 palabras y en el que se indicarán el objetivo del artículo, la metodología y fuentes de investigación utilizadas, los resultados obtenidos, las limitaciones y la valoración

sobre la originalidad. Además, deben consignarse un máximo de cuatro palabras clave y cuatro códigos de la clasificación temática del Journal of Economic Literature, en ambos idiomas.

- 1.4.** Las referencias bibliográficas se incluirán en el texto, indicando los apellidos de los autores, la fecha de publicación, y las páginas, si fuese necesario; con excepción de las fuentes que se colocarán en nota al pie. La citación se realizará de acuerdo al manual actualizado de las normas APA (American Psychological Association), disponible en normasapa.net/2017-edicion-/6/6.
- 1.5.** Las notas se numerarán correlativamente (con la referencia en superíndice) y se insertarán a pie de página a espacio sencillo en letra Times New Roman de 10 puntos. El número de nota deberá ir antes de la puntuación ortográfica. No podrán incluir cuadros. Cuando en las notas a pie de página aparezcan referencias se citarán igual que en el texto principal. Las citas que se refieran al texto principal deben ir en el texto y no en las notas a pie, salvo que en la nota se incorporen algunas explicaciones o aclaraciones extensas.
- 1.6.** Las tablas, gráficos, mapas y fotografías se numerarán correlativamente, serán tituladas y se referenciarán como figuras (figura 1, figura 2,...). Debajo de las figuras se detallarán las fuentes utilizadas para su elaboración. Deberán insertarse en el texto en el lugar que corresponda y, además, enviarse por separado en el formato original en que fueron elaboradas, colocando el número de figura en el nombre del archivo.

Las tablas deben construirse con la función de Tablas de Word. Cada campo o dato deberá separarse con tabulaciones, nunca con la barra espaciadora. Los gráficos se realizarán, preferiblemente, con Excel, y deberán insertarse en el texto en formato normal, no en formato Imagen. Deberán colocarse nombres a los ejes vertical y horizontal. Los mapas deberán insertarse en formato Imagen. Las fotografías deben ser nítidas, con alto contraste y tener una resolución de al menos 300 dpi al tamaño en que va a ser reproducido (como referencia, una imagen de 13 x 9 cm a 300 dpi tiene un tamaño en píxeles de 1535 x 1063). En todos los casos, el ancho total no debe exceder los 15 cm y la tipografía no ser menor a 8 pt.

- 1.7.** Se evitarán las citas textuales. Si, excepcionalmente, se incluyeran, deberán ser breves, sangradas por la izquierda y a espacio sencillo, y con los intercalados del autor entre corchetes. Se ruega a los autores que en caso de que sean extensas se trasladen a las notas.

2. Para notas críticas de libro y reseñas de tesis

- 2.1.** Las notas críticas de libros recientemente publicados o las reseñas de tesis recientemente defendidas se realizarán a petición del Equipo Editor. Podrán en-

viarse propuestas que deberán ser autorizadas por este último. Se anima asimismo a las editoriales y a los autores a enviar los libros editados para la elaboración de notas en la Revista.

2.2. Las notas críticas de libro:

Deberán ir precedidas de todos los datos del libro de la forma siguiente: Nombre y apellidos del autor (o, en su caso, editor, coordinador, compilador,...). Título del libro. Lugar de edición, editorial, año de publicación, número de páginas.

Tendrán una extensión máxima de 5 páginas de tamaño A4, con márgenes 2,5 cm superior e inferior y 3 cm izquierda y derecha. Los textos se presentarán a 1,5 espacios en letra Times New Roman de 12 puntos, en páginas numeradas abajo y la derecha y sin encabezados.

El nombre del autor figurará al final, seguido de su filiación académica.

Cuando las notas incluyeran citas bibliográficas, éstas seguirán las normas generales de la Revista.

2.3. Las reseñas de tesis de doctorado y maestría:

Deberán ir precedidas de todos los datos de la tesis de la forma siguiente: Nombre y apellidos del autor. Título de la tesis. Tesis de maestría/doctorado en... Lugar de presentación, Universidad, año de defensa oral, número de páginas.

Tendrán una extensión máxima de 5 páginas de tamaño A4, con márgenes 2,5 cm superior e inferior y 3 cm izquierda y derecha. Los textos se presentarán a 1,5 espacios en letra Times New Roman de 12 puntos, en páginas numeradas abajo y la derecha y sin encabezados.

El nombre del autor figurará al final, seguido de su filiación académica.

Cuando las reseñas incluyan citas bibliográficas, éstas seguirán las normas generales de la Revista.

2.4. Si se desea proponer una nota crítica de libro, la propuesta debe ser enviada a cuyonomics@fce.uncu.edu.ar y, una vez que sea aceptada, el libro deberá ser remitido por correo a la siguiente dirección postal: Facultad de Ciencias Económicas. Centro Universitario, M55002JMA, Provincia de Mendoza, República Argentina.

