

CONTENIDO

The effect of environmental tax and economic complexity on environmental sustainability in Latin America (1995-2020) / El efecto del impuesto ambiental y la complejidad económica sobre la sostenibilidad ambiental en América Latina (1995-2020).

Mario Gómez

La productividad en las Pymes manufactureras mexicanas en 2015 y 2018, un enfoque desde los microdatos / Productivity in Mexican manufacturing SMEs in 2015 and 2018, an approach from microdata.

Adriana Becerril Gutiérrez y Pablo Mejía Reyes

Determinantes económicos y sociales del desempleo y del empleo vulnerable en América Latina / Economic and social determinants of unemployment and vulnerable employment in Latin America.

Gema Jazmín Rubio Ugalde, Graciela Lara Gómez y Jesús Hurtado Maldonado

Cambios en los patrones de gasto en alimentos y bebidas de los hogares en Coahuila, México / Changes in food and beverages expenditure patterns in households of Coahuila, Mexico.

Víctor Manuel Gerónimo Antonio, Gregorio Castro Rosales, Elena Fuentes

Estructura de comercio en México y Brasil, 1995-2020. Un análisis de competitividad a nivel sectorial / Trade Structure in Mexico and Brazil, 1995-2020: A Sectoral Competitiveness Analysis.

Sandra Lizeth Mata Gallegos y Brenda Murillo Villanueva

Evolución y tendencias de la literatura científica en Externalidades Dinámicas y Estructura Económica Local: Análisis bibliométrico / Evolution and Trends in the Scientific Literature on Dynamic Externalities and Local Economic Structure: A Bibliometric Analysis.

Jessenia Elizabeth Albán Anguisaca y Santiago Estuardo Pozo Rodríguez

Inversión sostenible vs. Convencional en la Bolsa Mexicana de Valores: construcción de portafolios y medición del riesgo sistemático / Sustainable vs. conventional investment in the Mexican stock exchange: portfolio construction and systematic risk measurement.

Magnolia Miriam Sosa Castro y Jenifer Pérez Palestina



Paradigma económico

REVISTA DE ECONOMÍA REGIONAL Y SECTORIAL

FACULTAD DE ECONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

ISSN 2007-3062

AÑO 17 NÚM. 2 JULIO-DICIEMBRE 2025

Paradigma económico



AÑO 17 NÚM. 2 JULIO | DICIEMBRE 2025



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DEL ESTADO DE MÉXICO**

Dr. en H. Isidro Rogel Fajardo
Encargado del Despacho de la Oficina de Rectoría

Dr. en C. Ulises Velázquez Enríquez
Secretario de Rectoría

Dr. en C. Comp. José Raymundo Marcial Romero
Secretario de Docencia

Dra. en F. y T. F. Mariana Ortiz Reynoso
Secretaria de Investigación y Estudios Avanzados

Dra. en Hum. María de las Mercedes Portilla Luja
Secretaria de Difusión Cultural

Dr. en C. del A. Francisco Zepeda Mondragón
Secretario de Extensión y Vinculación

Dr. en C. de la Ed. Octavio Crisóforo Bernal Ramos
Secretario de Finanzas

Mtra. en T. I. Jeanette Mendoza Colín
Encargada del Despacho de la Secretaría de
Administración

Dra. en C. A. María Esther Aurora Contreras Lara Vega
Secretaria de Planeación y Desarrollo Institucional

Mtra. en C. Trinidad Beltrán León
Secretaria Técnica de la Rectoría

Mtra. en D. Patricia Varela Guerrero
Oficina de la Abogacía General

Lic. en Com. Ginarely Valencia Alcántara
Directora General de Comunicación Universitaria

Dr. en D. Camerino Juárez Toledo
Director de Centros Universitarios y Unidades
Académicas Profesionales Región A

Dra. en Ed. Susana Esquivel Ríos
Directora de Centros Universitarios y Unidades
Académicas Profesionales Región B



FACULTAD DE ECONOMÍA
M. en E. S. R. y M. Sandra Ochoa Díaz
Directora

M. en A. Daniella Romero Juárez
Subdirectora Académica

Dr. en C. Mauricio García Martínez
Subdirector Administrativo

**Dra. en C. E. A. Marlen Rocío Reyes
Hernández**
Coordinadora de Investigación y Estudios
Avanzados



**Disponible de acceso abierto en el repositorio
de la Universidad Autónoma del Estado de México**

<https://paradigmaeconomico.uaemex.mx/>



Paradigma económico

REVISTA DE ECONOMÍA REGIONAL Y SECTORIAL

FACULTAD DE ECONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

Paradigma económico revista semestral de la Facultad de Economía de la Universidad Autónoma del Estado de México, aborda temas relacionados con la economía regional y sectorial, y está abierta a diferentes enfoques y metodologías. El Comité Editorial con el apoyo de una cartera de árbitros, nacionales e internacionales, dictamina anónimamente los trabajos recibidos para evaluar su publicación. El resultado es inapelable en todos los casos. El contenido de los artículos que aparecen en cada número es responsabilidad exclusiva de los autores y no expresa necesariamente la opinión de la institución. Los trabajos que se envíen a *Paradigma económico* para su publicación deberán ser originales e inéditos, de carácter eminentemente académico y ajustarse de manera estricta a las normas editoriales que se indican en las instrucciones para colaboradores. *Paradigma económico* está dirigida a especialistas en la economía regional y sectorial, estudiantes de posgrado y en general a interesados en los temas comunes de la revista. El objetivo de *Paradigma económico* es consolidarse como un espacio de difusión y discusión de resultados de investigación que aborden algún tema teórico o empírico relacionado con la economía regional y sectorial, a nivel de entidades federativas, regiones o países.

CONSEJO EDITORIAL

Alejandro Dávila Flores,
Centro de Investigaciones
Socioeconómicas, Universidad
de Coahuila, México.

Coro Chasco Yrigoyen,
Departamento de Economía
Aplicada, Universidad
Autónoma de Madrid, España.

Cuahtémoc Calderón
Villarreal, Departamento
de Estudios Económicos, El
Colegio de la Frontera Norte,
México.

Geoffrey J. D. Hewings,
Regional Economics
Applications Laboratory,
University of Illinois, Estados
Unidos.

Inmaculada Álvarez Ayuso,
Departamento de Análisis
Económico, Universidad
Autónoma de Madrid, España.

Juan Ramón Cuadrado
Roura, Facultad de Ciencias
Económicas, Empresariales
y Turismo, Universidad de
Alcalá, España.

Ludo Peeters, Universiteit
Hasselt, Bélgica.

Noé Arón Fuentes Flores,
Departamento de Estudios
Económicos, El Colegio de la
Frontera Norte, México.

Pablo Mejía Reyes, Facultad
de Economía, Universidad
Autónoma del Estado de
México, México.

Patricio Aroca, Escuela de
Negocios, Universidad Adolfo
Ibáñez, Chile.

COMITÉ EDITORIAL

Laura E. del Moral Barrera,
Universidad Autónoma del
Estado de México, México.

Luis Quintana Romero,
Facultad de Estudios
Superiores Acatlán,
Universidad Nacional
Autónoma de México, México.

Miguel Ángel Díaz Carreño,
Universidad Autónoma del
Estado de México, México.

Normand Assaad Sanen,
Facultad de Economía,
Universidad Nacional
Autónoma de México, México.

Roldán Andrés Rosales,
Cátedra Conacyt, México.

Reyna Vergara González,
Universidad Autónoma del
Estado de México, México.

Víctor Hugo Torres Preciado,
Facultad de Economía,
Universidad de Colima.

Zeus Salvador Hernández
Veleros, Universidad
Autónoma del Estado de
Hidalgo, México.

■ DIRECTORIO

Leobardo de Jesús Almonte
Director editorial

Ivonne Pérez Porcayo
Asistente editorial

Brenda Murillo Villanueva
Traducción

Alejandra Santana Castro
Diseño de Portada

Shantal Rosales Sánchez
Formación

María Guadalupe Cajero Vázquez
Marcación XML JATS

Incluida en:

Conahcyt (Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías).

RedAllyc (Sistema de Información Científica Redalyc. Red de Revistas Científicas).

Latindex (Sistema regional de información en línea para revistas científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal).

Clase (Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades).

Biblat (Bibliografía latinoamericana en revistas de investigación científica y social).

Dialnet (Repositorio de acceso a la literatura científica hispana, Universidad de La Rioja).

Portada: La expresión gráfica del logotipo representa en las tres placas horizontales a los tres sectores productivos. El gráfico que los cruza es la expresión del análisis económico, cuyo fin es observar los datos que se generen en la actividad económica de los tres sectores para proyectar un panorama de análisis y discusión.



3 Editorial

-
- 5 **The effect of environmental tax and economic complexity on environmental sustainability in Latin America (1995-2020) / El efecto del impuesto ambiental y la complejidad económica sobre la sostenibilidad ambiental en América Latina (1995-2020)**
Mario Gómez
-
- 29 **La productividad en las Pymes manufactureras mexicanas en 2015 y 2018, un enfoque desde los microdatos / Productivity in Mexican manufacturing SMEs in 2015 and 2018, an approach from microdata**
Adriana Becerril Gutiérrez y Pablo Mejía Reyes
-
- 63 **Determinantes económicos y sociales del desempleo y del empleo vulnerable en América Latina / Economic and social determinants of unemployment and vulnerable employment in Latin America**
Gema Jazmín Rubio Ugalde, Graciela Lara Gómez y Jesús Hurtado Maldonado
-
- 91 **Estructura de comercio en México y Brasil, 1995-2020. Un análisis de competitividad a nivel sectorial / Trade Structure in Mexico and Brazil, 1995-2020: A Sectoral Competitiveness Analysis**
Sandra Lizeth Mata Gallegos y Brenda Murillo Villanueva
-
- 119 **Evolución y tendencias de la literatura científica en Externalidades Dinámicas y Estructura Económica Local: Análisis bibliométrico / Evolution and Trends in the Scientific Literature on Dynamic Externalities and Local Economic Structure: A Bibliometric Analysis**
Jessenia Elizabeth Albán Anguisaca y Santiago Estuardo Pozo Rodríguez
-
- 155 **Inversión sostenible vs. Convencional en la Bolsa Mexicana de Valores: construcción de portafolios y medición del riesgo sistemático / Sustainable vs. conventional investment in the Mexican stock exchange: portfolio construction and systematic risk measurement**
Magnolia Miriam Sosa Castro y Jenifer Pérez Palestina
-

Editorial

En marzo pasado, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) publicó el informe *Camino a la Segunda Cumbre Mundial sobre Desarrollo Social de 2025: hacia un pacto por el desarrollo social inclusivo* (<https://tinyurl.com/3ybkfy24>). Un punto que merece destacar es que, en el informe, la CEPAL hace un llamado a que en la Segunda Cumbre Mundial sobre Desarrollo Social de Qatar se apruebe un pacto por el desarrollo social inclusivo que, de acuerdo con el documento, permita hacer efectivos los compromisos sociales acordados en la Agenda 2030. Entre las propuestas para el cumplimiento de este pacto destacan la erradicación de la pobreza y el hambre y la reducción de la desigualdad. El informe de la CEPAL cobra relevancia porque se insiste en poner en la mesa de la discusión los temas que siguen pendientes en la agenda del crecimiento y desarrollo de la región, lo que enfatiza la necesidad de promover la discusión y el análisis acerca de los problemas del escaso crecimiento de América Latina.

En este sentido, el compromiso de la revista *Paradigma económico* sigue tan vigente como en el primer número, convertirse en un espacio académico de difusión y discusión en la que los temas de la economía regional y sectorial sean modulares para explicar el crecimiento económico de las regiones y los países. En el presente número –volumen 17 número 2, julio-diciembre 2025–, se incluyen trabajos que discuten argumentos en esta línea de análisis; entre ellos, Mario Gómez estudia el impacto de la complejidad económica, el impuesto ambiental, las energías renovables y la inversión extranjera directa en la sostenibilidad ambiental en países de América Latina para el periodo 1995-2020. Adriana Becerril y Pablo Mejía estiman, para México, la Productividad Total de los Factores (PTF) en las pequeñas y medianas empresas para 2015 y 2018 y reportan que las empresas basadas en la ciencia obtienen mejores resultados en la estimación de la PTF, mientras que las intensivas en escala y las dominadas por el proveedor presentan un nivel medio de PTF, y las de oferentes especializados tienen un comportamiento inferior en la PTF. Con relación al mercado de trabajo, Gema J. Rubio, Graciela Lara y Jesús Hurtado analizan los determinantes económicos y sociales del desempleo y empleo vulnerable en 17 países latinoamericanos, reportan que el empleo productivo, la educación y la seguridad social son fundamentales para mejorar las condiciones laborales en la región.

En otra línea de trabajo, Sandra L. Mata y Brenda Murillo realizan una comparación entre la estructura comercial de México y Brasil entre 1995 y 2020, analizando su participación en el comercio regional y global, así como la competitividad sectorial mediante el índice de ventaja comparativa revelada.

La evidencia que reportan es que México destaca en sectores como automotriz y tecnología, mientras que Brasil en agricultura, minería y alimentos. Jessenia E. Albán y Santiago E. Pozo presentan un análisis bibliométrico sobre externalidades dinámicas y complejidad económica, basado en publicaciones de Scopus y Web of Science. Finalmente, Magnolia M. Sosa y Jenifer Pérez analizan el papel de las finanzas sostenibles frente a la crisis climática, comparando portafolios sostenibles y tradicionales mediante los modelos de Markowitz y CAPM, con datos de 2018 a 2023. Destacan la importancia de promover la inversión sostenible como vía para financiar iniciativas con criterios ESG.

Queda la invitación a la lectura del número, con el deseo de que sea una posibilidad a la discusión académica de estos temas.

Leobardo de Jesús Almonte
Director editorial

The effect of environmental tax and economic complexity on environmental sustainability in Latin America (1995-2020)

MARIO GÓMEZ*

ABSTRACT

This paper studies the influence of economic complexity, environmental tax, renewable energy, and foreign direct investment on environmental sustainability for selected Latin American countries from 1995 to 2020. Panel data analysis was used in the study. In addition, the moment quantile regression method was applied. The results demonstrate evidence of at least a cointegration relationship between the variables. The relationship between economic complexity and sustainability is U-shaped and is confirmed in the quantiles in the upper part of the distribution (0.6, 0.7, 0.8, and 0.9). The Load Capacity Curve (LCC) hypothesis is validated. Similarly, renewable energy and FDI have a positive relationship with sustainability and are confirmed in most distribution quantiles. The Pollution Halo hypothesis is validated: Foreign Direct Investment (FDI) helps reduce pollution. The environmental tax also has a positive relationship and is confirmed in the 0.9 quantile.

Keywords: economic complexity, environmental tax, environmental sustainability, quantile regression, panel data.

JEL classification: E60, C20, O30, Q40, Q50.

* Economic and Business Research Institute, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia. 58030, Mexico. Correspondence: mgomez@umich.mx. ORCID: 0000-0002-4906-0966.

RESUMEN

El efecto del impuesto ambiental y la complejidad económica sobre la sostenibilidad ambiental en América Latina (1995-2020)

Este trabajo estudia la influencia de la complejidad económica, el impuesto ambiental, las energías renovables y la inversión extranjera directa en la sostenibilidad ambiental para países seleccionados de América Latina de 1995 a 2020. En el estudio se utilizó el análisis de datos de panel. Además, se aplicó el método de regresión cuantil de momentos. Los resultados demuestran evidencia de al menos una relación de cointegración entre las variables. La relación entre la complejidad económica y la sostenibilidad tiene forma de U y se confirma en los cuantiles de la parte superior de la distribución (0.6, 0.7, 0.8 y 0.9). Se valida la hipótesis de la Load Capacity Curve (LCC). En este sentido, las energías renovables y la IED tienen una relación positiva con la sostenibilidad y se confirman en la mayoría de los cuantiles de la distribución. Se valida la hipótesis del Halo de la Contaminación: la Inversión Extranjera Directa (IED) ayuda a reducir la contaminación. El impuesto ambiental también tiene una relación positiva y se confirma en el cuartil 0.9.

Palabras clave: complejidad económica, impuesto ambiental, sostenibilidad ambiental, regresión cuantil, datos panel.

Clasificación JEL: E60, C20, O30, Q40, Q50.

INTRODUCTION

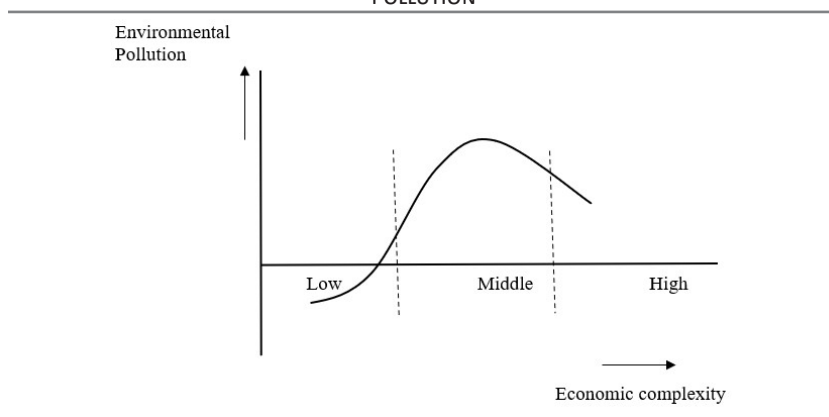
The inverted U-shaped relationship between various indicators of environmental pollution and economic development has received much attention since the seminal work of Grossman and Krueger (1991). These authors determined that the inverted U-shaped relationship (Environmental Kuznets Curve, EKC) is valid for some indicators of environmental degradation, i.e., that ecological pollution increases at first as the level of development increases, up to a certain threshold or inflection point, after which economic development reduces environmental degradation. In economic development, the productive structure has had structural changes, moving from agriculture to industry and from this last to the service sector, where the use of fossil fuels has affected the environment for decades (Dinda, 2004). Economic structure can explain and predict important macroeconomic outcomes,

from economic growth to greenhouse gas emissions intensity (Hidalgo, 2023). The complexity metrics estimate the value or sophistication of specialization patterns and their ability to predict future economic growth (Hidalgo, 2023). Economic complexity can help predict growth and reflect societies' knowledge and the economy's productive structure (Hausmann *et al.*, 2014). In this sense, economic complexity can indicate the productive structure (You *et al.*, 2022) and each nation's technological and productive capabilities (Hidalgo *et al.*, 2007). Therefore, economic complexity can be understood as the amount of hidden knowledge in the productive structure of an economy (Hausmann *et al.*, 2011), which can be a function or depend on the level of technological development (Nan *et al.*, 2022). Complexity considers the sophistication of its exported goods compared to other countries' exports, reflecting the differences in industrial structures between countries (Nan *et al.*, 2022). Recently, some studies have emphasized that the environment is also related to economic complexity, which measures a country's sophistication and knowledge-based production structure (Nan *et al.*, 2022). According to Neagu (2019), the economic complexity indicator measures how a country can produce and export a complex product. Higher economic complexity reflects a greater capacity to produce and export complex products with higher added value.

According to Rafei *et al.* (2022), economic complexity is highly intertwined with countries' economies and can affect environmental quality differently. On the one hand, improving countries' production and manufacturing requires the extraction, exploitation, and utilization of natural resources and energy (Abumunshar *et al.*, 2020). In refining and diversifying exported goods, the demand for energy increases, increasing energy intensity and emissions (Li *et al.*, 2017). On the other hand, economic complexity can also boost R&D activities that help firms innovate and improve efficiency, causing structural changes in economies and contributing to sustainable development (Can and Gozgor, 2017). R&D contributes to technological advances, stimulates economic growth, and moves countries to use clean energy (Pata, 2021). Recently, some researchers, such as Pata (2021), have included the Economic Complexity Index (ECI) as an indicator of economic development in the analysis of the EKC hypothesis. According to Pata (2021), economic complexity and environmental degradation may have an EKC relationship.

This relationship can be shown in Figure 1.

FIGURE 1
ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE. ECONOMIC COMPLEXITY AND ENVIRONMENTAL POLLUTION



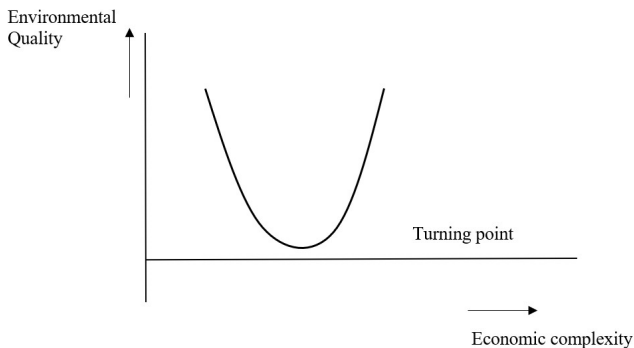
Source: Pata (2021).

At the beginning of the first stage of economic development, the production process in simple agricultural economies creates less environmental pollution, i.e., at low levels of economic complexity, it is associated with products that are peripheral in the product space since these are products that are less connected to other products, limiting opportunities for different economic activities and therefore limiting the impact on the environment. At the end of this first stage and the beginning of the second stage of economic development, economies become more complicated with increasing industrialization and product diversity, which affects environmental degradation (Swart and Brinkmann, 2020). However, new technologies emerging with structural change in this process replace old ones that cause environmental pollution when medium and high economic complexity provides cleaner technologies and knowledge needed to improve environmental standards (Pata, 2021). Therefore, once a certain threshold is exceeded, increasing complexity can reduce environmental degradation by increasing manufacturing based on the development of technology, knowledge, and human capital (Pata, 2021; Swart and Brinkmann, 2020).

This increase in economic complexity provides the knowledge and, therefore, the technology needed for economies to become cleaner, such as the production of energy-efficient goods and electric cars; the generation of energy with renewable resources such as photovoltaics,

wind, or biomass; or innovations such as recycling (Swart and Brinkmann, 2020). However, recent literature has considered environmental sustainability a more complete measure of environmental quality since it considers both the demand and supply sides. Siche *et al.* (2010) propose the low-capacity factor (LoCaFa) as an environmental indicator measured by the biocapacity/ecological footprint ratio. This factor represents the sustainability of a country's lifestyle as follows: the lifestyle is unsustainable when the ratio is less than one, while it is sustainable when it is greater than one (Siche *et al.*, 2010). Recent literature has made use of this new environmental quality indicator; see, for example, the works of Djedaiet *et al.* (2024), Gómez and Rodríguez (2024), and Fang (2024). Following the proposal of Dogan and Pata (2022), the relationship between LoCaFa and income can be nonlinear, similar to the context of the EKC hypothesis; however, now considering economic complexity instead of income level. Assuming that LoCaFa is an indicator of environmental quality, the relationship between sustainability and economic complexity should be U-shaped, as shown in Figure 2. This figure shows that LoCaFa decreases in the early phase of economic development, but environmental quality improves when economic complexity exceeds a certain threshold. Following Dogan and Pata (2022), this relationship can be interpreted as the low-capacity curve (LCC) hypothesis, and its validity implies that once a country reaches a certain level of economic complexity, it can reduce its carrying capacity and increase its biocapacity.

FIGURE 2
LCC HYPOTHESIS



Source: Based on Dogan and Pata (2022).

Another variable that affects environmental degradation is foreign direct investment (FDI). Some of the studies have investigated the impacts of FDI flows on carbon emissions and their effect on climate change. With the acceleration of economic globalization, the flow of international capital, especially the FDI, promotes economic growth in host countries and increases carbon emissions (Hayat, 2019; Huang *et al.*, 2022). FDI can contribute to new technologies, expertise, and infrastructure in the host country and generate greater productivity and competition in the local market, which can be reflected in better consumer products and services (Chirilu and Costea, 2023).

On the one hand, it is argued that FDI inflows negatively affect developing host countries, based on the Pollution Haven Hypothesis (PHavenH) (Yi *et al.*, 2023). This theory was developed by Walter and Ugelow (1969) and refined by Baumol and Oates (1988) to examine whether FDI transfers pollution-intensive industries to the host country and thus leads to increased local carbon emissions. The PHavenH suggests that pollution-intensive industries will migrate from countries with high levels of environmental cost internalization to countries with low levels, thus turning countries with lower environmental standards into a haven for pollution-intensive industries (Yi *et al.*, 2023). FDI inflows into pollution-intensive domestic industries in developing economies are higher than in developed economies, facilitating economic expansion mainly among developing countries (Agozie *et al.*, 2022). The FDI can increase environmental pollution in the host country because when firms from developed countries invest in developing countries, they may relocate their manufacturing operations to take advantage of lower costs and less stringent environmental conditions, resulting in the transfer of pollution from developed to developing countries (Vu Hoang *et al.*, 2023).

On the other hand, the Pollution Halo Hypothesis (PHaloH) conjectures that foreign investments help reduce pollution. The PHaloH assumes foreign firms save energy and have cleaner manufacturing processes than domestic firms. Moreover, due to technological spillovers, foreign firms will likely transfer environmentally friendly technology to the host country (Vu Hoang *et al.*, 2023). This effect was introduced by Birdsall and Wheeler (1993) and suggests that FDI brings advanced equipment and cutting-edge technology to the host country, saving resources and factor inputs through technology spillovers and improving environmental quality (Li *et al.*, 2017). Furthermore, FDI

may positively affect the environmental consciousness of the investment location. Therefore, FDI may not increase local pollution and instead have a halo effect on local environmental improvements. Bird-sall and Wheeler (1993) questioned the PHavenH, explicitly arguing that the liberalization of trade regimes and increased foreign investment in Latin America have not been associated with pollution-intensive industrial development. The PHaloH occurs when foreign companies establish themselves in developing countries and exhibit superior environmental performance compared to national companies. That is, by introducing better technology than national companies and new knowledge, they improve processes, reducing CO₂ emissions compared to the processes of national companies (Xie *et al.*, 2020).

According to the Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC, 2023), the global outlook for FDI in 2022 was mixed, as flows increased in some regions, such as Latin America and the Caribbean, while they decreased in others, such as in the United States and some countries in the European Union. According to this report, for 2022, almost all Latin America and the Caribbean countries received more foreign direct investment, reaching historic records. Specifically, in 2022, US\$224,579 millions of FDI entered the region, with 55.2% more than in 2021. If we analyze by country, Brazil leads the list with 41% of the regional total, followed by Mexico, Chile, Colombia, Argentina, and Peru with 17, 9, 8, 7 and 5%, respectively (ECLAC, 2023). This increased investment reflected a marked interest in investments in services, a renewed interest in investments in hydrocarbons, and the continuity of investments in manufacturing in countries where greater capacities have been accumulated (ECLAC, 2023).

In this sense, this paper aims to study the influence of economic complexity, environmental tax, foreign direct investment, and renewable energy on environmental quality in 14 selected Latin American countries (1995-2020). This research is different from the existing literature in the following points: 1) It is the first paper that studies the LCC Hypothesis for 14 Latin American countries; 2) it takes into account novel variables such as environmental tax and economic complexity in the study for this region; 3) it applies novel techniques, such as the quantile regression method, to analyze the effects of the determinants of environmental quality in the entire distribution; 4) it applies the Granger causality test for heterogeneous panels as proposed by Juodis

et al. (2021). Specifically, this research is different from Gomez and Rodriguez (2024) mainly in the following terms: 1) this research tests the LCC Hypothesis and the PHaloH for 14 Latin American countries; 2) it includes three different explanatory variables such as environmental tax, FDI and economic complexity; 3) this study includes 14 Latin American countries, while the study by Gomez and Rodriguez (2024) comprises seven countries of the Americas including the United States and Canada; 4) in addition, this research includes the ARDL method and the quantile regression.

1. LITERATURE REVIEW

This section first reviews the literature linking economic complexity and environmental degradation. The nexus between economic complexity and the environment is a growing interest among scholars and policy-makers. While economic complexity has been found to have positive and negative impacts on sustainability, the literature remains divided on the general relationship between the two. Some of the most relevant and recent works by authors are mentioned below. Alvarado *et al.* (2021) find that the impact of economic complexity and natural resource rents is heterogeneous across the distribution of the ecological footprint in Latin America. Shahzad *et al.* (2021) show that economic complexity and fossil fuel energy consumption significantly increase the ecological footprint and deteriorate environmental quality in the United States. You *et al.* (2022) find that the magnitudes of the effects are heterogeneous, as in low-income countries, economic complexity has a positive relationship with CO₂ emissions while increasing economic complexity for high-income countries could reduce CO₂ emissions. Rafei *et al.* (2022) find that economic complexity (118 countries) positively impacts the ecological footprint. Sun *et al.* (2022) show the mitigating effects of economic complexity and renewable energy on emissions, mainly in higher emission quantiles for BRICS countries. Empirical results by Hassan *et al.* (2023) reveal that high scores on the economic complexity index increase the pressure on the ecological footprints of OECD countries. Similarly, Wang *et al.* (2024) indicate that renewable energy consumption significantly reduces the ecological footprint in countries with lower quantiles, while its effect is not prominent in countries with higher quantiles. Economic complexity has a negative

impact on the ecological footprint, and this impact becomes stronger as the ecological footprint quantile increases for G20 countries.

Another part of the literature has attempted to test the validity of the EKC, considering economic complexity and some indicators of environmental degradation. Among the first works, Can and Gozgor (2017) validate the EKC hypothesis for France, and it is observed that a higher level of economic complexity suppresses the level of CO₂ emissions in the long term. In this same sense, Neagu (2019) shows a relationship according to the inverted U-shaped curve for the entire panel (25 selected countries) and six countries (Belgium, France, Italy, Finland, Sweden, and the United Kingdom). Similarly, Ahmad *et al.* (2021) find evidence of the validity of the EKC using the variables of economic growth and economic complexity in emerging countries. Pata (2021) validates the inverted U-shaped EKC relationship between economic complexity and environmental pollution in the USA. Taghvaei *et al.* (2022) confirm the EKC hypothesis, which implies that economic structure and complexity have an influential role in socioeconomic development in OECD countries. In Adebayo *et al.* (2022)], the EKC is validated at each quantile in the most economically complex economies. For Agozie *et al.* (2022), the empirical result shows both U-shaped and inverted N-shaped EKC relationship between ECI and CO₂ emissions (Brazil, Russia, India, China, and South Africa). For BRICS countries, Balsalobre-Lorente *et al.* (2023), the EKC holds a positive but decreasing contribution of economic development to environmental deterioration. In Tchouto (2023), the EKC hypothesis is not significantly valid for the whole sample (Nordic and non-Nordic European countries). Balsalobre-Lorente *et al.* (2024a) support the inverted U-shaped EKC linkages between economic complexity and ecological footprint, carbon footprint, and carbon dioxide emissions for G-20 countries. Finally, in Balsalobre-Lorente *et al.* (2024b), the G-7 countries support the validity of the inverted U-shaped EKC hypothesis for an ecological footprint.

Furthermore, a small part of the literature has sought the validity of the LCC hypothesis. Dogan and Pata (2022) used LoCaFa to examine the factors that determine environmental quality and hypothesized LCC, contributing to the existing environmental literature. This study confirms the U-shaped relationship between environmental quality and income, i.e., the LCC hypothesis is validated. Djedaiet *et al.* (2024) suggest the validity of the LCC hypothesis with a turner point ranging between \$6674 and \$7623 per capita in seven African oil-producing OPEC countries.

On the other hand, another part of the literature also links FDI and environmental degradation. There is no consensus on the impact, whether positive or negative. Some work, such as that of Huang *et al.* (2022), for the G20 economies. The results indicate that FDI inflows are positively associated with carbon emissions and increasing environmental degradation. Similar results are found in Agozie *et al.* (2022), where the economies of Brazil, Russia, India, China, and South Africa are analyzed. The empirical findings also support the PHavenH, which suggests that FDI inflow contributes to environmental degradation in these countries. Tsoy and Heshmati (2023) investigate the effects of FDI inflow on environmental sustainability at the global level (for 100 countries). The results of the dynamic panel model do not validate the PHavenH, i.e., FDI inflow had no statistically significant effect on environmental sustainability.

Meanwhile, Yi *et al.* (2023) show a negative relationship between FDI and CO2 emissions. FDI reduces carbon emissions in capital-, technology- and labor-intensive manufacturing industries (China). In the same way, Vu Hoang *et al.* (2023) show that a percentage increase in FDI inflows, in the long run, reduces CO2 emissions and environmental pollution in 47 middle-income countries. Balsalobre-Lorente *et al.* (2023) confirm the PHavenH in the BRICS economies.

Finally, environmental tax is another variable that can help improve environmental quality due to its effect on environmental degradation in recent years. For example, Wolde-Rufael and Mulat-Weldemeskel (2022) investigated the impact of environmental tax and renewable energy to mitigate CO2 emissions in 18 Latin American and Caribbean (LAC) countries. The evidence shows that the effects of environmental tax and renewable energy on CO2 are heterogeneous, with significant negative impacts in countries with higher emissions but insignificant in countries with lower emissions. The results show that environmental taxes and renewable energy can reduce CO2 emissions, with the mitigation effect of renewable energy being considerably more significant than that of environmental tax. However, LAC countries have been slow to implement environmental taxes. They are still at a rate well below that of OECD countries and lower than that proposed by the World Bank to meet global CO2 emission reduction targets (Wolde-Rufael and Mulat-Weldemeskel, 2022). For their part, Saqib *et al.* (2023), in the short and long-term projections, it is

observed that increased use of environmentally friendly technology, economic complexity, environmental tax, and renewable electricity generation help reduce carbon emissions.

2. MATERIALS AND METHODS

Considering that in panel data analysis, there is a possibility of cross-sectional dependence due to integration across countries, four following tests are applied: Breusch-Pagan LM, Pesaran scaled LM, Bias-corrected scaled LM, and Pesaran CD. In addition, the Karavias and Tzavalis (KT) (2014) unit root test is also applied, and it is robust to cross-sectional dependence. In addition, the CADF test proposed by Pesaran (2007) is also used, which is also appropriate when there is cross-sectional dependence in the variables. In addition, Pedroni (1999, 2004) and Westerlund (2005) cointegration tests are applied to verify the cointegration relationship between the variables.

Panel-Corrected Standard Errors (PCSE) and Feasible Generalized Least Squares (FGLS) methods are used to estimate long-run parameters in the presence of cross-dependence in this research to verify the robustness of the results. The Moment Quantile Regression Method (MMQR) (Machado and Silva, 2019) with fixed effects is also applied. According to the literature, this method has the following advantages. First, it estimates more robust results for outliers emanating from the dependent variable (Koenker, 2004). Second, it represents the impact of independent variables on dependent ones across the distribution (Ike *et al.*, 2020). It is considered the most appropriate technique that incorporates asymmetric and nonlinear linkages by simultaneously dealing with heterogeneity and endogeneity (An *et al.*, 2020). Third, the stages of economic development across Latin American and Caribbean countries may differ, as well as their emissions and sustainability levels, so pressure levels may also be heterogeneous across these countries (Wolde-Rufael and Mulat-Weldemeskel, 2022). The MMQR method considers the conditional heterogeneous effects of the independent variables on the entire distribution instead of the average parameter estimation with traditional methods (Gómez and Rodríguez, 2020; Wolde-Rufael and Mulat-Weldemeskel, 2022). In addition, the Granger heterogeneous causality test of Juodis *et al.* (2021) is applied, which is robust to cross-sectional dependence and cross-sectional heteroscedasticity (Xiao *et al.*, 2023).

The selected countries include the main economies in the region and countries for which complete data availability was found for the sample period for all variables: Argentina, Bolivia, Brazil, Chile, Colombia, the Dominican Republic, Ecuador, Guatemala, Honduras, Mexico, Panama, Paraguay, Peru, and Uruguay. The Economic Complexity Atlas (2024) was used as the Economic Complexity Index (ECI) source. The Global Footprint Network (2024) source was used to calculate the load capacity factor (LoCaFa, calculated as biocapacity/ecological footprint). The FDI and renewable energy consumption (REC, % of total final energy consumption) were obtained from the World Bank (2024). The environment tax was taken from the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD, 2024).

3. ANALYSIS AND DISCUSSION OF RESULTS

In panel data analysis, it is essential to verify whether the variables present cross-sectional dependence and determine the order of integration of the variables. To do so, in this research, four cross-sectional dependence tests are first applied, and the results are presented in Table 1. The null hypothesis of cross-sectional independence is rejected for all variables except for the Pesaran CD test on the variable ECI2 (ECI square). Therefore, it can be concluded that all variables show evidence of dependence, which is explained because today, in this globalized world, in the variables of these countries, many of the effects are common in the region.

TABLE 1
RESULTS OF CSD TESTS

<i>Tests</i>	<i>ECI</i>	<i>ECI2</i>	<i>REC</i>	<i>FDI</i>	<i>LoCaFa</i>	<i>TAX</i>
Breusch-Pagan LM	394.903***	364.877***	573.779***	565.158***	960.437***	394.474***
Pesaran scaled LM	22.526***	20.301***	35.786***	35.146***	64.446***	22.495***
Bias-corrected scaled LM	22.246***	20.021***	35.506***	34.866***	64.166***	22.215***
Pesaran CD	2.947***	-0.033	6.425***	16.654***	16.948***	7.021***

Note: *** denotes rejecting the null hypothesis at a 1% level.

Source: The authors' calculation using EViews 10.

Given the above, we apply the unit root tests that allow cross-section dependence, such as the CADF and KY, whose results are presented in Table 2. In levels, in the case of the CADF test, the FDI is stationary with a significance level of 1%, while for the KT test, the variables ECI, ECI2, and TAX would be stationary at the same significance level. The evidence is not conclusive. In the first difference, all variables reject the null hypothesis of unit root at 1% significance in both tests. Therefore, some variables are stationary in levels, and others are most integrated of order 1. The panel autoregressive distributed lag (ARDL) model may be appropriate even if the variables follow different integration orders, between $I(0)$ and $I(1)$ or a mixture of both but not of order $I(2)$ (Pesaran *et al.*, 1999).

TABLE 2
RESULTS OF THE UNIT ROOT TEST

<i>Results of CSD tests</i>	<i>CADF</i>	<i>KT</i>
LoCaFa	-2.573	-2.450
ECI	-2.056	-5.940***
ECI2	-2.047	-3.915***
REC	-2.659	-1.889
FDI	-3.285***	-5.841
TAX	-2.419	-5.310***
<i>Variable (first difference)</i>	<i>CADF</i>	<i>KT</i>
Δ LoCaFa	-3.897***	-46.748***
Δ ECI	-4.742***	-34.120***
Δ ECI2	-4.356***	-33.111***
Δ REC	-3.928***	-31.500***
Δ FDI	-4.300***	-33.258***
Δ TAX	-3.878***	-28.643***

*** and ** reject the null hypothesis at 1 and 5% levels, respectively.

Source: The authors' calculation using Stata 16.0.

Based on these results, the ARDL panel model is estimated (Table 3). The long-term results show evidence of a U-shaped relationship between economic complexity and sustainability. A statistically significant positive relationship exists between REC and TAX on sustainability. In the short term, the positive effect of REC on sustainability is confirmed, while FDI has a negative impact. The error correction term is negative and statistically significant, which indicates the speed of adjustment towards equilibrium and infers the long-term equilibrium or cointegration relationship between the variables.

TABLE 3
ARDL MODEL

	<i>Long Run Coefficient</i>	<i>t-Statistic (Prob)</i>
ECI	-0.483*	-1.932 (0.054)
ECI2	0.764**	2.527 (0.012)
REC	0.047***	4.948 (0.000)
FDI	3.87E-07	0.077 (0.937)
TAX	0.293***	2.922 (0.003)
	<i>Short Run Coefficient</i>	<i>t-Statistic (Prob)</i>
COINTEQ01	-0.105***	-2.621 (0.009)
D(ECI)	-0.430	-1.156 (0.248)
D(ECI2)	-0.363	-1.028 (0.304)
D(REC)	0.016**	2.240 (0.025)
D(FDI)	-2.34E-05*	-1.916 (0.056)
D(TAX)	-0.046	-0.734 (0.453)
Constant	-0.024	-0.905 (0.365)

Note: ***, **, and * reject the null hypothesis at 1, 5, and 10% levels, respectively.

Source: The authors' calculation using Stata 16.0.

In addition, Pedroni (1999, 2004) and Westerlund (2005) cointegration tests are applied to verify the cointegration relationship between the variables. All statistics show a long-run equilibrium relationship between the variables (Table 4).

TABLE 4
RESULTS OF THE COINTEGRATION TESTS

<i>Pedroni test</i>	<i>Westerlund test</i>
Modified Phillips-Perron t	Statistic
-2.022**	3.548***
Phillips-Perron t	
-3.176***	
Augmented Dickey-Fuller t	
-3.372***	

Note: *** and ** reject the null hypothesis at 1 and 5% levels, respectively.

Source: The authors' calculation using Stata 16.0.

Because there is cross-sectional dependence between the variables, the FGLS and PCSE methods will be applied to estimate the long-term parameters. The results of the first two methods are presented in Table 5. In both cases, there is evidence of a U-shaped relationship between economic complexity and sustainability, i.e., in the early stages, higher economic complexity reduces sustainability, but after a certain level, there is a turning point, and the relationship becomes positive; higher

levels of economic complexity increase environmental sustainability. These results are similar to those found in Dogan and Pata (2022) for the G7 countries and in Djedaïet *et al.* (2024) for seven African OPEC-producing countries, where in both studies, the relationship between income level and sustainability is considered, and not economic complexity. The same is true for RE for both methods; higher renewable energy consumption improves sustainability. Similar results are found in Dogan and Pata (2022) for the G7 countries and Wolde-Rufael and Mulat-Weldemeskel (2022) for 18 Latin American and Caribbean (LAC) countries, where a positive relationship between renewable energy and environmental quality is demonstrated.

On the other hand, the effect of FDI is minimal, close to 0, but statistically significant, so that FDI positively affects environmental sustainability in the selected Latin American countries. The PHaloH is validated. These results are in line with those of Vu Hoang (2023) for 47 middle-income countries (1991-2018) where FDI reduces environmental pollution and are different from those found by Balsalobre-Lorente *et al.* (2023) for the BRICS countries for the period (1995 to 2020) where FDI deteriorates environmental sustainability.

TABLE 5
LONG-TERM COEFFICIENTS RESULTS

Variable	FGLS Coefficients	PCSE Coefficients
ECI	-0.743***	-0.790***
ECI2	0.343***	0.353**
REC	0.015***	0.015***
FDI	0.000***	0.000**
TAX	0.103***	0.103
Constant	1.050***	1.054***

Note: *** and ** reject the null hypothesis at 1% and 5% levels, respectively.

Source: The authors' calculation using Stata 16.0.

In the TAX case, the FGLS method confirms a positive and statistically significant relationship: a higher regional tax rate improves environmental sustainability. These results are similar to those reported by Wolde-Rufael and Mulat-Weldemeskel (2022) for 18 Latin American and Caribbean (LAC) countries and Saqib *et al.* (2023) in the G-10 countries; in both cases, the environmental tax rate reduces carbon dioxide emissions and increases environmental sustainability.

TABLE 6
QUANTILE ESTIMATION RESULTS

Variable	Quantiles								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
ECI	-0.189	-0.312**	-0.416***	-0.461***	-0.720***	-0.862***	-1.004***	-1.190***	-1.583***
ECI2	-0.529***	-0.3478*	-0.195	-0.130	-0.249	0.458*	0.667**	0.941***	1.517***
REC	0.005	0.007*	0.009**	0.009*	0.014***	0.016***	0.018***	0.021***	0.027**
FDI	0.000***	0.000**	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.000*	0.000
TAX	-0.292**	-0.211*	-0.142	-0.113	0.057	0.151	0.245	0.367	0.626**
Constant	0.734***	0.800***	0.855***	0.879***	1.017***	1.092***	1.168***	1.267***	1.476**

Note: ***, **, and * reject the NH at 1%, 5%, and 10% levels, respectively.

Source: The authors' calculation using Stata 16.0.

The long-term parameters are also tested by the quantile regression method of moments (Table 6). The relationship between economic complexity and environmental sustainability is confirmed in the sixth to ninth quantile in the upper part of the distribution. That is, at the top of the distribution, greater economic complexity contributes to higher environmental quality in the selected Latin American countries. Higher levels of economic complexity generate greater capacity to produce and export complex products with higher added value in these countries. In this sense, new technologies emerge with structural change due to replacing old technologies that cause environmental pollution since medium and high economic complexity provide cleaner technologies and the knowledge necessary to improve environmental standards (Pata, 2021). In the case of REC, the positive impact on sustainability is confirmed from the second to the ninth quantile. These results confirm the importance of supporting the production and consumption of renewable energy in the region. In the case of FDI, a minimal effect close to 0 but statistically significant is also confirmed. It implies that the impact of FDI has not significantly contributed to improving quality in Latin America. Believing that FDI alone can solve the environmental problem is a mistake. More comprehensive and strict environmental policies are needed to help reduce environmental degradation. In the case of taxes, the relationship seems negative in the lower part of the distribution in the first and second quantiles. In contrast, in the upper part of the distribution (ninth quantile), the relationship is positive on sustainability. It confirms what Wolde-Rufael and Mulat-Weldemeskel (2022) pointed out: LAC countries have been slow to implement environmental taxes. Because of this, the effects of their sustainability improvement are not

clear in the quantile regression. The environmental tax in LAC is lower than that of OECD countries and the one proposed by the World Bank to meet global CO₂ emissions reduction targets (Wolde-Rufael and Mulat-Weldemeskel, 2022).

TABLE 7
CAUSALITY TEST RESULTS

Variables	LoCaFa	ECI	REC	FDI	TAX
LoCaFa	-	2.620***	1.470	-0.440	-2.700***
ECI	3.330***	-	-2.680***	-4.720***	-1.150
REC	2.230**	0.510	-	-0.450	-0.450*
FDI	-0.280	-0.280	-0.940	-	-3.650***
TAX	6.250***	-2.060**	0.260	-0.270	-

Note: ***, **, and * denote rejecting the null hypothesis at the 1, 5, and 10% levels, respectively.

Source: The authors' calculation using Stata 16.0.

The new Granger causality test proposed by Juodis *et al.* (2021) is also applied, presented in Table 7.

The results show evidence of a bidirectional causal relationship between sustainability and economic complexity, and between environmental tax and sustainability; these variables are complementary. The importance of the predictive power of economic complexity and environmental tax on environmental sustainability is highlighted. In addition, there are unidirectional causal relationships from renewable energy and FDI on economic complexity; that is, any movement of these variables has a predictive power on sustainability. Also, there is evidence of causality from the environmental tax and sustainability on renewable energy consumption, and from the environmental tax on FDI. In addition, there is a causal relationship from economic complexity on the environmental tax.

CONCLUSIONS

This paper studies the influence of economic complexity, environmental taxes, renewable energy, and foreign direct investment on environmental sustainability in 14 Latin American countries selected from 1995 to 2020. Cross-sectional dependence, unit root, cointegration, and causality tests were applied, and long-term parameters were estimated with methods robust to cross-sectional dependence. In addition, the moment quantile regression method was used. The results show evidence of cross-sectional dependence; the series are stationary in first

differences, and the variables show a long-term equilibrium relationship. In the long term, with the FGLS and PCSE methods, the relationship between economic complexity and sustainability is U-shaped. It is confirmed in the quantiles in the upper part of the distribution. The LCC hypothesis is validated. In this same sense, renewable energy and FDI have a positive relationship with sustainability and are confirmed in most of the quantiles of the distribution. The PHaloH, which postulates that FDI helps reduce pollution, is also validated. The tax rate also has a positive relationship and is only confirmed at the 0.9 quantile. These results are essential for these countries' governments and economic and environmental policymakers. Economic complexity, renewable energy, and environmental tax rates can help improve environmental sustainability in these countries. In these countries, it is important that environmental policies promote the consumption and production of renewable and clean energy and increase environmental tax rates to reduce carbon dioxide emissions in line with global goals. Furthermore, it is imperative to boost economic complexity through policies that encourage the development of technology and human capital, generating cleaner technologies and the knowledge necessary to improve environmental standards. One of the limitations of this study is the availability of data for a more extended period in all Latin American and Caribbean countries. In future research, other variables can be analyzed, such as the effect of poverty and income inequality on environmental sustainability.

REFERENCES

- Abumunshar, M. Aga, M., & Samour, A. (2020). Oil Price, Energy Consumption, and CO2 Emissions in Turkey. New Evidence from a Bootstrap ARDL Test. *Energies*, 13(21), 5588. <https://doi.org/10.3390/en13215588>
- Adebayo T.S., Altuntaş M., Goyibnazarov S., Agyekum E.B., Zawbaa H.M. & Kamel S. (2022). Dynamic effect of disintegrated energy consumption and economic complexity on environmental degradation in top economic complexity economies. *Energy Reports* 8, 12832-12842. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.09.161>
- Agozie, D. Q., Gyamfi, B. A., Bekun, F. V., Ozturk, I. & Taha, A. (2022). Environmental Kuznets Curve hypothesis from lens of economic complexity index for BRICS: Evidence from second generation panel analysis. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 53, 102597. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.102597>

- Ahmad, M., Ahmed, Z., Majeed, A. & Huang, B. (2021). An environmental impact assessment of economic complexity and energy consumption: Does institutional quality make a difference? *Environmental Impact Assessment Review*, 89, 106603. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106603>
- Alvarado, R., Tillaguango, B., Dagar, V., Ahmad, M., Işık, C., Méndez, P. & Toledo, E. (2021). Ecological footprint, economic complexity and natural resources rents in Latin America: Empirical evidence using quantile regressions. *Journal of Cleaner Production*, 318, 128585. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128585>
- An, H., Razzaq, A., Haseeb, M. & Mihardjo, L. W. W. (2020). The role of technology innovation and people's connectivity in testing environmental Kuznets curve and pollution heaven hypotheses across the Belt and Road host countries: new evidence from Method of Moments Quantile Regression. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(5), 5254-5270. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10775-3>
- Balsalobre-Lorente, D., Parente, C. C. D. S., Leitão, N. C. & Cantos-Cantos, J. M. (2023). The influence of economic complexity processes and renewable energy on CO2 emissions of BRICS. What about industry 4.0? *Resources Policy*, 82, 103547. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103547>
- Balsalobre-Lorente, D., Nur, T., Topaloglu, E. E. & Evcimen, C. (2024a). Assessing the impact of the economic complexity on the ecological footprint in G7 countries: Fresh evidence under human development and energy innovation processes. *Gondwana Research*, 127, 226-245. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2023.03.017>
- Balsalobre-Lorente, D., Nur, T., Topaloglu, E. E. & Evcimen, C. (2024b). The dampening effect of geopolitical risk and economic policy uncertainty in the linkage between economic complexity and environmental degradation in the G-20. *Journal of Environmental Management*, 351, 119679. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119679>
- Baumol, W. J. & Oates, W. E. (1988). *The Theory of Environmental Policy*. <https://doi.org/10.1017/cbo9781139173513>
- Birdsall, N. & Wheeler, D. (1993). Trade policy and industrial pollution in Latin America: Where are the pollution havens? *The Journal of Environment & Development*, 21(1), 137-149. <http://www.jstor.org/stable/44319368>
- Can, M. & Gozgor, G. (2017). The impact of economic complexity on carbon emissions: evidence from France. *Environmental Science And Pollution Research*, 24(19), 16364-16370. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9219-7>
- Chiriluș, A. & Costea, A. (2023). The Effect of FDI on environmental degradation in Romania: Testing the pollution haven hypothesis. *Sustainability*, 15(13), 10733. <https://doi.org/10.3390/su151310733>
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A survey. *Ecological Economics*, 49(4), 431-455. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.02.011>

- Djedaiet, A., Ayad, H. & Ben-Salha, O. (2024). Oil prices and the load capacity factor in African oil-producing OPEC members: Modeling the symmetric and asymmetric effects. *Resources Policy*, 89, 104598. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104598>
- Dogan, A. & Pata, U. K. (2022). The role of ICT, R&D spending and renewable energy consumption on environmental quality: Testing the LCC hypothesis for G7 countries. *Journal of Cleaner Production*, 380, 135038. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135038>
- ECLAC. (2023). Foreign Direct Investment in Latin America and the Caribbean 2023. Retrieved August 30. <https://www.cepal.org/en/publications/48979-foreign-direct-investment-latin-america-and-caribbean-2023>.
- Fang, Z., Wang, T. & Yang, C. (2024). Nexus among natural resources, environmental sustainability, and political risk: Testing the load capacity factor curve hypothesis. *Resources Policy*, 90, 104791. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.104791>
- Global Footprint Network (2024b, abril 14). Our work - Global Footprint network. <https://www.footprintnetwork.org/our-work/>
- Gómez, M. & Rodríguez, J. C. (2024). Analysis of the Convergence of Environmental Sustainability and Its Main Determinants: The Case of the Americas (1990–2022). *Sustainability*, 16(16), 6819. <https://doi.org/10.3390/su16166819>
- Gómez, M. & Rodríguez, J. C. (2020). The Ecological Footprint and Kuznets Environmental Curve in the USMCA Countries: A Method of Moments Quantile Regression Analysis. *Energies*, 13(24), 6650. <https://doi.org/10.3390/en13246650>.
- Grossman, G. M. & Krueger, A. B. (1991). *Environmental impacts of a North American free trade agreement*. <http://dx.doi.org/10.3386/w3914>
- Hassan, S. T., Batool, B., Wang, P., Zhu, B. & Sadiq, M. (2023). Impact of economic complexity index, globalization, and nuclear energy consumption on ecological footprint: First insights in OECD context. *Energy*, 263, 125628. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.125628>
- Hausmann, R., Hidalgo, C., Bustos, S., Coscia, M., Chung, S., Jimenez, J., Simoes, A. & Yildirim, M. (2011). *The Atlas of Economic Complexity*. MIT Press.
- Hausmann, R., Hidalgo, C., Bustos, S., Coscia, M., Chung, S., Jimenez, J., Simoes, A., & Yildirim, M. (2014). *The Atlas of Economic Complexity*. MIT Press.
- Hayat, A. (2019). Foreign direct investments, institutional quality, and economic growth. *Journal of International Trade & Economic Development*, 28(5), 561–579. <https://doi.org/10.1080/09638199.2018.1564064>
- Hidalgo, C. A., Klinger, B., Barabási, A. & Hausmann, R. (2007). The Product Space Conditions the Development of Nations. *Science*, 317(5837), 482–487. <https://doi.org/10.1126/science.1144581>
- Hidalgo, C. A. (2023). The policy implications of economic complexity. *Research Policy*, 52(9), 104863. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2023.104863>

- Huang, Y., Chen, F., Wei, H., Xiang, J., Xu, Z. & Akram, R. (2022). The Impacts of FDI Inflows on Carbon Emissions: Economic Development and Regulatory Quality as Moderators. *Frontiers in Energy Research*, 9. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2021.820596>
- Ike, G. N., Usman, O. & Sarkodie, S. A. (2019). Testing the role of oil production in the environmental Kuznets curve of oil producing countries: New insights from Method of Moments Quantile Regression. *The Science of the Total Environment*, 711, 135208. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135208>
- Juodis, A., Karavias, Y. & Sarafidis, V. (2021). A homogeneous approach to testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Empirical Economics*, 60(1), 93-112. <https://doi.org/10.1007/s00181-020-01970-9>
- Karavias, Y. & Tzavalis, E. (2014). Testing for unit roots in short panels allowing for a structural break. *Computational Statistics & Data Analysis*, 76, 391-407. <https://doi.org/10.1016/j.csda.2012.10.014>
- Koenker, R. (2004). Quantile regression for longitudinal data. *Journal of Multivariate Analysis*, 91(1), 74-89. <https://doi.org/10.1016/j.jmva.2004.05.006>
- Li J., Cheng L. & Zhang T. (2017). Does foreign direct investment have the pollution halo effect? China population. *Resources and Environment*. 27(10), 74-83. <https://doi.org/10.1016/j.igd.2023.100086>
- Machado, J. A. & Silva, J. S. (2019). Quantiles via moments. *Journal of Econometrics*, 213(1), 145-173. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2019.04.009>
- Nan, S., Huo, Y., You, W. & Guo, Y. (2022). Globalization spatial spillover effects and carbon emissions: What is the role of economic complexity? *Energy Economics*, 112, 106184. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.106184>
- Neagu, O. (2019). The Link between Economic Complexity and Carbon Emissions in the European Union Countries: A Model Based on the Environmental Kuznets Curve (EKC) Approach. *Sustainability*, 11(17), 4753. <https://doi.org/10.3390/su11174753>
- OECD. (2021). Environmental Tax. Recuperado 5 de julio de 2024, de <https://www.oecd.org/en/data/indicators/environmental-tax.html>
- Pata, U. K. (2021). Renewable and non-renewable energy consumption, economic complexity, CO2 emissions, and ecological footprint in the USA: testing the EKC hypothesis with a structural break. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(1), 846-861. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10446-3>
- Pedroni, P. (1999). Critical Values for Cointegration Tests in Heterogeneous Panels with Multiple Regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61(s1), 653-670. <https://doi.org/10.1111/1468-0084.61.s1.14>
- Pedroni, P. (2004). Panel Cointegration: Asymptotic and Finite Sample Properties of Pooled Time Series Tests With an Application to the PPP Hypothesis. *Econometric Theory*, 20 (03). <https://doi.org/10.1017/s0266466604203073>

- Pesaran, M. H., Shin, Y. & Smith, R. P. (1999). Pooled Mean Group Estimation of Dynamic Heterogeneous Panels. *Journal of the American Statistical Association*, 94(446), 621. <https://doi.org/10.2307/2670182>
- Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265-312. <https://doi.org/10.1002/jae.951>
- Rafei, M., Esmaili, P. & Balsalobre-Lorente, D. (2022). A step towards environmental mitigation: How do economic complexity and natural resources matter? Focusing on different institutional quality level countries. *Resources Policy*, 78, 102848. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102848>
- Saqib, N., Radulescu, M., Usman, M., Balsalobre-Lorente, D. & Cilan, T. (2023). Environmental technology, economic complexity, renewable electricity, environmental taxes and CO2 emissions: Implications for low-carbon future in G-10 bloc. *Heliyon*, 9(6), e16457. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16457>
- Shahzad, U., Fareed, Z., Shahzad, F. & Shahzad, K. (2021). Investigating the nexus between economic complexity, energy consumption and ecological footprint for the United States: New insights from quantile methods. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123806. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123806>
- Siche, R., Pereira, L., Agostinho, F. & Ortega, E. (2010). Convergence of ecological footprint and emergy analysis as a sustainability indicator of countries: Peru as case study. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 15(10), 3182-3192. <https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2009.10.027>
- Sun, Y., Bao, Q., Siao-Yun, W., Islam, M. U. & Razzaq, A. (2022). Renewable energy transition and environmental sustainability through economic complexity in BRICS countries: Fresh insights from novel Method of Moments Quantile regression. *Renewable Energy*, 184, 1165-1176. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.12.003>
- Swart, J. & Brinkmann, L. (2020). Economic Complexity and the Environment: Evidence from Brazil. *En World sustainability series* (pp. 3-45). https://doi.org/10.1007/978-3-030-30306-8_1
- Taghvaei, V. M., Nodehi, M. & Saboori, B. (2022). Economic complexity and CO2 emissions in OECD countries: sector-wise Environmental Kuznets Curve hypothesis. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(53), 80860-80870. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21491-5>
- Tchouto, J. T. (2023). An empirical assessment on the leveraging evidence of economic complexity under environmental kuznets curve hypothesis: A comparative analysis between Nordic and Non-Nordic European countries. *Innovation and Green Development*, 2(4), 100074. <https://doi.org/10.1016/j.igd.2023.100074>
- The Atlas of Economic Complexity by @HarvardGrwthLab*. (s. f.). (accessed on 1 June 2024). <https://atlas.cid.harvard.edu/>

- Tsoy, L. & Heshmati, A. (2023). Is FDI inflow bad for environmental sustainability? *Environment Development and Sustainability*, 26(11), 28843-28858. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03844-3>
- Vu H. T., Ninh P.L., Nga T.P.L. & Khoa D.D. (2023). How Do Foreign Direct Investment and Economic Growth Affect Environmental Degradation? Evidence From 47 Middle-Income Countries. Scientific Papers of the University of Pardubice. Series D, *Faculty of Economics and Administration*, 31(1). <https://doi.org/10.46585/sp31011671>
- Walter, I. & Ugelow, J. L. (1969). Environmental policies in developing countries. *Ambio*, 8(2-3), 102-109. <https://www.jstor.org/stable/4312437>
- Wang, A., Rauf, A., Ozturk, I., Wu, J., Zhao, X. & Du, H. (2024). The key to sustainability: In-depth investigation of environmental quality in G20 countries through the lens of renewable energy, economic complexity and geopolitical risk resilience. *Journal of Environmental Management*, 352, 120045. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120045>
- Westerlund, J. (2005). New Simple Tests for Panel Cointegration. *Econometric Reviews*, 24(3), 297-316. <https://doi.org/10.1080/07474930500243019>
- Wolde-Rufael, Y. & Mulat-Weldemeskel, E. (2022). The moderating role of environmental tax and renewable energy in CO2 emissions in Latin America and Caribbean countries: Evidence from method of moments quantile regression. *Environmental Challenges*, 6, 100412. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100412>
- World Bank Open Data. (2024). World Bank Open Data. (accessed on 5 July 2024). <http://data.worldbank.org/>
- Xiao, J., Karavias, Y., Juodis, A., Sarafidis, V. & Ditzen, J. (2023). Improved tests for Granger noncausality in panel data. *The Stata Journal Promoting Communications on Statistics and Stata*, 23(1), 230-242. <https://doi.org/10.1177/1536867x231162034>
- Xie, Q., Wang, X. & Cong, X. (2020). How does foreign direct investment affect CO2 emissions in emerging countries? New findings from a nonlinear panel analysis. *Journal of Cleaner Production*, 249, 119422. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119422>
- Yi, J., Hou, Y. & Zhang, Z. Z. (2023). The impact of foreign direct investment (FDI) on China's manufacturing carbon emissions. *Innovation and Green Development*, 2(4), 100086. <https://doi.org/10.1016/j.igd.2023.100086>
- You, W., Zhang, Y. & Lee, C. (2022). The dynamic impact of economic growth and economic complexity on CO2 emissions: An advanced data panel estimation. *Economic Analysis and Policy*, 73, 112-128. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2021.11.004>



ECONOMÍA ACTUAL

Revista de Análisis de Coyuntura Económica

ISSN 2594-0066

**Año 18, No. 2,
abril - junio 2025**

Presupuesto de Egresos 2025 en México y su Asignación al Rubro de Educación
Ma. del Carmen Salgado Vega y Octavio C. Bernal Ramos

La (des)integración de América del Norte y el impacto de los aranceles en las exportaciones mexicanas
Erik Aarón Jiménez Villanueva

Donald Trump 2.0: política comercial y posibles escenarios para México
Gerardo Enrique del Rivero Maldonado y Osvaldo Urbano Becerril Torres

Factores que inciden en la alimentación local en Malinalco, 2019-2023
Wendy Elizabeth Garces Estrada y Javier Jesús Ramírez Hernández

Percepción de la corrupción de México y sus entidades: un análisis de sus instituciones y sectores
Dulce Albarrán Macías y Maryfer Parrilla Escalona

Desempeño de las Universidades Politécnicas y Tecnológicas en el Estado de México mayo - agosto 2024
María Teresa Antonio Javier y Román Villanueva Tostado

Desempeño del mercado laboral en México: población no económicamente activa e informalidad, 2021-2024
Alma Yeni Barrios Márquez y Oscar Barrios Márquez

Cambios en la Percepción de inseguridad en el Estado de México, 2019-2024
Jorge Luis Moranchel Bustos y Dulce Albarrán Macías

Inflación y salario mínimo real para México, 2019-2025
Miguel Ángel Díaz Carreño

Aranceles, nearshoring y comercio en la nueva era de Trump
Brenda Murillo Villanueva y Rodrigo Alfonso Morales López

Aranceles y Textiles: El retorno de la Sustitución de Importaciones en México 2010-2023
Fatyma Susana Flores Ledezma y César Leonel Mejía Avilés

La digitalización y el crecimiento de los servicios financieros 2018-2024
Barbara Ordoñez Segura y María Teresa Antonio Javier

Las exportaciones agropecuarias de México de frente a la nueva administración de Trump
Laura Elena del Moral Barrera y Jaime Alberto Rangel Bernal

**Disponible de acceso abierto en el repositorio
de la Facultad de Economía de la UAEMéx en:**

<https://economia.uaemex.mx/investigaci%C3%B3n/publicaciones/revista-econom%C3%ADa-actual.html>

La productividad en las Pymes manufactureras mexicanas en 2015 y 2018, un enfoque desde los microdatos¹

ADRIANA BECERRIL GUTIÉRREZ*
PABLO MEJÍA REYES**

RESUMEN

El objetivo de este artículo es estimar la Productividad Total de los Factores (PTF) en las pequeñas y medianas empresas (Pymes) para los años 2015 y 2018 a través de una función de producción Cobb-Douglas, considerando como insumos al capital físico, trabajo, consumo de energía, materiales y servicios. Se utilizan los microdatos de la Encuesta Nacional de Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas. Los resultados indican que los materiales tienen un coeficiente elevado en las Pymes manufactureras mexicanas, seguido del capital. Además, las empresas basadas en la ciencia obtienen mejores resultados en la estimación de la PTF, mientras que las intensivas en escala y las dominadas por el proveedor presentan un nivel medio de PTF, y las de oferentes especializados tienen un comportamiento inferior en la PTF.

Palabras clave: productividad, pymes manufactureras, microdatos.

Clasificación JEL: C10, C14, D24.

* Egresada del Doctorado en Ciencias Económico-Administrativas, Facultad de Economía, Universidad Autónoma del Estado de México, México. Correo-e: adriana.becerril@hotmail.com. ORCID: 0009-0004-2828-660X.

** Profesor-investigador, Facultad de Economía, Universidad Autónoma del Estado de México, México. Correo-e: pmejia@yaho.co.uk. ORCID: 0000-0002-9222-1526.

¹ Se agradece al Laboratorio de Microdatos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) por las facilidades otorgadas para el acceso a la información a los microdatos de la ENAPROCE mediante el proyecto LM 2053. Las conclusiones y opiniones expresadas en esta investigación es responsabilidad de los autores y no forman parte de las estadísticas oficiales del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica ni del INEGI.

ABSTRACT

Productivity in Mexican manufacturing SMEs in 2015 and 2018, an approach from microdata

The objective of this paper is to estimate Total Factor Productivity (TFP) in Mexican manufacturing small and medium-sized enterprises (SMEs) for the years 2015 and 2018 through a Cobb-Douglas production function, considering physical capital, labor, energy consumption, materials and services as inputs. We use microdata from the National Survey of Productivity and Competitiveness of Micro, Small and Medium Enterprises. The results indicate that materials have a high coefficient in Mexican manufacturing SMEs, followed by capital. In addition, science-based firms perform better in the TFP estimation, while scale-intensive and supplier-dominated firms have a medium level of TFP, and specialized suppliers have a lower TFP performance.

Keywords: productivity, manufacturing SMEs, microdata.

JEL Classification: C10, C14, D24.

INTRODUCCIÓN

La productividad es una medida de la eficiencia con la que se utilizan los recursos para producir bienes y servicios. La productividad se puede medir a nivel de empresa, industria, región o país, y se suele expresar como la relación entre el valor de la producción y el valor de los insumos utilizados. Su importancia radica en que tiene implicaciones tanto para la economía en su conjunto como para las empresas. Para la economía, la productividad es un determinante clave del crecimiento económico y el bienestar de un país, lo que, a su vez, permite aumentar el ingreso per cápita, el poder adquisitivo y la demanda de bienes y servicios, reduciendo con ello la pobreza (Banco de México, 2018; Dieppe *et al.*, 2021; Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2015; Remes *et al.*, 2018). Para las empresas, la productividad es un indicador clave del éxito, competitividad, crecimiento y desempeño empresarial, ya que, al existir mayores ganancias, existen mayores posibilidades de ganar mercado, invertir, crear empleos e internacionalizarse (Cammerraat *et al.*, 2021).

En México, se observa una notable brecha entre las grandes empresas y las Pymes del sector manufacturero. En 2020, las grandes empresas aportaron el 94.9% de las exportaciones, mientras que las Pymes contribuyeron con el 5.0% de las exportaciones (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2022). Asimismo, de las 579,800 unidades económicas del sector manufacturero, el 0.8% (4,500 unidades económicas) son grandes empresas que generan el 75.5% del valor agregado, mientras que las Pymes tienen una participación de 5.5% en el total de las unidades económicas y contribuyen con el 21.2% del valor agregado (INEGI, 2020).²

A pesar de su menor tamaño, las Pymes son fundamentales para la economía mexicana. De acuerdo con el Censo Económico de 2018, estas empresas constituyen el 12.1% de las unidades económicas del país y generan el 17.5% del valor agregado bruto de la industria (INEGI, 2020). Se caracterizan por su capacidad de innovación, adaptación y diversificación, así como por su potencial para crear empleos y exportar sus productos al extranjero, además de que son las principales proveedoras de bienes intermedios y finales para otros sectores económicos, como el automotriz, el eléctrico, el electrónico, el textil y el alimentario (Demuner y Mercado, 2011). Sin embargo, las Pymes manufactureras también enfrentan diversos retos y desafíos, tales como la falta de financiamiento, la escasez de capital humano calificado, la competencia desleal, la inseguridad, la informalidad y la regulación excesiva (INEGI, 2018).

Por lo anterior, hay indicios para pensar que existe una baja productividad de las Pymes manufactureras. Por ello, considerando la importancia que tienen para la economía mexicana, el gobierno y la iniciativa privada han emprendido acciones con el fin de apoyarlas (Banco Mundial, 2021). No obstante, para instrumentar políticas públicas y programas de apoyo efectivos, es imprescindible una medición adecuada de su productividad que permita identificar sus fortalezas y debilidades, así como las áreas de oportunidad para mejorar su eficiencia y calidad.

Sin embargo, medir la productividad no es una tarea sencilla. En la literatura se ha medido la productividad empleando índices unifactoriales o multifactoriales (CEPAL, 2016). Los primeros solo consideran un factor de producción por lo que son fáciles de calcular y tienen datos

² Las microempresas aportan el 0.1% de las exportaciones, representan el 93.7% de las unidades económicas y generan el 3.2% del valor agregado.

disponibles, pero no consideran todos los factores del proceso productivo ni sus interacciones, lo que puede dar una visión parcial o distorsionada de la productividad real de una empresa o sector (Dieppe *et al.*, 2021 y CEPAL, 2016). Los segundos miden la producción por unidad de varios factores como trabajo, capital y energía. Se expresan mediante la PTF, que refleja la parte de la producción que no se explica por los factores tradicionales y que se atribuye a la tecnología, la innovación y otros factores intangibles (Solow, 1956). Aunque estos índices muestran la eficiencia técnica y el progreso, son más complejos de calcular y requieren más información (CEPAL, 2016).

Además, las metodologías para medir la PTF varían según el nivel de agregación. Los estudios macro utilizan datos agregados de la economía, basándose en cuentas nacionales, pero pueden ocultar la heterogeneidad entre unidades productivas y presentar problemas de calidad de datos. En contraste, los estudios micro ofrecen una visión más detallada y dinámica, capturando la diversidad de las unidades productivas. Recientemente, ha crecido el interés en el análisis microeconómico debido a la disponibilidad de datos desagregados y avances en métodos estadísticos, lo que permite entender mejor el comportamiento de los agentes económicos y evaluar el impacto de políticas públicas. En este sentido, la Encuesta Nacional de Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (ENAPROCE) constituye una fuente valiosa de información detallada de las Pymes manufactureras, sin embargo, su aplicación en investigaciones anteriores ha tenido un alcance limitado, ya que rara vez se ha utilizado para medir la productividad mediante técnicas estadísticas avanzadas que aborden problemas como la simultaneidad y la selectividad que surgen al calcular la PTF utilizando Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO).

Aunado a lo anterior, haciendo una revisión de los estudios de la PTF en el sector industrial mexicano (se puede ver con mayor detalle en la sección 2.2.), generalmente se emiten los resultados de una manera generalizada y se tiende a ignorar los efectos moderadores relacionados con el ambiente, por lo que bajo una perspectiva de la teoría de la contingencia, valdría la pena determinar la PTF de las Pymes manufactureras conforme a las características tecnológicas de las empresas que permita entender bajo ciertos contextos tecnológicos, cómo varía la productividad por tipo de empresa.

En ese contexto, el objetivo del presente estudio es doble. En primer lugar, estimar los parámetros de la función de producción Cobb-Douglas de las Pymes del sector manufacturero en México empleando los microdatos de la ENAPROCE. El segundo lugar, extender la investigación más allá de las generalizaciones habituales en la literatura y proponer un análisis diferenciado según los contextos tecnológicos de las empresas, basado en los principios de la teoría de la contingencia, por lo que se calcula la PTF por trayectoria tecnológica de acuerdo con la taxonomía propuesta por Pavitt (1984).³

Al respecto, existen varias clasificaciones alternativas a la taxonomía de Pavitt (1984) que incorporan aspectos como servicios, TIC, dimensiones organizativas y paradigmas tecnológicos (Castellacci, 2008; Evangelista *et al.*, 1997; Marsili, 2001; Pavitt y Patel, 1995). Sin embargo, la taxonomía de Pavitt sigue siendo una herramienta válida y ampliamente utilizada para analizar la innovación en el sector manufacturero mexicano, especialmente en Pymes, como lo demuestran estudios de Dutrénit y Capdevielle (1993), Pérez (2008) y Rendón *et al.* (2013). Además, Bogliacino y Pianta (2016) destacan su vigencia tras adecuaciones para incluir sectores de servicios intensivos en TIC. Por tanto, aunque requiere actualización, esta investigación mantiene la taxonomía de Pavitt (1984) como marco adecuado para clasificar y evaluar el perfil tecnológico de las Pymes manufactureras mexicanas.

El artículo se estructura en cinco apartados adicionales. El primero presenta una revisión teórica y empírica sobre el concepto y la medición de la productividad. El segundo describe los antecedentes empíricos sobre las brechas de la productividad y de los artículos que han medido la PTF en el sector manufacturero mexicano empleando una función de producción Cobb-Douglas. El tercero explica la fuente de datos, las variables y la metodología utilizada para el análisis empírico. El cuarto presenta los resultados obtenidos y su discusión. El quinto ofrece las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio. Con esta investigación se espera contribuir a una comprensión más matizada de la productividad en las Pymes manufactureras mexicanas y proporcionar bases sólidas para futuras políticas públicas orientadas a mejorar su desempeño.

³ Aunque la taxonomía de Pavitt (1984) tiene limitaciones, se utiliza en esta investigación debido a su amplia validación, especialmente en el trabajo de Dutrénit y Capdevielle (1993), que aplicó esta clasificación al sector manufacturero mexicano con resultados relevantes. Además, es adecuada para clasificar y evaluar el perfil tecnológico de las Pymes manufactureras mexicanas, al capturar diferencias en patrones de innovación según características tecnológicas y su entorno.

1. MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

La PTF, como medida multifactorial de la productividad, se calcula mediante diversas metodologías,⁴ adoptando en este caso un enfoque econométrico.⁵ Las metodologías pueden ser macro, enfocadas en la productividad agregada de países, regiones o industrias, o micro, centradas en la productividad a nivel de empresa o planta. Los estudios macro suelen usar contabilidad del crecimiento, mientras que los estudios micro han aumentado gracias al acceso a microdatos y nuevas técnicas estadísticas (Del Gatto *et al.*, 2011). Los métodos semiparamétricos son comunes para evitar problemas de simultaneidad y selectividad en las estimaciones por MCO.

En particular, la PTF también se conoce como el residuo de Solow, en honor al economista Robert Solow, quien en 1956 desarrolló un modelo neoclásico que explica el crecimiento de una economía a partir de la función de producción Cobb-Douglas, que depende de dos factores: el capital y el trabajo. La función de producción Cobb-Douglas asume que el producto es una función homogénea de grado uno de los factores de producción, es decir, que presenta rendimientos constantes a escala y supone que el progreso técnico es neutral y exógeno. La función de producción Cobb-Douglas tiene la siguiente forma:

$$Y_{it} = A_{it} K_{it}^{\beta_k} L_{it}^{\beta_l} \quad (1)$$

donde i corresponde a la i -ésima empresa y t al t -ésimo periodo; Y representa la producción física de la empresa, K el capital físico, L el trabajo, y A se refiere a la productividad.

Aplicando logaritmos naturales y reescribiendo con la letra minúscula correspondiente, se obtiene una función de producción lineal.

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_k k_{it} + \beta_l l_{it} + u_{it} \quad (2)$$

El residuo de Solow es la parte del crecimiento económico que se debe a la mejora en la eficiencia con que se combinan los factores de

⁴ Para una revisión exhaustiva de las metodologías se sugiere ver Fried *et al.* (2008).

⁵ Según Del Gatto *et al.* (2011), las clasificaciones se basan en dos criterios: estimación determinista y econométrica, y enfoques de frontera y no fronterizos. Las metodologías econométricas se dividen en paramétricas (con forma funcional) y semiparamétricas.

producción, y no al aumento de los mismos. Por lo tanto, la PTF se obtiene como la diferencia entre el crecimiento del producto y el crecimiento ponderado de los factores. En términos matemáticos partiendo de la ecuación (2), se estiman los coeficientes para k_{it} y l_{it} , por lo que la PTF se calcula como un residuo de acuerdo con lo siguiente:

$$PTF_{it} = y_{it} - \hat{\beta}_k k_{it} - \hat{\beta}_l l_{it} \quad (3)$$

Ahora bien, para estimar los coeficientes de k_{it} y l_{it} , generalmente se recurre al método de MCO, cuyos estimadores son insesgados, consistentes (en muestras grandes) y eficientes si se cumplen los supuestos de linealidad, exogeneidad, insesgadez, homocedasticidad, independencia y normalidad de los errores. Sin embargo, se ha encontrado en la literatura que el método de MCO para obtener la PTF como residuo de una regresión puede tener problemas de simultaneidad y selectividad que provocan que los estimadores no sean insesgados ni consistentes.

El problema de simultaneidad o endogeneidad fue identificado por Marschak y Andrews (1944), Griliches (1957) y Griliches y Mairesse (1995), quienes argumentan que las empresas eligen la productividad y los insumos al mismo tiempo, lo que puede generar un sesgo a la baja en la participación del capital en el producto y un sesgo al alza en la participación del trabajo y otros insumos intermedios (energía, materiales y servicios). Esto se debe a que los insumos se pueden elegir en función de las expectativas sobre la productividad, de tal manera que si la empresa espera un comportamiento positivo en su productividad probablemente aumente su demanda de insumos. En este sentido el problema de simultaneidad implica que no se cumple con el segundo supuesto del método por MCO.

El problema de selectividad se refiere a que las decisiones de entrada y salida del mercado de las empresas están relacionadas con diferencias de productividad, es decir, es más probable que una empresa con una productividad menor salga del mercado a diferencia de otra con una productividad mayor. Esto puede ocasionar un sesgo a la baja en la participación del capital, ya que las empresas que salen del mercado tienen una menor participación del capital en el producto, lo que implica que la muestra de empresas observadas no sea representativa de la población (Van Beveren, 2010).

El problema de dispersión de precios se refiere a que los precios de los insumos pueden variar entre las empresas debido a diferencias en la calidad, la localización, el poder de mercado o el acceso al crédito. Esto puede generar un sesgo en los estimadores de los coeficientes del modelo, ya que se estaría asumiendo que los precios reflejan el valor marginal de los insumos, lo que puede no ser cierto si hay imperfecciones en los mercados. Por lo tanto, se presenta un sesgo al alza en la participación de capital y un sesgo a la baja en la participación del trabajo y otros insumos intermedios (energía, materiales y servicios) (Comisión Nacional de Productividad, 2016).

Algunos otros problemas se refieren a la multicolinealidad (o dependencia condicional) en el que las funciones de demanda de insumos pueden depender de otras, y a la heterocedasticidad, pues la varianza del error puede diferir entre empresas (Del Gatto *et al.*, 2011).

Para abordar el problema de simultaneidad, de manera tradicional se ha empleado el método de variables instrumentales que consiste en reemplazar la variable endógena por otra que esté altamente correlacionada con ella (condición de relevancia), pero que no esté afectada por el error (condición de exogeneidad). Sin embargo, Akerberg *et al.* (2007) identifican algunas limitaciones con este método como son: 1) su aplicación depende de la disponibilidad y validez de un instrumento adecuado, lo cual no siempre es fácil de encontrar o justificar y 2) puede producir estimadores ineficientes o sesgados si el instrumento es débil o no cumple las condiciones requeridas.

Ante esta situación, Olley y Pakes (1996), Levinsohn y Petrin (2003) y Akerberg *et al.* (2015) han propuesto métodos para abordar el problema de simultaneidad y de selectividad. Su común denominador es que utilizan variables proxy que reflejan las decisiones de inversión, demanda de insumos intermedios o salida de las firmas, para identificar la productividad no observada y estimar los parámetros de la función de producción.

En particular, el método de Olley y Pakes (1996) (método OP) utiliza una variable *proxy* o de control que depende de la inversión y la productividad de la empresa. Esta variable permite eliminar la correlación entre los insumos variables y el término de error que contiene la productividad no observada. El método se basa en dos supuestos principales: que la inversión es una función monótona creciente de la productividad y que la productividad sigue un proceso markoviano de primer orden que implica que la distribución de probabilidad de la productividad en el período actual depende únicamente de su valor en el período anterior.

El método de Levinsohn y Petrin (2003) (método LP) únicamente aborda el problema de simultaneidad y es una variante del método OP que utiliza el gasto intermedio (como la energía o los materiales) en lugar de la inversión como variable *proxy*. El gasto intermedio tiene la ventaja de ser menos volátil y menos afectado por los problemas de medición que la inversión. El método de LP también se basa en dos supuestos principales: que el gasto intermedio es una función monótona creciente de la productividad y que la productividad sigue un proceso markoviano de primer orden.

El método de Akerberg *et al.* (2015) (método ACF) identifica que un problema que puede presentar el método LP es que el gasto intermedio puede estar correlacionado con el insumo variable (como el trabajo) si ambos dependen de la productividad, es decir, puede haber un problema de multicolinealidad. En este sentido, el método ACF propone utilizar una segunda variable *proxy* que depende del gasto intermedio y la productividad, pero no del insumo variable. Esta segunda variable *proxy* puede ser el capital o el producto. El método también requiere los mismos supuestos que el método LP.

En resumen, han surgido diversas metodologías para abordar los problemas comentados (de manera separada). En particular, el método OP busca solucionar los problemas de simultaneidad y selectividad, el método LP únicamente aborda el problema de simultaneidad y el método ACF trabaja en el problema de dependencia condicional. Por lo que a continuación, se ofrece un cuadro resumen con los problemas que ha identificado la literatura para medir la productividad por MCO, así como las metodologías que se han desarrollado para tratar el problema.

CUADRO 1
PROBLEMAS IDENTIFICADOS EN LA LITERATURA POR ESTIMAR LA PTF POR MCO

Problema	Definición	Dirección del sesgo	Metodologías para tratar el problema
Simultaneidad	Correlación entre los insumos de producción y la productividad no observada (W_{it}).	Sesgo al alza en β_l ($\hat{\beta}_{l,MCO} > \beta_l$) Sesgo al alza en β_i ($\hat{\beta}_{i,MCO} > \beta_i$) Sesgo a la baja en β_k ($\hat{\beta}_{k,MCO} > \beta_k$)	Variables instrumentales Olley y Pakes (1996) Levinsohn y Petrin (2003)
Selectividad	Correlación entre el capital y la productividad no observada (W_{it}).	Sesgo a la baja en β_k ($\hat{\beta}_{k,MCO} > \beta_k$)	Olley y Pakes (1996)

Nota: β_i representa el coeficiente de otros insumos intermedios tales como energía, materiales y servicios.
Fuente: elaborado con base en Van Beveren (2012) y Del Pozo-Loayza y Guzmán-Pacheco (2019).

2. BREVE REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Brechas de productividad

Existe evidencia que señala que el problema del desarrollo de América Latina (AL) es la baja productividad. Según Hofman *et al.* (2017), el crecimiento económico en cinco países de AL (Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México) durante el periodo 1990-2010 se vio obstaculizado por la contribución negativa de la productividad en todos los países y en casi todos los sectores, a pesar de los esfuerzos de inversión realizados en las últimas dos décadas.

En el caso de México, se ha observado que la productividad ha tenido un comportamiento estancado o decreciente en las últimas décadas, lo que ha limitado el potencial de crecimiento económico y social del país (Bergoening *et al.*, 2002; Bosworth, 1998; Faal, 2005). De acuerdo con el Banco Mundial (2021), entre 1991 y 2020, el Producto Interno Bruto (PIB) por trabajador aumentó en un 0.1% anual, muy por debajo del promedio de la OCDE y de otras economías que partieron de niveles de ingreso comparables como la República de Corea (3.3%) y la República Checa (2.0%). Además, México presenta una gran heterogeneidad en la productividad entre sectores, regiones y tamaños de empresa, lo que refleja una asignación ineficiente de los recursos y una baja difusión de las innovaciones (Banco Mundial, 2021).

En relación con la heterogeneidad entre los sectores, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2016), al hacer un análisis al periodo de 1990 a 2012, concluye que las brechas de productividad son significativas y se han ampliado. En particular, las manufacturas presentaron el mayor crecimiento promedio anual de la productividad laboral en México (2.1%), mientras que el sector primario registró una contracción promedio anual del 0.1%. Aunado a lo anterior, el Banco Mundial (2021) concluye que existe una gran diferencia entre el 10.0% de las industrias más productivas (aquellas que emplean tecnología avanzada) y el 90.0% restante (que son informales o de subsistencia). Asimismo, sostiene que no se ha mejorado la productividad agregada porque la mano de obra se ha movido hacia los sectores menos productivos.

En cuanto a la heterogeneidad entre los tamaños de empresa, la CEPAL (2016) halla que la productividad laboral de las empresas grandes manufactureras supera a la de las empresas más pequeñas. De acuerdo con los Censos Económicos de 2004, 2009 y 2014 (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2004, 2009 y 2014), en promedio, las empresas

grandes tienen una productividad 20.0% mayor que las microempresas, 7.0% mayor que las pequeñas y 5.0% mayor que las medianas. Sin embargo, estas diferencias varían según el sector industrial. Además, según el Banco Mundial (2021), las empresas grandes tienen una mayor probabilidad de exportar, adoptar tecnologías digitales, acceder al financiamiento y cumplir con la regulación que las pequeñas empresas.

En resumen, la baja productividad es un problema que afecta a diversos niveles de la economía, desde el internacional hasta el empresarial, y que tiene implicaciones para el crecimiento, la competitividad y el bienestar. Por ello, la literatura se ha enfocado en analizar el comportamiento de la productividad y los factores clave que la determinan. A nivel internacional, Dieppe *et al.* (2021) examinan la evolución de la PTF en las economías emergentes y en desarrollo desde 1980 hasta 2018, y encuentran que la PTF ha disminuido en promedio en estas economías, especialmente después de la crisis financiera global de 2008-2009. Los autores identifican algunos determinantes clave de la PTF, como la innovación, la difusión del conocimiento, la competencia, la apertura comercial, la calidad institucional y el entorno macroeconómico.

A nivel nacional, existe evidencia contundente de una baja productividad agregada y una gran heterogeneidad entre sectores, regiones y tamaños de empresa. Por ejemplo, Hernández-Laos (2005) argumenta que México ha enfrentado un problema de baja productividad durante las últimas décadas, lo que ha limitado su crecimiento económico y su convergencia con otros países de la OCDE. Además, la productividad mexicana se ha visto afectada por barreras a la productividad laboral y del capital, una mala asignación de recursos, una alta informalidad, una mala calidad institucional y una fuerte competencia de China en el sector manufacturero.

Aunado a lo anterior, las brechas de productividad entre sectores y regiones se debe a que la especialización productiva y comercial se ha enfocado en actividades vinculadas a cadenas globales de valor, que han generado poco valor tecnológico local y escasos encadenamientos con el resto de la economía. Además, ha habido un cambio significativo en la composición de la producción y la mano de obra entre sectores en México, y los sectores más dinámicos tienen una productividad relativamente menor (Capdevielle, 2012; López-Córdova y Rebolledo, 2016).

Asimismo, las brechas de productividad entre el tamaño de empresas se explican por factores que afectan de manera diferencial a las Pymes frente a las grandes. Entre estos factores se encuentran el acceso al

financiamiento, equipo y maquinaria, conocimientos tecnológicos, acceso a mercados de exportación y mano de obra calificada (CEPAL, 2016; Ferraro y Goldstein, 2011). Es decir, las Pymes tienen más dificultades para acceder a los mercados internacionales y para atraer talento especializado, lo que limita el potencial de crecimiento económico y social del país y generan desigualdades de ingresos y oportunidades.

2.2. Estudios de la PTF en el sector industrial mexicano

La PTF del sector manufacturero mexicano ha sido objeto de numerosos estudios que han intentado medir su evolución, sus determinantes y sus efectos sobre el crecimiento económico y el bienestar social. Sin embargo, estos estudios presentan resultados y metodologías muy diversos, lo que dificulta obtener una visión clara y coherente del fenómeno.

No obstante, los trabajos realizados sobre el estudio de la PTF se pueden clasificar en dos vertientes; por un lado, los que se basan en el enfoque de los números índice, y, por el otro, los que se basan en la teoría neoclásica del crecimiento. Dentro de los primeros se encuentra el trabajo de Domínguez-Villalobos y Brown (2004), y entre los segundos están los trabajos de De León-Arias (2008), Fernández-Xicoténcatl *et al.* (2013), Díaz-Bautista (2017) y Félix-Armenta *et al.* (2022).

El artículo de Domínguez-Villalobos y Brown (2004) tiene como objetivo analizar la dinámica de la productividad industrial en México en dos periodos: de 1984 a 1993 y de 1994 a 2000. Para ello, utiliza el índice de Malmquist de la PTF, que permite descomponer el cambio de la productividad en cambio del progreso técnico y cambio en la eficiencia técnica. Los principales resultados obtenidos son: 1) el sector manufacturero mejoró su posición en el crecimiento de la productividad en el segundo periodo (1994-2000), 2) el progreso técnico fue el principal componente del crecimiento de la productividad en los dos periodos, mientras que la eficiencia técnica no mostró cambios significativos en el primero y mejoró en el segundo debido al acercamiento a la escala óptima, 3) la industria de aparatos eléctricos y electrónicos fue la única que mantuvo índices positivos del progreso técnico y eficiencia en los dos periodos, mientras que otras industrias como la automotriz, minerales no metálicos y química perdieron en eficiencia en el segundo periodo y 4) la región centro-norte fue la que presentó el mayor crecimiento de la productividad y la mayor concentración de la industria manufacturera, mientras que la región sureste fue la que mostró el menor crecimiento y la menor concentración.

De León-Arias (2008) plantea un estudio de la PTF regional para el periodo de 1970 a 2004. Siguiendo la metodología del residuo de Solow empleando el capital y trabajo como insumos de producción, encuentra que el coeficiente técnico para el capital en México se ubica entre 0.6 y 0.7, mientras que en la mayoría de los países el coeficiente técnico para el capital es de alrededor de 0.3 a 0.4. Asimismo, se encuentra que la PTF nacional no tuvo un crecimiento significativo entre 1970 y 2004, pues su tasa fue de apenas 0.07%. Esto se debe a que la tasa fue negativa en los periodos 1970-1985 y 1993-2004, con valores de -2.10% y -0.89% respectivamente. Sólo en el periodo 1985-1993 la tasa fue positiva, con un valor de 6.72%, debido a una mayor utilización del capital.

Fernández-Xicoténcatl *et al.* (2013) analizan la PTF en la industria manufacturera de México entre 2003 y 2010, incorporando el consumo intermedio (por lo que le llama la PTF ampliada) como un factor de producción relevante en una función de producción tipo Cobb-Douglas. Obtienen los coeficientes de los insumos de producción empleando MCO y encuentran para la industria manufacturera que el coeficiente técnico para el capital se ubica entre 0.11 y 0.22, el del trabajo entre 0.09 y 0.22 y para el consumo intermedio entre 0.51 y 0.71. Por lo que concluye que el consumo intermedio es un factor clave para la producción de la industria manufacturera, y de hecho este factor tiene más relevancia que el capital y el trabajo en esta industria, a diferencia de la economía en general. Además, señala que más del 70.0% del consumo intermedio es importado principalmente de Estados Unidos, lo que implica un canal de transmisión de las crisis económicas y un problema estructural para la eficiencia de la industria mexicana. Posterior de calcular los coeficientes, se determina el índice de la PTF ampliada en el que el índice del sector manufacturero pasó a ser de 2.89 en 2003 a 2.65 en 2010 teniendo un comportamiento similar al de la economía en su conjunto.

Díaz-Bautista (2017) estima la PTF de la economía mexicana a nivel regional y nacional en el periodo 1985-1998. Para ello, utiliza el residuo de Solow con un modelo empírico basado en una función Cobb-Douglas. El autor encuentra que la PTF creció a una tasa de 2.33% impulsada por el aumento del empleo en las entidades de la región fronteriza norte. El autor también analizan el impacto de la apertura comercial y la inversión extranjera directa en la PTF regional y nacional.

Félix-Armenta *et al.* (2022) analiza la evolución de la PTF en la industria manufacturera de la región centro de México, que comprende las entidades

de Ciudad de México, Estado de México, Hidalgo, Morelos, Puebla y Tlaxcala, en el periodo 1993-2018. Los autores utilizan el modelo de Solow con una función de producción tipo Cobb-Douglas para estimar la PTF. Los resultados muestran una baja eficiencia productiva en la región centro, con un crecimiento promedio anual de la PTF de solo 0.12% en el que se tuvo un crecimiento de 0.92% del empleo y de 1.88% del capital. Los autores concluyen que la región centro ha dejado de ser el mayor núcleo industrial del país y que se requieren políticas públicas que fomenten la innovación, el desarrollo tecnológico y la competitividad en el sector manufacturero.

Mendoza-Ramos y Díaz-González (2019) analizan la contribución de los factores de producción al desarrollo de la industria manufacturera de alta tecnología en México entre 2003 y 2013. Para ello, utiliza una función de producción *translog*, que permite evaluar la productividad de cada factor y la PTF, así como obtener resultados a nivel de año censal, estatal y por rama económica. Los resultados muestran que el trabajo contribuyó con 0.567 al proceso productivo, seguido de los bienes intermedios con 0.357 y el capital con 0.173. De lo anterior los autores infieren que aunque la industria manufacturera de alta tecnología depende en gran parte de la dotación de tecnología y maquinaria para el proceso de producción, el factor capital tiene una participación menor que los bienes intermedios debido a la presencia de empresas ensambladoras en esta industria, en donde la innovación tecnológica o el cambio técnico se incorpora al proceso de ensamblado de productos, en un proceso en el que el componente laboral tiene predominio. Asimismo, se encuentra que el año 2008 fue el de mayor productividad de 0.34, debido al establecimiento de nuevas empresas en el centro del país. Sin embargo, la productividad cayó en el periodo 2008-2013 por los efectos de la crisis mundial, que afectó el empleo, la inversión y el mercado de divisas.

En resumen, si bien todos estudios citados si bien se enfocan en analizar la PTF en México, en realidad utilizan distintas funciones de producción y periodos de tiempo. En particular, los factores de producción que se consideran en los artículos varían según la función de producción que se utilice. En general, los factores más comunes son el capital, el trabajo y el consumo intermedio. Por ejemplo, en los artículos de De León-Arias (2008), Díaz-Bautista (2017) y Félix-Armenta *et al.* (2022) se considera el capital y el trabajo como factores de producción, mientras que en los de Fernández-Xicoténcatl *et al.* (2013) y Mendoza-Ramos y Díaz-González (2019) adicional al capital y trabajo se incluye el consumo intermedio.

Aún con estas diferencias, el común denominador de estos estudios es que concluyen que la PTF en la industria manufacturera de México ha sido baja y con tendencia decreciente. En cuanto a los insumos de producción el factor trabajo ha sido el principal determinante del crecimiento de la PTF en la industria manufacturera de México, mientras que el factor capital ha tenido una menor participación. Asimismo, el consumo intermedio ha sido un factor clave para la producción de la industria manufacturera de México, especialmente en las industrias de alta tecnología, pero también ha implicado una mayor dependencia de las importaciones y una menor capacidad de innovación.

Finalmente, hay que destacar que el común denominador de estos estudios es que obtienen sus datos de las cuentas nacionales o de fuentes oficiales que recopilan información a nivel agregado. Por ejemplo, Fernández-Xicoténcatl *et al.* (2013) obtienen la información del Sistema de Cuentas Nacionales de México del INEGI; Félix-Armenta *et al.* (2022) emplean los datos de las manufacturas a partir de los últimos seis censos quinquenales realizados por INEGI pertenecientes a los años 1994, 1999, 2004, 2009, 2014 y 2019. Mendoza-Ramos y Díaz-González (2019) obtienen sus datos de los Censos Económicos del INEGI para los años 2004, 2009 y 2014.

Además, estos trabajos calculan la función de producción mediante MCO, a pesar de que la literatura advierte que obtener la PTF como residuo de una regresión por MCO puede tener problemas de simultaneidad y selectividad, lo que provoca que los estimadores no sean insesgados ni consistentes. En este sentido, debido a la mayor disponibilidad de datos a nivel firmas que existen en algunos países de América Latina, de manera reciente se han elaborado estudios que miden la PTF basándose en las metodologías semiparamétricas.

Solo por mencionar algunos ejemplos, Schor (2004) emplea el método de LP para el cálculo de la PTF en empresas de Brasil, Pavcnik (2002) usa el método OP para Chile, Casacuberta y Gandelman (2009) emplea el método LP para Uruguay. Tello (2012) y Del Pozo-Loayza y Guzmán-Pacheco (2019) estiman la PTF a nivel de firmas en el Perú; el primero emplea los métodos de LP y OP y los segundos ocupan el método ACF.⁶

⁶ Para un resumen más detallado de los estudios elaborados se sugiere ver el Cuadro 1 de Tello (2012).

Para el caso de México, Calderón-Madrid y Voicu (2004) con la finalidad de analizar el desempeño de alrededor de 3,994 empresas manufactureras mexicanas después de la liberalización comercial bajo el marco del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), para el periodo de 1993 a 2000, calculan la PTF utilizando el método de OP. Al comparar los resultados obtenidos entre el método de efectos fijos y el método de OP encuentra que los coeficientes de capital y mano de obra calificada son más altos, y los de mano de obra no calificada son más bajos, para todos los sectores. Esto concuerda con lo que se espera del sesgo de simultaneidad: los factores que se pueden ajustar fácilmente, como la mano de obra no calificada, tienen una correlación positiva con los *shocks* de productividad, lo que hace que las estimaciones de efectos fijos se sobrestimen. Lo opuesto sucede con los factores que se ajustan lentamente, como la mano de obra calificada. Los coeficientes de capital más altos se explican por la mayor probabilidad de supervivencia de las empresas grandes ante las perturbaciones negativas de la productividad.

Además, en el análisis de los coeficientes de los insumos de producción se encuentran variaciones por sector. Por ejemplo, en la industria química el coeficiente de capital es de 0.522, el de la mano de obra calificada de 0.500 y la no calificada de sólo 0.036. En cambio, en la industria del papel, el capital tiene una participación menor de 0.196, la mano de obra no calificada de 0.375 y la calificada de 0.391.

Otro artículo aplicado al caso mexicano es el Banco de México (2021) en el que, con el objetivo de estudiar el efecto de la liberalización comercial bajo el TLCAN sobre la productividad de la industria automotriz mexicana, se estima una función de producción de Cobb-Douglas por el método de LP usando un panel de establecimientos para el periodo 1994-2014. Los coeficientes estimados son todos positivos, y estadísticamente significativos; el coeficiente más alto es el de la electricidad, de 0.732, luego el del trabajo, de 0.431 y finalmente el de capital de 0.204.

3. METODOLOGÍA Y DATOS

En esta sección se especifica el modelo que se emplea para estimar la PTF mediante la metodología de OP. La disponibilidad de la información es un factor clave para aproximar los insumos de producción

y calcular la PTF. En otras palabras, para estimar la PTF se requiere contar con datos confiables y actualizados sobre el stock de capital, el empleo, las horas trabajadas, el nivel de educación y la calidad del capital humano. Sin embargo, en muchos países en desarrollo estos datos son escasos o inexistentes, lo que dificulta el análisis de la PTF y su contribución al crecimiento económico.

Asimismo, para medir la PTF con métodos semiparamétricos se debe tener datos a nivel de empresa o establecimiento que permitan estimar una función de producción. Además de contar con los siguientes datos: 1) la producción, medida en unidades físicas o en valor agregado, 2) los factores de producción tradicionales, como el capital, el trabajo, la energía, los materiales y los servicios, 3) las variables proxy o instrumentales que capturan la información sobre el proceso productivo y que pueden ser el precio de los insumos o el gasto en inversión, entre otras y 4) las variables de control que pueden afectar la producción y la productividad, como el tamaño de la empresa, el sector económico, la ubicación geográfica o el año de observación, entre otras.

3.1. Factores de producción a considerar

Una función de producción es una expresión matemática que relaciona la cantidad de producto que se puede obtener con las cantidades de los factores productivos empleados. Los factores productivos más comunes son el capital y el trabajo, pero también existen otros como los insumos intermedios. Los insumos intermedios son aquellos bienes y servicios que se utilizan en el proceso de producción, pero que no forman parte del producto final. En este sentido, los factores productivos empleados para medir la PTF han variado desde el modelo de Solow (1956) hasta la metodología KLEMS (Hofman *et al.*, 2017). El primero únicamente considera el capital y el trabajo como insumos de producción. En cambio, la metodología KLEMS, por su parte, desagrega los factores productivos en cinco componentes: capital (K), trabajo (L), energía (E), materiales (M) y servicios (S). Es así que, por la disponibilidad de la información, de manera más reciente los trabajos empíricos incluyen los insumos intermedios en una función de producción, en lugar de solo considerar el capital y el trabajo, para obtener una medida más precisa y desagregada de la PTF (Fernández-Xicoténcatl *et al.*, 2013).

Para el presente estudio se hace uso de la ENAPROCE (INEGI, 2015 y 2018), la cual proporciona información sobre las características, condiciones y desempeño de las empresas micro, pequeñas y medianas en México. Esta encuesta abarca los sectores de industria, comercio y servicios y ofrece información detallada sobre aspectos como tamaño, actividad económica, innovación, calidad, capacitación, financiamiento y comercio exterior de las empresas mexicanas.

Además, la ENAPROCE proporciona información que puede ser empleada para aproximar los factores de producción ya que recoge datos sobre el uso de insumos, la cantidad y calidad de la mano de obra, el capital fijo y el valor agregado de las empresas. Estos datos permiten estimar la productividad

Por lo anterior, los datos empleados en esta investigación provienen de la ENAPROCE que el INEGI levantó en 2015 y 2018 para conocer más a las Pymes manufactureras. El cuadro 2 muestra los indicadores que se usan para medir los factores de producción según la ENAPROCE.

CUADRO 2
ESTIMADORES DE LOS INSUMOS DE PRODUCCIÓN PARA CALCULAR LA PTF

Símbolo	Nombre	Estimadores
Y_{it}	Producción	Valor agregado neto. Para calcularlo se resta al total de ingresos que obtuvo la empresa la cantidad total por el consumo de bienes y servicios.
K_{it}	Capital	Valor presente o a costo de reposición de los activos fijos de la empresa como maquinaria y equipo, equipo de cómputo y periféricos y otros activos fijos (bienes inmuebles, transporte, mobiliario, equipo de oficina y otros).
L_{it}	Trabajo	Gasto monetario de los gastos de personal. Para calcularlo se considera el promedio anual de la remuneración y el personal ocupado que laboró en la empresa como personal directivo, de supervisión, operativo y de apoyo.
E_{it}	Energía	Cantidad que pagó la empresa por consumo de energéticos.
M_{it}	Materiales	Cantidad que pagó la empresa por materias primas, mercancías compradas para su reventa, maquila y consumo de otros bienes y servicios.
S_{it}	Servicios	Cantidad que pagó la empresa por telecomunicaciones y suministro de personal (<i>outsourcing</i>).
I_{it}	Inversión	Inversión que realizó la empresa (durante el año de referencia) en maquinaria y equipo, equipo de cómputo y periféricos y otros activos fijos (bienes inmuebles, transporte, mobiliario, equipo de oficina y otros).

Nota: La variable de inversión (I_{it}) se emplea para el método OP que se detalla más adelante. La variable energía se refiere al importe por el consumo de energía eléctrica, combustibles y otras fuentes de energía empleados para el funcionamiento de la maquinaria, equipo e instalaciones utilizadas en el proceso de producción (INEGI, 2018).

Fuente: elaboración con base en el descriptor de archivos de la ENAPROCE 2015 y 2018 (INEGI, 2015 y 2018).

Con base en la información de la ENAPROCE, se consideraron como insumos de producción: 1) el capital físico medido en términos del valor presente o a costo de reposición de los activos fijos de la empresa, 2) el trabajo aproximado con la remuneración anual al personal ocupado, 3) el consumo de energía calculado con la cantidad que pagó la empresa por consumo de energéticos como energía eléctrica y combustibles, 4) los materiales medidos por la cantidad que pagó la empresa por materias primas, maquila y consumo de otros bienes y servicios y 5) servicios como la cantidad que pagó la empresa por telecomunicaciones y suministro de personal (*outsourcing*). Por lo anterior, se parte de una función de producción Cobb-Douglas que tiene rendimientos constantes a escala como la siguiente:

$$Y_{it} = A_{it} K_{it}^{\beta_k} L_{it}^{\beta_l} E_{it}^{\beta_e} M_{it}^{\beta_m} S_{it}^{\beta_s} e^{u_{it}} \quad (4)$$

donde i corresponde a la i -ésima empresa ($i=1, \dots, N$) y t al t -ésimo periodo ($t=2015, 2018$). Y representa la producción física de la empresa, K al capital físico, L al trabajo, E al consumo de energía (eléctrica, combustible y otras fuentes), M a los materiales, S al pago de servicios y A a la productividad.

Aplicando logaritmos naturales y reescribiendo con la letra minúscula correspondiente, se obtiene una función de producción lineal.

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_k k_{it} + \beta_l l_{it} + \beta_e e_{it} + \beta_m m_{it} + \beta_s s_{it} + u_{it} \quad (5)$$

De (5), u_{it} se puede descomponer en un componente observable para las empresas, pero no para el investigador (η_{it})⁷ y un componente no observable ni para las empresas ni para los investigadores (ω_{it}) (Ackeberg *et al.*, 2015), es decir, son variables independientes e idénticamente distribuidas (*iid*) que representa desviaciones inesperadas de la media

⁷ En la literatura se dice que es un componente de la productividad transmitida a los factores y que puede afectar la elección de los insumos (shocks de productividad inobservable).

debido a errores de medición, retrasos inesperados u otras circunstancias externas. Entonces, la ecuación (5) se transforma en:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_k k_{it} + \beta_l l_{it} + \beta_e e_{it} + \beta_m m_{it} + \beta_s s_{it} + \omega_{it} + \eta_{it} \quad (6)^8$$

Para estimar este modelo se aplican MCO como punto de referencia, aunque, considerando que su estimación pudiera reportar problemas de simultaneidad y selectividad, generando estimadores sesgados e inconsistentes, se consideró pertinente emplear un método semiparamétrico. Como se ha establecido previamente, mientras que el método OP busca solucionar los problemas de simultaneidad y selectividad, el método LP únicamente aborda el problema de simultaneidad y el ACF trabaja en el problema de dependencia condicional. En este sentido, debido a que los modelos de estimación por MCO asumen no colinealidad, únicamente se calcula la PTF con el método OP, lo cual se explica con mayor detenimiento a continuación.

El método OP busca abordar los problemas de simultaneidad y selectividad, por lo que emplean la decisión de la empresa en invertir más en capital como variable *proxy* de la productividad no observada, la cual, a su vez, depende del capital y la productividad observable para las empresas. Para ello emplea tres supuestos: 1) la inversión depende de la productividad observable para las empresas y del capital $i_{it} = i(k_{it}, \omega_{it})$,⁹ 2) la demanda de inversión de capital es una función monótona creciente con respecto a la productividad por lo que se asegura la invertibilidad de la función de demanda de inversión, es

⁸ Akerberg *et al.* (2015) proponen un método para resolver los problemas de endogeneidad y dependencia condicional (Método ACF) pues asumen que la productividad también depende del factor trabajo, por lo que no es posible identificar β_l en la primera etapa, pero proponen un método en dos etapas. Emplean tres supuestos: 1) la demanda de materiales dependen de la productividad y del capital y está condicionada al factor trabajo, $m_{it} = f(k_{it}, l_{it}, \omega_{it})$; 2) la demanda de materiales es una función monótona creciente con respecto a la productividad por lo que $\omega_{it} = f^{-1}(k_{it}, l_{it}, m_{it})$, y 3) la productividad sigue un proceso de Markov de primer orden, es decir, $\omega_{it} = E[\omega_{it} | \omega_{it-1}] + \xi_{it}$. Dado lo anterior, la ecuación (6) se convierte en:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_k k_{it} + \beta_l l_{it} + \beta_e e_{it} + \beta_m m_{it} + \beta_s s_{it} + f^{-1}(k_{it}, l_{it}, m_{it}) + \eta_{it}$$

⁹ El trabajo es un factor no dinámico, por lo que no afecta las decisiones futuras de inversión (Rengifo, 2019). La demanda de inversión es incondicional al trabajo (Akerberg *et al.*, 2015) y el capital se considera un insumo fijo (Rengifo-Jaramillo, 2019).

decir, $\omega_{it} = h(k_{it}, i_{it})$, y 3) la productividad sigue un proceso de Markov de primer orden, es decir, $\omega_{it} = E[\omega_{it}|\omega_{it-1}] + \xi_{it} = g(\omega_{it-1}) + \xi_{it}$, donde ξ_{it} no está relacionado con el capital, pero sí con el trabajo, lo que implica que las empresas forman las expectativas de su productividad con base en lo observado un periodo atrás. Dado lo anterior, la ecuación (6) se convierte en:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_k k_{it} + \beta_l l_{it} + \beta_e e_{it} + \beta_m m_{it} + \beta_s s_{it} + h_t(k_{it}, i_{it}) + \eta_{it} \quad (7)$$

Reescribiéndola se tiene que:

$$y_{it} = \beta_l l_{it} + \beta_e e_{it} + \beta_m m_{it} + \beta_s s_{it} + \phi_{it}(k_{it}, i_{it}) + \eta_{it} \quad (8)$$

donde:

$$\phi_{it} = \beta_0 + \beta_k k_{it} + h(k_{it}, i_{it}) \quad (9)$$

Debido a que no se conoce la forma funcional de $h(\bullet)$ no se puede estimar la ecuación por MCO pues es una ecuación parcialmente lineal, por lo que se propone un proceso de estimación en dos etapas. La primera estima la ecuación (8) por MCO y considera que la ecuación (9) puede ser aproximada a un polinomio de orden superior (de segundo orden de acuerdo con Yasar *et al.*, 2008, de tercer o cuarto orden¹⁰ de acuerdo con Del Gatto *et al.*, 2011) en capital e inversión. De esta manera las estimaciones de los coeficientes β_p , β_e , β_m y β_s serán consistentes ya que $\phi_{it}(\bullet)$ está capturando la productividad no observada y, por lo tanto, el error de la regresión ya no se relaciona con los insumos (Yasar *et al.*, 2008). En la segunda etapa se buscan estimadores del parámetro del capital (β_k). Para ello se parte del tercer supuesto, en el que la productividad sigue un proceso de Markov de primer orden, es decir,

$$\omega_{it} = E[\omega_{it}|\omega_{it-1}] + \xi_{it} = g(\omega_{it-1}) + \xi_{it}$$

Ahora bien, condicionado a la expectativa de supervivencia (X_{it}), se tiene que

$$E[\omega_{it}|\omega_{it-1}, \chi_{it}] = g(P_{it}, \phi_{it} - \beta_k k_{it}) \quad (10)$$

¹⁰ En la estimación en STATA se considera de cuarto orden.

donde P_{it} es la probabilidad de supervivencia de la empresa para el siguiente periodo, es decir, $P_{it} = Pr\{X_{it}=1\}$. En este sentido, se estima la probabilidad de supervivencia con un modelo probit.

Dado lo anterior, se obtiene una estimación consistente del coeficiente de capital sustituyendo los coeficientes estimados de mano de obra ($\hat{\beta}_l$), energía ($\hat{\beta}_e$), materiales ($\hat{\beta}_m$) y servicios ($\hat{\beta}_s$) de la primera etapa, así como la probabilidad de supervivencia estimada en la ecuación $\hat{P}_{it}$, por lo que se tiene:

$$y_{it} - \hat{\beta}_l l_{it} - \hat{\beta}_e e_{it} - \hat{\beta}_m m_{it} - \hat{\beta}_s s_{it} = \beta_0 + \beta_k k_{it} + g(\hat{P}_{it}, \hat{\phi}_{it-1} - \beta_k k_{it-1}) + \xi_{it} + \eta_{it} \quad (11)$$

donde la función $g(\bullet)$ se aproxima mediante un polinomio de segundo orden. El coeficiente del capital se puede obtener aplicando mínimos cuadrados no lineales en la ecuación (11). Los errores estándar se pueden calcular mediante *bootstrapping*.

Al respecto, las críticas que ha recibido este método son: 1) en realidad la inversión puede tener el mismo valor para los distintos niveles de productividad,¹¹ por lo que no se puede invertir la función de demanda de la inversión (Del Pozo-Loayza y Guzmán-Pacheco, 2019), y 2) se pierden muchas observaciones al delimitar el análisis únicamente a las empresas que han invertido.

En cuanto a la implementación del método OP,¹² se aproximaron las funciones de los modelos a un polinomio de grado cuatro según Del Gatto *et al.* (2011) y se hicieron 50 repeticiones de *bootstrap* para obtener las desviaciones estándar. El método OP, que se explica en el capítulo anterior, usa la inversión en capital como variable *proxy* de la productividad no observada. Esto implica que solo se estiman las empresas con inversión positiva, que son 4,104 en este caso.

Una vez que se estiman los coeficientes de los insumos, se puede estimar la PTF como un residual de la función de producción, en

¹¹ La productividad también pudiera depender de los costos de ajuste o a las restricciones de indivisibilidad del capital (Rengifo-Jaramillo, 2019).

¹² Para implementar el método OP, se usó el comando “prodest” en STATA 14, siguiendo a Rovigatti y Mollisi (2018). Este comando es preferible a “opreg” y “levpet” por su rapidez y personalización. “Prodest” requiere el trabajo como variable libre, el capital como variable de estado, y la electricidad, materiales y/o combustible como variable proxy. En este caso, se usó la electricidad como variable proxy.

términos matemáticos partiendo de la ecuación (5) se obtiene el residual conforme a lo siguiente:

$$PTF_{it} = y_{it} - \hat{\beta}_k k_{it} - \hat{\beta}_l l_{it} - \hat{\beta}_e e_{it} - \hat{\beta}_m m_{it} - \hat{\beta}_s s_{it} \quad (12)$$

4. RESULTADOS OBTENIDOS

En el cuadro 3 se presentan los resultados de la estimación de la ecuación (6) por el método OP presentando como modelo referencial la estimación por MCO. En la columna (2) se presentan los resultados obtenidos por el método OP donde los coeficientes estimados relacionados con la participación del capital, trabajo, energía, materiales y servicio en la función de producción son $\hat{\beta}_k=0.1537$, $\hat{\beta}_l=0.1391$, $\hat{\beta}_e=0.1450$, $\hat{\beta}_m=0.2710$ y $\hat{\beta}_s=0.1090$. De los resultados se pueden destacar varios aspectos.¹³

En primer lugar, los coeficientes estimados indican la elasticidad de la producción con respecto a cada factor productivo. Por ejemplo, el coeficiente de 0.1537 para el capital significa que si el capital aumenta en un 1.0%, la producción aumenta en un 0.1537%. El factor productivo con mayor elasticidad es el de los materiales porque tiene el coeficiente estimado más alto (0.2710). Esto significa que la producción es más sensible a los cambios en los materiales que en los otros factores. Por ejemplo, si los materiales aumentan en un 1.0%, la producción aumenta en un 0.2710%, lo que puede deberse a que los materiales son un insumo clave para la producción y que las empresas pueden ajustar fácilmente su uso de materiales según las condiciones del mercado.

Los resultados son congruentes con Fernández-Xicoténcatl *et al.* (2013), quienes encuentran que el coeficiente de materiales (de 0.5225) presenta un mayor impacto respecto al resto de los insumos, seguido por el capital, con un coeficiente de 0.1979. Esto significa que la producción

¹³ Para verificar que la estimación por MCO cumpla con los supuestos teóricos, se realizaron pruebas de multicolinealidad, heterocedasticidad y normalidad del error. Los resultados mostraron que no hay alta correlación entre variables (VIF), no hay problemas de heterocedasticidad (Breusch-Pagan), y aunque la normalidad del error no se cumple (Skewness-Kurtosis), el tamaño de muestra grande lo compensa. En general, los modelos cumplen con los supuestos de no colinealidad, homocedasticidad y normalidad.

de las Pymes manufactureras mexicanas depende en gran medida del uso de los materiales, que en su mayoría son importados de Estados Unidos, lo que identifica un canal de transmisión de la crisis económica estadounidense a la industria mexicana, lo que afecta su eficiencia y competitividad (Fernández-Xicoténcatl *et al.*, 2013; Mendoza-Cota, 2011; Moreno-Brid *et al.*, 2006).

Después del impacto de los materiales, se observa un mayor impacto del capital en comparación con el trabajo, incluso corrigiendo por los problemas de simultaneidad y selectividad. Esto también es congruente con los resultados obtenidos por De León-Arias (2008) y Félix-Armenta *et al.* (2022), quienes encontraron un mayor impacto del capital respecto al trabajo. De León-Arias (2008) argumenta que el coeficiente de capital en la mayoría de los países suele ser más bajo en comparación con el caso mexicano, lo cual se podría explicar por la menor intensidad de capital en las economías en desarrollo, donde la mano de obra es relativamente más abundante y barata.

Por el contrario, cuando Mendoza-Ramos y Díaz-González (2019) analizaron la industria manufacturera de alta tecnología en México, encontraron una predominancia del trabajo. Esto se podría explicar porque en la industria de alta tecnología, la innovación y el desarrollo de productos requieren una mayor inversión en capital humano especializado, lo que aumenta la importancia relativa del trabajo en comparación con otros factores productivos.

En segundo lugar, los coeficientes estimados dan cuenta de una sobreestimación del método de MCO de la participación del trabajo ($\hat{\beta}_{l,MCO} > \hat{\beta}_{l,OP}$) y los insumos ($\hat{\beta}_{ems,MCO} > \hat{\beta}_{ems,OP}$) y una subestimación en la participación del capital ($\hat{\beta}_{k,MCO} > \hat{\beta}_{k,OP}$) generado por la endogeneidad de los factores productivos. Los resultados obtenidos para el método OP son congruentes con la literatura internacional (Pavcnik, 2002; Tello, 2012) y su estimación permite que se corrijan los problemas identificados en la literatura que pueden generar estimadores sesgados. En el caso particular de México, Calderón-Madrid y Voicu (2004) obtienen conclusiones similares al comparar los resultados obtenidos entre el método de efectos fijos y el método de OP pues encuentran una sobreestimación del método de efectos fijos en la mano de obra no calificada y una subestimación en los coeficientes de capital y la mano de obra calificada.

CUADRO 3
RESULTADOS DE LA REGRESIÓN POR MÉTODOS SEMIPARAMÉTRICOS

Factores	Métodos	
	Modelo 1	Modelo 2
	MCO	OP
Capital	0.1388***	0.1537***
Trabajo	0.1608***	0.1391***
Energía	0.1503***	0.1450***
Materiales	0.2912***	0.2710***
Servicios	0.1213***	0.1090***
Observaciones	5,349	4,104

Nota: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

Fuente: elaboración con datos de la ENAPROCE 2015 y 2018.

Una vez obtenidos los coeficientes estimados de los insumos de producción, se calculó la PTF como se muestra en la ecuación (12) para el sector manufacturero. En el cuadro 4 se muestra la estadística descriptiva más relevante del cálculo realizado. Entre los aspectos más destacados, se observa que la mediana (p_{50}) está cerca de la media, lo que indica una distribución de datos relativamente simétrica, con una concentración de valores alrededor de la media. Además, la desviación estándar relativamente alta sugiere una gran heterogeneidad en la productividad de las Pymes manufactureras mexicanas. Esto implica que algunas empresas son muy productivas, mientras que otras podrían estar operando con pérdidas, como lo indica el valor mínimo obtenido de -2.6201.

CUADRO 4
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LA PTF

Estadística	Número	Media	Dev. estándar	Min	Máx	p_{10}	p_{25}	p_{50}	p_{75}	p_{90}
PTF (OP)	6886	3.2954	0.8625	-2.6201	8.5562	2.3355	2.7663	3.2255	3.7347	4.3547

Fuente: elaboración con datos de la ENAPROCE 2015 y 2018.

Posteriormente, se calculó la PTF haciendo distinción por trayectoria tecnológica¹⁴ conforme a la taxonomía de Pavitt (1984): empresas

¹⁴ Por ejemplo, Camino-Mogro *et al.* (2018) calculan una función de producción del sector manufacturero ecuatoriano y con base en los coeficientes de los insumos de producción obtenidos calculan la PTF por tamaño de empresa.

Para clasificar a las Pymes por su trayectoria tecnológica, se elaboró una relación de los principales productos elaborados y su clasificación según la taxonomía de Pavitt (1984), basándose en Dutrénit y Capdevielle (1993), quienes agrupan las clases de actividad industrial mexicanas en las cuatro trayectorias tecnológicas.

dominadas por proveedores, empresas intensivas en escala, proveedores especializados y empresas basadas en la ciencia.¹⁵ En el cuadro 5 se presentan los resultados de la media de la PTF de las Pymes manufactureras conforme a la taxonomía de Pavitt (1984). Se encontró que las empresas basadas en la ciencia presentan los mejores resultados en la estimación de la PTF, las intensivas en escala y las dominadas por el proveedor presentan un nivel medio de PTF y las de oferentes especializados presentan un comportamiento inferior en la PTF.

CUADRO 5
RESULTADOS DE LA PTF POR TRAYECTORIA TECNOLÓGICA

Trayectoria tecnológica	PTF (OP)
Basado en la ciencia	3.4513
De oferentes especializados	3.2132
Intensivo en escala	3.3405
Dominado por el proveedor	3.3911
Total	3.2954

Notas: los datos presentados corresponden a la media de la PTF de las empresas que se clasifican dentro de cada trayectoria tecnológica.

Se comparó el puntaje obtenido por trayectoria tecnológica en relación con las demás conforme a la siguiente escala de color:

1 Inferior 2 Bajo 3 Medio 4 Alto 5 Superior

Fuente: elaboración con datos de la ENAPROCE 2015 y 2018.

Lo anterior, pudiera implicar que las empresas basadas en la ciencia, al dedicarse a actividades que requieren un alto nivel de conocimiento científico y tecnológico (como la biotecnología, la nanotecnología o la ingeniería avanzada) pueden presentar mayor PTF porque invierten más en I+D, innovación y capital humano, lo que les permite generar más producción con los mismos factores productivos o con menos.

Por el contrario, las empresas intensivas en escala y las dominadas por el proveedor, al caracterizarse por tener una gran dependencia de sus proveedores o por basarse en la explotación de las economías de escala, tienen una PTF media porque, aunque pueden aprovechar las ventajas de sus proveedores o de su tamaño, también están expuestas a problemas de competencia, regulación o adaptación a los cambios del mercado.

¹⁵ La taxonomía de Pavitt (1984) ha sido criticada por clasificar por industria en lugar de por empresas, sigue siendo la más conocida y aceptada, influyendo significativamente en la investigación sobre el cambio tecnológico (Archibugi, 2001).

Finalmente, las empresas de oferentes especializados, al dedicarse a actividades que requieren un alto grado de especialización y flexibilidad (como la consultoría, el diseño o los servicios profesionales), pueden tener dificultades para proteger su propiedad intelectual, competir con empresas más grandes o más diversificadas o acceder o crear tecnología que les permita optimizar sus métodos de producción o aumentar la calidad o la variedad de sus bienes o servicios.

CONCLUSIONES

En este estudio se emplea un enfoque econométrico riguroso para medir el PTF en las Pymes manufactureras mexicanas utilizando microdatos de ENAPROCE y aplicando el método OP, que aborda cuestiones de simultaneidad y sesgo de selección inherentes a la estimación de funciones de producción. Para ello, se hace la estimación utilizando una función de producción Cobb-Douglas considerando como insumos de producción al capital, al trabajo, a la energía, a los materiales y a los servicios. La estimación fue posible empleando los microdatos de la ENAPROCE que tienen la ventaja de captar los matices de la productividad a nivel de empresa y permiten una comprensión más detallada de los factores que influyen en la PTF.

Los resultados indican que los materiales poseen un alto coeficiente en la función de producción, lo que sugiere que desempeñan un papel fundamental en la mejora de la productividad. A este le sigue de cerca el capital, que también contribuye significativamente a la PTF. Desde una perspectiva económica, estos resultados implican que las medidas orientadas a mejorar la eficiencia y el uso óptimo de los materiales podrían generar mayores beneficios productivos. Sin embargo, también es necesario evaluar el costo marginal de incrementar cada insumo para determinar su rentabilidad real. Por ejemplo, aunque el capital y la energía tienen coeficientes menores (0.1537 y 0.1450 respectivamente), si su costo es relativamente bajo o si su mejora tecnológica reduce costos, podrían ser áreas rentables para invertir. En contraste, insumos con coeficientes más bajos, como los servicios (0.1090), podrían no justificar inversiones adicionales significativas y convendría mantenerlos en niveles eficientes sin aumentar su uso. Por lo tanto, la estrategia económica recomendada es priorizar la optimización de insumos rentables y mejorar la eficiencia de otros, buscando siempre maximizar la rentabilidad global.

En particular, el hecho de que el coeficiente de materiales sea mayor en comparación con el resto de los insumos implica que los materiales son insumos clave para la producción en las Pymes manufactureras mexicanas y significa que el costo y la calidad de los materiales influyen directamente en el nivel y la competitividad de la producción. Por lo tanto, las Pymes manufactureras mexicanas deben buscar proveedores confiables y eficientes de materiales, así como aprovechar las ventajas de la apertura comercial para acceder a insumos importados de mejor calidad o menor precio. También significa que las Pymes manufactureras mexicanas deben optimizar el uso de los materiales para reducir el desperdicio y mejorar la productividad.

Además, las ventajas del uso de la clasificación de Pavitt se demuestran con la confirmación de que las empresas basadas en la ciencia muestran resultados de PTF superiores en comparación con sus contrapartes que son intensivas en escala o dominadas por los proveedores. Esta variabilidad sugiere que la innovación y el avance tecnológico son vitales para mejorar la productividad en las Pymes manufactureras. Por el contrario, los proveedores especializados muestran un desempeño de PTF inferior.

Los resultados del estudio sugieren que la política económica debe diferenciarse según el nivel de productividad de cada sector. Para los sectores más productivos, especialmente los basados en ciencia, conviene fortalecer los incentivos a la innovación y la adopción tecnológica, facilitando el acceso a financiamiento y alianzas estratégicas para mantener su ventaja competitiva. En contraste, los sectores menos productivos, como los proveedores especializados, requieren programas de capacitación, acceso a créditos preferenciales y apoyo para modernizar procesos y optimizar el uso de insumos, especialmente materiales. Así, una política industrial segmentada—que combine incentivos a la innovación en sectores avanzados y asistencia técnica y financiera en los rezagados—permitiría elevar la productividad agregada y reducir las brechas entre empresas manufactureras mexicanas.

Estos hallazgos adquieren mayor relevancia al considerar las conclusiones de estudios recientes sobre el sector. En particular, la disminución en los retornos a escala y la productividad de la mano de obra en la manufactura mexicana, que encuentran Guzmán-Soria *et al.* (2024), sugieren la necesidad de abordar deficiencias en la asignación de crédito y la capacitación de la fuerza laboral. Dado que nuestro análisis identifica diferencias en la PTF según la trayectoria tecnológica de las empresas, resulta

crucial diseñar políticas diferenciadas que impulsen la eficiencia crediticia y el desarrollo de habilidades en cada tipo de Pyme manufacturera.

En conclusión, mejorar la PTF en las Pymes manufactureras mexicanas es un factor clave para fortalecer su competitividad y, con ello, impulsar el crecimiento económico del país. Los avances recientes en digitalización, industria 4.0 y automatización ofrecen oportunidades para optimizar procesos, reducir costos y mejorar la eficiencia, especialmente en un entorno post-pandemia marcado por demandas cambiantes y mayor globalización. Sin embargo, para aprovechar estas tendencias, es fundamental implementar políticas estratégicas que fomenten la adopción tecnológica, la innovación y la mejora continua en la gestión de insumos. Futuras investigaciones deberán evaluar, mediante estudios longitudinales, el impacto de estas medidas en la PTF, asegurando que las Pymes no solo se adapten, sino que también lideren la transformación productiva en México. Además, resulta pertinente analizar la influencia de factores institucionales, así como las dinámicas de competencia global y del mercado interno, que pueden interactuar con la productividad y la adopción tecnológica en estas empresas. La combinación de tecnología, políticas adecuadas y análisis continuo será determinante para consolidar un sector manufacturero más dinámico y sostenible.

REFERENCIAS

- Akerberg, D. A., Caves, K. y Frazer, G. (2015). Identification properties of recent production function estimators. *Econometrica*, 83(6), 2411–2451. <https://doi.org/10.3982/ECTA13408>
- Akerberg, D., Benkard, C. L., Berry, S. y Pakes, A. (2007). Econometric tools for analyzing market outcomes. *En Handbook of econometrics*, 6, pp.4171–4276. [https://doi.org/10.1016/S1573-4412\(07\)06063-1](https://doi.org/10.1016/S1573-4412(07)06063-1)
- Archibugi, D. (2001). Pavitt's taxonomy sixteen years on: A review article. *Economics of Innovation and New Technology*, 10(5), 415–425. <https://doi.org/10.1080/10438590100000016>
- Banco de México. (2018). *Crecimiento económico y productividad* [Recuadro 1, Extracto del Informe Trimestral Julio–Septiembre 2018]. <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-trimestrales/recuadros/{81E83E11-CFE1-C761-B850-8949FC923C55}.pdf>
- Banco de México. (2021). *El impacto de la liberalización comercial sobre la industria automotriz de México: Evidencia de los primeros 20 años del TLCAN* [Documento de Investigación]. <https://www.banxico.org.mx/pu->

- blicaciones-y-prensa/documentos-de-investigacion-del-banco-de-mexico/{FFC9B032-ED9C-17F6-F69E-7F418C72467C}.pdf
- Banco Mundial. (2021). *Crecimiento de la productividad en México: Comprendiendo las dinámicas principales y los determinantes clave*. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099100003252239077/pdf/P1708290be62f50cc080390abdafc918431.pdf>
- Bergoeing, R., Kehoe, P. J., Kehoe, T. J. y Soto, R. (2002). A decade lost and found: Mexico and Chile in the 1980s. *Review of Economic Dynamics*, 5(1), 166–205. <https://doi.org/10.1006/redy.2001.0150>
- Bogliacino, F., y Pianta, M. (2016). The Pavitt Taxonomy, revisited: patterns of innovation in manufacturing and services. *Economia Politica*, 33, 153–180. <https://doi.org/10.1007/s40888-016-0035-1>
- Bosworth, B. (1998). *Productivity growth in Mexico* [Documento de trabajo para el Banco Mundial]. https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/07_mexico_bosworth.pdf
- Calderon-Madrid, A. y Voicu, A. (2004). *Total factor productivity growth and job turnover in Mexican manufacturing plants in the 1990s* (IZA Discussion Paper No. 993). <https://doi.org/10.2139/ssrn.494244>
- Camino-Mogro, S., Armijos-Bravo, G. y Cornejo-Marcos, G. (2018). Productividad total de los factores en el sector manufacturero ecuatoriano: Evidencia a nivel de empresas. *Revista de Economía y Finanzas*, 41(117), 241–261. <https://doi.org/10.32826/cude.v41i117.91>
- Cammeraat, E., Samek, L. y Squicciarini, M. (2021). *The role of innovation and human capital for the productivity of industries* (OECD Science, Technology and Industry Policy Papers No. 103). <https://doi.org/10.1787/197c6ae9-en>
- Capdeville, M. (2012). Las políticas macroeconómica y de desarrollo productivo: Situación actual de América Latina. *Economía Informa*, 377, 4–22. <http://www.economia.unam.mx/publicaciones/econinforma/377/02mario.pdf>
- Casacuberta, C. y Gandelman, N. (2009). Productivity, exit and crisis in Uruguayan manufacturing and services sectors. *Banco Interamericano de Desarrollo*. <https://doi.org/10.1111/deve.12064>
- Castellacci, F. (2008). Technological paradigms, regimes and trajectories: Manufacturing and service industries in a new taxonomy of sectoral patterns of innovation. *Research Policy*, 37(6-7), 978–994. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.03.011>
- CEPAL (2016). *Productividad y brechas estructurales en México*. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/50f6927f-e17f-4513-a97e-2c0193a950a4/content>
- Comisión Nacional de Productividad (2016). *Nota Técnica Sobre La Medición De La Productividad*. <http://archivospresidenciales.archivonacional.cl/index.php/nota-tecnica-sobre-la-medicion-de-la-productividad-documento->

de-trabajo-2

- De León Arias, A. (2008). Cambio regional del empleo y productividad manufacturera en México: El caso de la frontera norte y las grandes ciudades: 1970–2004. *Frontera Norte*, 20(40), 79–103. <https://doi.org/10.17428/rfn.v20i40.986>
- Del Gatto, M., Di Liberto, A. y Petraglia, C. (2011). Measuring productivity. *Journal of Economic Surveys*, 25(5), 952–1008. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2009.00620.x>
- Del Pozo-Loayza, C. y Guzmán-Pacheco, E. (2019). Estimación de la productividad total factorial a nivel de firmas en el Perú: Nueva evidencia a través del método Akerberg, *Caves y Frazer*. CIES. https://cies.org.pe/wp-content/uploads/2019/09/estimacion_de_la_productividad_total_factorial_a_nivel_de_firmas_en_el_peru.pdf
- Demuner, M. R. y Mercado, P. (2011). Estrategia competitiva y tecnología de la estructura productiva en PyMES manufactureras de autopartes del estado de México. *Panorama Socioeconómico*, 29(42), 4–22. <https://www.redalyc.org/pdf/399/39922246001.pdf>
- Díaz-Bautista, A. (2017). Total factor productivity (TFP) in manufacturing and economic growth in Mexico. *Análisis Económico*, 32(79), 7–24. <https://analisiseconomico.azc.uam.mx/index.php/rae/article/view/2/2>
- Dieppe, A. (Ed.). (2021). Global productivity: Trends, drivers, and policies. *Banco Mundial*. <https://www.worldbank.org/en/research/publication/global-productivity>
- Domínguez-Villalobos, L. y Brown, F. (2004). Medición de capacidades tecnológicas en la industria mexicana. *Revista de la CEPAL*, 83, 135–151. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/10969-medicion-capacidades-tecnologicas-la-industria-mexicana>
- Dutrénit, G. y Capdevielle, M. (1993). El perfil tecnológico de la industria mexicana y su dinámica innovadora en la década de los ochenta. *El Trimestre Económico*, 60(239), 643–674. <https://www.jstor.org/stable/45401609>
- Evangelista, R., Perani, G., Rapiti, F., y Archibugi, D. (1997). Nature and impact of innovation in manufacturing industry: some evidence from the Italian innovation survey. *Research policy*, 26(4-5), 521–536. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(97\)00028-0](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(97)00028-0)
- Faal, E. (2005). *GDP growth, potential output, and output gaps in Mexico* (IMF Working Paper No. WP/05/93). FMI. <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2005/wp0593.pdf>
- Félix-Armenta, J., Félix-Miranda, L. y Parra-Aceviz, L. C. (2022). La productividad total de los factores en las manufacturas de la región centro de México: 1993–2018. *TELOS Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 24(3), 566–584. <https://doi.org/10.36390/telos243.07>
- Fernández-Xicoténcatl, R. I., Almagro-Vázquez, F. y Terán-Vargas, J. (2013). Un análisis de la productividad total de factores ampliada en la industria manufacturera de México 2003–2010. *Investigación Administrativa*,

- 42(112), 51–63. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=456045216004>
- Ferraro, C. A. y Goldstein, E. (2011). *Políticas de acceso al financiamiento para las pequeñas y medianas empresas en América Latina*. CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/3909-politicas-acceso-al-financiamiento-pequenas-medianas-empresas-america-latina>
- Fried, H. O., Lovell, C. K., y Schmidt, S. S. (Eds.). (2008). *The measurement of productive efficiency and productivity growth*. Oxford University Press.
- Griliches, Z. (1957). Specification bias in estimates of production functions. *Journal of Farm Economics*, 39(1), 8–20. <https://doi.org/10.2307/1233881>
- Griliches, Z. y Mairesse, J. (1995). *Production functions: The search for identification* (NBER Working Paper No. 5067). <https://doi.org/10.3386/w5067>
- Guzmán-Soria, E., De la Garza-Carranza, M. T., Atlenco-Ibarra, Q. y Terrores-Cordero, A. (2024). La industria manufacturera en México: Un análisis de su productividad y eficiencia, 1993–2020. *Economía, Sociedad y Territorio*, 24(74). <https://doi.org/10.22136/est20241927>
- Hernández-Laos, E. (2005). La productividad en México: Origen y distribución, 1960–2002. *Economía UNAM*, 2(5), 1–25. <https://www.scielo.org.mx/pdf/eunam/v2n5/v2n5a1.pdf>
- Hofman, A., Mas, M., Aravena, C. y Fernández de Guevara, J. (2017). Crecimiento económico y productividad en Latinoamérica. *El proyecto LA-KLEMS. El Trimestre Económico*, 84(334), 259–306. <https://doi.org/10.20430/ete.v84i334.302>
- INEGI. (2022). Banco de Información Económica. <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores>
- INEGI. (1994). *Censos Económicos 1994 (Resultados definitivos)*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/1994/>
- INEGI. (1999). *Censos Económicos 1999 (Resultados definitivos)*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/1999/>
- INEGI. (2004). *Censos Económicos 2004 (Resultados definitivos)*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2004/>
- INEGI. (2009). *Censos Económicos 2009 (Resultados definitivos)*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2009/>
- INEGI. (2014). *Censos Económicos 2014 (Resultados definitivos)*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2014/>
- INEGI. (2019). *Censo Económico 2019*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/>
- INEGI. (2015). *Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (ENAPROCE)*. <https://www.inegi.org.mx/programas/enaproce/2015/>
- INEGI. (2018). *Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (ENAPROCE)*. <https://www.inegi.org.mx/programas/enaproce/2018/>

- Levinsohn, J. y Petrin, A. (2003). Estimating production functions using inputs to control for unobservables. *The Review of Economic Studies*, 70(2), 317–341. <https://www.jstor.org/stable/3648636>
- López-Córdova, E. y Rebolledo, J. (2016). Productivity in Mexico: Trends, drivers and institutional framework. *International Productivity Monitor*, 30, 28–42. <https://www.csls.ca/ipm/30/cordovaandpadilla.pdf>
- Marschak, J. y Andrews, W. H. (1944). Random simultaneous equations and the theory of production. *Econometrica*, 12(3/4), 143–205. <https://doi.org/10.2307/1905432>
- Marsili, O. (2001). *The anatomy and evolution of industries: technological change and industrial dynamics*. In *The Anatomy and Evolution of Industries*. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781035304417>
- Mendoza-Cota, J. E. (2011). El impacto de la crisis automotriz de EUA en el subsector automóviles y camiones de México. *Economía Mexicana Nueva Época*, 20(2), 281–309. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32320948002>
- Mendoza-Ramos, M. C. y Díaz-González, E. (2019). Análisis de la productividad total de factores en la industria de alta tecnología en México, 2003–2013. *Análisis Económico*, 34(86), 65–89. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41360954004>
- Moreno-Brid, J. C., Santamaría, J. y Rivas-Valdivia, J. C. (2006). Manufactura y TLCAN: Un camino de luces y sombras. *Economía UNAM*, 3(8), 95–114. <https://doi.org/10.22201/fe.24488143e.2006.008.268>
- OCDE. (2015). *The future of productivity*. <https://doi.org/10.1787/9789264248533-en>
- Olley, S. y Pakes, A. (1996). The dynamics of productivity in the telecommunications equipment industry. *Econometrica*, 64(6), 1263–1297. <https://doi.org/10.2307/2171831>
- Pavcnik, N. (2002). Trade liberalization, exit, and productivity improvements: Evidence from Chilean plants. *The Review of Economic Studies*, 69(1), 245–276. <https://doi.org/10.1111/1467-937X.00205>
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13(6), 343–373. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(84\)90018-0](https://doi.org/10.1016/0048-7333(84)90018-0)
- Pavitt, K. y Patel, P. (1995). *Patterns of Technology Activity: Their Measurement and Interpretation*. Handbook of the Economics of Innovation and Technical Change. <https://www.econbiz.de/Record/patterns-of-technological-activity-their-measurement-and-interpretation-patel-parimal/10001299775>
- Pérez, M. D. P. M. (2008). Innovación en la industria manufacturera Mexicana. *Investigación económica*, 67(263), 131–162. <https://www.scielo.org.mx/pdf/ineco/v67n263/v67n263a5.pdf>

- Remes, J., Mischke, J. y Krishnan, M. (2018). Solving the productivity puzzle: The role of demand and the promise of digitization. *International Productivity Monitor*, 35, 28–51. <https://www.csls.ca/ipm/35/remes-mischke-Krishnan.pdf>
- Rendón, L., Mejía, P., y Salgado, M. D. C. (2013). *Especialización y crecimiento manufacturero en dos regiones del Estado de México: un análisis comparativo*. *Economía: teoría y práctica*, (38), 111-148. <https://www.scielo.org.mx/pdf/etp/n38/n38a5.pdf>
- Rengifo-Jaramillo, A. F. (2019). Funciones de producción, heterogeneidad y dispersión de la productividad. *Universidad del Valle*. <https://biblioteca-digital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/35a4d29a-11e7-4c76-a456-8>
- Rovigatti, G. y Mollisi, V. (2018). Theory and practice of total-factor productivity estimation: The control function approach using Stata. *The Stata Journal*, 18(3), 618–662. <https://doi.org/10.1177/1536867X1801800305>
- Schor, A. (2004). Heterogeneous productivity response to tariff reduction: Evidence from Brazilian manufacturing firms. *Journal of Development Economics*, 75(2), 373–396. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2004.06.003>
- Solow, R. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65–94. <https://doi.org/10.2307/1884513>
- Tello, M. D. (2012). Productividad total factorial en el sector manufacturero del Perú: 2002–2007. *Economía*, 35(70), 103–141. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/economia/article/view/3841/3816>
- Van Beveren, I. (2010). Total factor productivity estimation: A practical review. *Journal of Economic Surveys*, 26(1), 98–128. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2010.00631.x>
- Yasar, M., Raciborski, R. y Poi, B. (2008). Production function estimation in Stata using the Olley and Pakes method. *The Stata Journal*, 8(2), 221–231. <https://doi.org/10.1177/1536867X0800800204>

Determinantes económicos y sociales del desempleo y del empleo vulnerable en América Latina

GEMA JAZMÍN RUBIO UGALDE*
GRACIELA LARA GÓMEZ**
JESÚS HURTADO MALDONADO***

RESUMEN

Se realiza un análisis econométrico de datos panel para identificar los determinantes económicos y sociales del desempleo y empleo vulnerable, de diecisiete países de la región latinoamericana. Los resultados arrojan evidencia a favor de que el desempleo disminuye al incrementar el producto interno bruto *per cápita* por paridad del poder adquisitivo (PIB PPA), las remesas, la fuerza laboral con educación avanzada y la protección social. El empleo vulnerable disminuye al incrementar el PIB PPA y la I+D. Se concluye que el empleo productivo, la promoción del trabajo decente, la seguridad social y la educación son fundamentales en la región.

Palabras clave: desempleo, empleo vulnerable, efectos económicos y sociales, América Latina, datos panel.

Clasificación JEL: E24, C33, J81.

* Profesora-Investigadora, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Autónoma de Querétaro, México. Correo electrónico: gema.rubio@uaq.edu.mx. ORCID: 0000-0002-0727-013X.

** Profesora-Investigadora, Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma de Querétaro, México. Correo electrónico: glara@uaq.mx. ORCID: 0000-0001-9984-7372.

*** Profesor-investigador, Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma de Querétaro, México. Correo electrónico: jesus.hurtadom@uaq.mx. ORCID: 0000-0002-4690-9100.

ABSTRACT

Economic and social determinants of unemployment and vulnerable employment in Latin America

The aim is to conduct an econometric analysis of panel data to identify the economic and social determinants on unemployment and vulnerable employment in seventeen Latin American countries, using data from the World Bank (2000-2023). The results show that unemployment decreases with an increase in GDP (PPP), remittances, the labor force with advanced education, and social protection. Vulnerable employment decreases with an increase in GDP (PPP) and R&D. Productive employment, the promotion of decent work, social security, and education are essential in the region.

Keywords: unemployment, vulnerable employment, economic and social effects, Latin America, panel data.

JEL Classification: C10, C14, D24.

INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) por medio de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS, 2015), expuso un llamado a las naciones para hacer frente a los problemas que aquejan a los países y llegar a soluciones para el año 2030. En este planteamiento se encuentran temas como el combate a la pobreza y mejorar las condiciones de vida de las personas mediante acciones específicas. Concretamente, el ODS número ocho está destinado al trabajo decente y al crecimiento económico. La generación de crecimiento y desarrollo económico, la erradicación de la pobreza y el incremento de las oportunidades es posible mediante la generación de empleos dignos, de calidad y bien remunerados.

En los artículos 21 y 22 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos (1948), se plantea que el empleo digno permite el desarrollo de un empleo productivo, que genere un ingreso que permita vivir con dignidad, contar con protección social, acceso a la salud y a una pensión. La Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2003) expresa que el empleo es esencial para el bienestar, constituye el medio para que las personas obtengan el sustento, mejoren su calidad de vida y logren su realización al generar progreso social y económico. Se fundamenta en cuatro pilares; la creación de empleo, la protección social, los derechos laborales y el diálogo social.

En los países desarrollados, a finales del siglo XIX el empleo comienza a visualizarse como un derecho, procurándose la seguridad del trabajador, mediante el salario mínimo, el derecho laboral y a la jubilación. En contraste, en América Latina los sistemas de protección social se dividieron en: 1) seguridad social para los empleados formales y, 2) un sistema de asistencia social para aquellos que no podían insertarse al mercado de trabajo. En la región, las políticas del Estado de Bienestar no se consolidaron, las estructuras del mercado laboral se volvieron más heterogéneas, dando como resultado altas tasas de informalidad laboral¹, exceso o deficiencia del papel del Estado y el desarrollo de un amplio cúmulo de instituciones informales (Sánchez-Villa, 2023; Alzúa y Catterberg, 2023).

La problemática laboral se presenta desde varias aristas, con consecuencias económicas y sociales. Se considera que existen diferencias entre naciones, incluso el empleo y sus vertientes no tienen las mismas acepciones en todos los contextos, debido a que responde a un cúmulo de factores políticos, culturales, económicos, históricos, etcétera (Alcalde, 2020). En este entendido esta investigación busca abordar una problemática regional, sustentada en las características económicas y sociales que permiten estudiarla como zona geográfica, por ejemplo, los retos comunes de la generación de empleos de calidad y la erradicación de la precariedad laboral (Cerquera-Losada *et al.*, 2020).

Por su parte, el desempleo implica que los trabajadores puedan perder habilidades y conocimientos, lo que genera menos posibilidades de encontrar un puesto laboral en el futuro (Heath, 2012). Una persona desempleada al volver al trabajo ganará menos en comparación con aquella que hace una transición de empleo a empleo (Arulampalam, 2000). Los jóvenes y las mujeres han sido los grupos más vulnerados, la brecha de género en materia laboral es persistente, mientras que la tasa de participación de la mujer que forma parte de la PEA representa el 63%, la de los hombres es de 94%. Históricamente, las mujeres son las que tienen la mayor carga doméstica y más trabajo no remunerado. Asimismo, las personas con capacidades diferentes,

¹ Existen varias acepciones del término informalidad; como aquellos trabajadores que no están inscritos a la seguridad social, trabajadores por cuenta propia y microunidades de hasta cinco trabajadores. Los investigadores convergen en que es un fenómeno presente sobre todo en economías que tienen un menor ingreso per cápita (Salas *et al.*, 2024). La informalidad laboral en la región representa un 53.7 % de la Población Económicamente Activa (PEA) (Banco Mundial, 2024).

los afrodescendientes y los pueblos indígenas son de los grupos que enfrentan fuertes desafíos a nivel laboral (ONU, 2015).

Bajo esta perspectiva el objetivo de la investigación es realizar un análisis econométrico de datos panel para identificar los determinantes económicos y sociales de dos aristas complementarias del mercado laboral; el desempleo y el empleo vulnerable, de diecisiete países de América Latina, de 2000 a 2023. Las variables económicas que se integran son el PIB *per cápita* por paridad del poder adquisitivo (PPA), la Inversión Extranjera Directa (IED), el gasto en Investigación y Desarrollo (I+D) y las remesas. Las variables sociales son la fuerza laboral (con educación básica y avanzada), los jóvenes de 15 a 29 años que no estudian, no trabajan y no tienen capacitación, la tasa de incidencia en la pobreza y la cobertura de los programas de protección social. Este conjunto de variables está sustentado en la vertiente teórica de la Economía del Desarrollo, la cual plantea incluir indicadores no monetarios, como la educación, la protección social y su impacto para fomentar el desarrollo sostenible (Sen 2000; Meier y Stiglitz, 2002).

En la hipótesis de investigación se expresa que el desempleo y el empleo vulnerable en América Latina tienen una relación inversa con el PIB *per cápita* PPA, la IED, la I+D, mayor grado de escolaridad y la cobertura de los programas sociales. La relación directa se espera con variables como las remesas, los jóvenes que no estudian y no trabajan, la tasa de incidencia en la pobreza y menor grado de escolaridad. Para su desarrollo la investigación se ha dividido en tres secciones, además de la introducción y las conclusiones, en la primera se presenta la revisión de la literatura. En la segunda sección la metodología, donde se muestran los datos, las variables y los métodos empleados para el análisis. En la tercera parte se presentan los resultados y su discusión.

1. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Para los clásicos, Smith y Ricardo, el trabajo es un factor de riqueza, la oferta y la demanda determinan la cantidad de trabajo, el funcionamiento del mercado es el que garantiza el pleno empleo. En un modelo de mercado perfecto hay flexibilidad de los salarios y el desempleo es voluntario (Yáñez y Cano-Hernández, 2011). Keynes cuestionó el supuesto de que el mercado automáticamente generaría pleno empleo

y trató de explicar el funcionamiento del sistema económico (Mankiw, 2014; Jones, 2017). El keynesianismo planteaba la importancia del Estado como un regulador, dotando al trabajo de derechos y deberes (Alcalde, 2020).

Posteriormente, la apertura comercial de los años 80 y 90, el advenimiento de la sociedad postindustrial, el rápido crecimiento demográfico y el crecimiento de grandes urbes, la globalización, la robotización, la inteligencia artificial, entre otros factores, han dado paso a complejizar la vida laboral en aspectos como; la proliferación de desempleados, trabajadores precarios, informales, por cuenta propia, trabajo profesional, no profesional, subempleados y una amplia variedad de términos. Por otro lado, el estudio de los ciclos económicos, las crisis, la dinámica inflacionaria y la tasa de pobreza son algunos de los elementos que permiten abordar este fenómeno complejo (Varela y Ocegueda, 2020), que se va configurando a partir de la diversidad de contextos económicos, políticos, sociales, históricos y culturales.

1.1. Desempleo

El trabajo comprende todas las actividades realizadas con el fin de producir bienes o prestar servicios, puede ser formal o informal. Se ha cuestionado el planteamiento de una concepción dual de las economías de mercado, entre la formalidad y la informalidad, caracterizado como actividades donde los trabajadores participan voluntariamente (Salas, Quintana y Villagra, 2024). Las formas de trabajo se miden en un periodo de referencia corto, generalmente, de una semana. Las personas en la ocupación son aquellas que tienen edad de trabajar y durante el periodo de referencia se dedican a alguna actividad para producir bienes o prestar servicios. La fuerza de trabajo, también conocida como fuerza laboral o como (PEA), es la suma de las personas ocupadas más las desocupadas (OIT, 2003).

Los desempleados son las personas que tengan la edad para pertenecer a la PEA que cumplan con tres requisitos simultáneos: 1) no se tiene un empleo remunerado y no se trabaja por cuenta propia. 2) La persona debe encontrarse disponible para trabajar en un empleo remunerado o por cuenta propia. 3) Que se encuentren buscando empleo, de manera que hayan realizado gestiones para obtenerlo (OIT, 2003). En la tabla 1 se muestra la medición de la fuerza de trabajo.

TABLA 1
MEDICIÓN DE LA FUERZA DE TRABAJO

<i>Personas que se encuentran:</i>	<i>Desean y están disponibles para laborar</i>	<i>No desean, ni están disponibles para laborar</i>
Trabajando o tienen un empleo	Subempleados	Empleados
No trabajan, ni tienen empleo	Desempleados	Inactivos

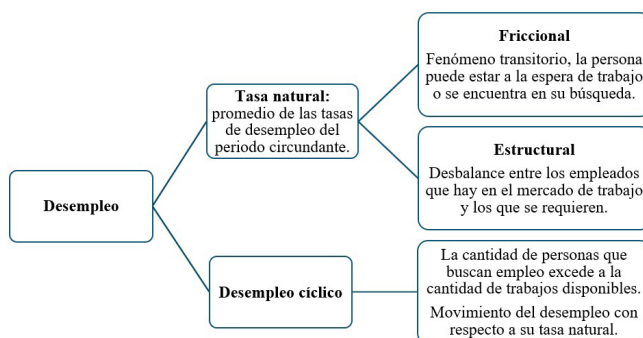
Fuente: extraído de la OIT (2003).

El estudio económico del desempleo se ha dividido en tasa natural y desempleo cíclico. La tasa natural es aquella que existiría en una economía si no se presentaran recesiones, ni expansiones, se le conoce como tasa de equilibrio. Se calcula tomando el promedio de las tasas de desempleo de los periodos analizados, eliminando el componente cíclico. La tasa natural se descompone en desempleo friccional y estructural (Jones, 2017). El friccional se da porque la economía es dinámica y los trabajadores tienden a cambiar de empleo. Es un fenómeno transitorio, la persona puede estar a la espera de trabajo o se encuentra en su búsqueda, se debe a las asimetrías de información en el mercado de trabajo (Mankiw, 2014). Proviene de un desbalance entre la oferta y la demanda de mano de obra, puede ser voluntario (OIT, 2003).

En el desempleo estructural hay un desbalance entre los empleados que existen y los que se requieren, resultado de la disparidad entre las calificaciones de los trabajadores, la ubicación geográfica, los cambios sectoriales, los patrones de producción, el costo de contratación, el despido, el salario mínimo y las prestaciones (Jones, 2017). Al desempleo estructural se le trata de dar respuesta mediante las capacitaciones para los empleados, promoviendo la movilidad laboral, aumentando las inversiones en zonas con mayores tasas de desempleo e incrementando la infraestructura.

El desempleo cíclico es la fluctuación de la tasa de desempleo real con respecto a su tasa natural y se encuentra relacionado con el corto plazo (Okun, 1962). Se vincula con los ciclos económicos (periodos de expansión y contracción), sucede cuando la cantidad de personas que buscan empleo excede a la cantidad de trabajos disponibles. Caso contrario, cuando la economía se encuentra en auge el desempleo se reduce (Mankiw, 2014). El desempleo cíclico es atribuido a la reducción en la demanda agregada o en alguno de sus componentes, como la inversión, el consumo o las exportaciones (Yáñez y Cano, 2011). A este tipo de desempleo se le intenta contrarrestar mediante incentivos y estímulos fiscales, aumentando la demanda de bienes y servicios. En la figura 1 se muestra la esquematización del desempleo.

FIGURA 1
DESEMPLEO



Fuente: elaboración propia con base en Mankiw (2014), OIT (2003) y Jones (2017).

Las personas pueden pertenecer a una o más categorías al mismo tiempo. La OIT (2003) agrega el término de larga duración y el desempleo específico. El primero se encuentra asociado a un periodo prolongado, de seis meses o más, sus causas son multifactoriales y puede derivar en inestabilidad social y política. El desempleo específico comprende a ciertos grupos de la población, por ejemplo, las personas jóvenes, las mujeres, los grupos étnicos o raciales. Un periodo muy prolongado de desempleo podría ocasionar que la persona ya no tenga deseo de encontrar trabajo.

Estas definiciones son relativamente recientes en América Latina, su análisis comenzó en el siglo XX con la expansión de las ciudades. Generalmente, en las zonas rurales se presentan menores tasas de desempleo debido al autoconsumo, las personas no se consideran desempleadas porque se desempeñan en la ganadería o la agricultura (Negrete, 2011). La tasa de desempleo ha recibido críticas, no es un indicador que evidencie el bienestar de la población, debido a que no refleja la remuneración recibida, el acceso de los trabajadores a la seguridad social o la productividad (Heath, 2012).

1.2. Empleo digno y empleo vulnerable

El empleo se formaliza en un contrato laboral, es una forma específica de trabajo. El empleo digno es el empleo productivo que se realiza en condiciones de libertad, seguridad y dignidad humana. Contempla la oportunidad de acceso a un empleo productivo que genere un ingreso

justo, tener seguridad en el lugar de trabajo y la protección social. Acceder al desarrollo personal y a la integración social, libertad para expresar opiniones y participar en la toma de decisiones con igualdad de oportunidades y de trato para todos (OIT, 2003).

Se fundamenta en cuatro pilares: la creación de empleo, la protección social, los derechos laborales y el diálogo social. Toda persona tiene derecho al empleo y a una remuneración satisfactoria que le asegure su dignidad humana y la de su familia, a la protección social y la satisfacción de sus derechos económicos, sociales y culturales (Declaración Universal de los Derechos Humanos, 1948). Para Sen (2000) el empleo digno debe medirse en términos de las oportunidades que brinda a las personas para desarrollar su potencial y ejercer sus libertades.

Por otro lado, el empleo vulnerable² es un término empírico proveniente de la OIT (2003), su análisis deriva de la creciente presencia de trabajadores no protegidos (Salas *et al.*, 2024). Hace referencia al incumplimiento de los derechos de los trabajadores y la manifestación de la precariedad de las condiciones de empleo en el mercado de trabajo. El uso del concepto de precariedad da cuenta de las diversas fracciones en las luchas sociales y laborales derivadas de cambios en el mundo del trabajo, que han emergido sobre todo a partir de la década de 1970. La precariedad es parte de un régimen de dominación donde el trabajador se encuentra en un estado permanente de inseguridad (Alcalde, 2020).

La creciente precarización en el mundo laboral se ha venido desarrollando por fenómenos como la globalización y ha dado lugar a empleos temporales y de tiempo parcial, sin ninguna posibilidad de acceso a los derechos laborales (Standing, 2013). Los trabajadores se vuelven intercambiables y el empleo ahora es un bien escaso. Si bien, la precariedad puede tomar diversos matices, el concepto permite aglutinar a todos los afectados (Bordieu, citado en Alcalde, 2020).

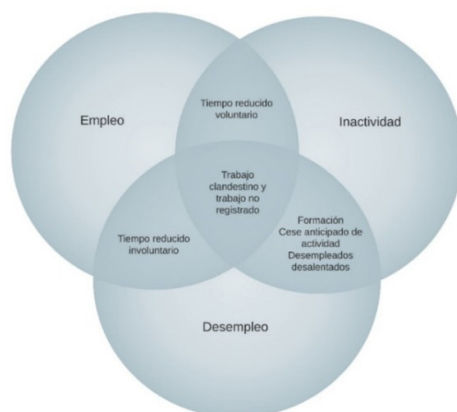
Las personas se ven obligadas a realizar actividades económicas poco productivas y con bajos ingresos económicos, debido a las características del mercado laboral. En América Latina, se expresa en pobreza y desigualdad social, derivado de los modelos económicos, sociales y los marcos regulatorios de la región (Villacís y Reis, 2015). El empleo vulnerable se relaciona

² Si bien, teóricamente ha sido cuestionado este término, la problemática que representa en las economías de la región responde a la subsunción del trabajo, como un proceso de dominación donde los trabajadores se adaptan debido a las condiciones de precariedad laboral (Liceaga, 2019).

con la subutilización de las capacidades productivas de los trabajadores y repercute en la disminución del bienestar. Los trabajadores pasan de un empleo ocasional al siguiente, en el intervalo pierden recursos económicos y tiempo (OIT, 2003). Algunos otros, pueden tener un empleo de larga duración, pero estar insertos en trabajos peligrosos y sin protección social.

La calidad del empleo se ve afectada desde dos vertientes, desde la oferta y la demanda. En términos de la demanda con la informalidad y, desde la oferta con el empleo vulnerable (Ortiz *et al.*, 2007). En la literatura empírica se ha encontrado que las variables que tienen una relación inversa con el empleo vulnerable son la escolaridad y la experiencia, a mayor escolaridad menor probabilidad de insertarse en el empleo vulnerable. Aquellas que se relacionan directamente son: el género femenino, la jefatura del hogar, el estrato socioeconómico bajo y medio, la edad, los trabajos por cuenta propia, el empleo doméstico, los trabajos familiares y agrícolas (Cerquera-Losada *et al.*, 2020). En la figura 2 se ilustran los elementos donde confluyen el empleo, la inactividad y el desempleo.

FIGURA 2
SUPERPOSICIONES ENTRE EMPLEO, INACTIVIDAD Y DESEMPLEO



Fuente: extraído de Neffa *et al.* (2014: 36).

1.3. Determinantes económicos del desempleo y del empleo vulnerable

Desde la economía nekeynesiana, las variables económicas más recurridas en el estudio del desempleo son el crecimiento económico mediante el PIB, sea como tasa de crecimiento o como PIB *per cápita*

(Aguilera y Ramos, 2016; Le Fort *et al.*, 2020; Castillo-Morillo *et al.*, 2022). Existe evidencia a favor de que en América Latina se cumple la relación entre la tasa de crecimiento del PIB y la disminución de la tasa de desempleo expresada en la Ley de Okun (Okun, 1962; Molero *et al.*, 2021). La tasa de desempleo es un indicador que integra el comportamiento de la fuerza laboral en países heterogéneos, una fuerte presencia del sector informal y condiciones específicas de la ocupación (Negrete, 2011).

Si bien, existe relación entre el crecimiento económico y la disminución del desempleo, éste no se ha reducido en la medida que se hubiera esperado a partir de las reformas de liberalización comercial de los años 80 y 90 (De Gregorio, 2008). Por el contrario, la inseguridad laboral ha aumentado, resultado de las fuerzas del mercado, la reestructuración del Estado y el debilitamiento de los sindicatos (Alcalde, 2020). Es posible que, las privatizaciones hayan influido negativamente, impactando en la expansión de trabajos de baja productividad, el incremento de las migraciones (tanto a Estados Unidos como entre países de la región), la informalidad y la precariedad laboral (Weller, 2006). Desde la Economía del Desarrollo se ha analizado que el desarrollo económico va más allá del crecimiento del PIB (Meier y Stiglitz, 2002). Demostrando que el PIB por sí mismo no es suficiente para generar empleo digno (Dönmez y Sugözü, 2022) y ha permitido integrar el estudio de elementos cuantitativos y cualitativos.

En la región, también se han analizado los impactos económicos de la Inversión Extranjera Directa (IED) en la disminución de la pobreza, por medio de la creación de empleos (Chiatchoua *et al.*, 2022), debido a que, a partir de la apertura comercial se ha convertido en una fuente de financiamiento para América Latina. La IED es la entrada de la inversión de una empresa que opera en un país que no es del inversionista, permitiendo crecimiento económico, equilibrio en la balanza de pagos y en la muestra de confianza en la economía del país receptor (Heath, 2012). Sin embargo, sus impactos han producido resultados heterogéneos en los países (CEPAL, 2007), por otro lado, también ha servido para transferir empleos a países que tienen menos derechos laborales (Alcalde, 2020).

En cuanto a la innovación y creación de conocimiento se ha cuestionado su contribución en la reducción del desempleo, algunos investigadores expresan un efecto positivo (Aguilera y Ramos, 2016) y otros un impacto negativo por la sustitución de la mano de obra por la tecnología, argumentando que la robotización reemplaza a los empleos

asalariados formales, afectando sobre todo a los trabajadores jóvenes y semicualificados (Brambilla *et al.*, 2023).

1.4. Determinantes sociales del desempleo y del empleo vulnerable

La región se ha caracterizado por el crecimiento demográfico que ha ejercido presión en los mercados laborales, la participación de las mujeres ha aumentado y los jóvenes han elevado su nivel educativo. Por otro lado, se ha incrementado el autoempleo en condiciones precarias, el empleo por cuenta propia profesional y no profesional, empleos familiares no remunerados, las microempresas y el servicio doméstico. Dando lugar a brechas de productividad, de salarios y de seguridad social (Weller, 2006, 2012 y 2020) y el sesgo en la demanda laboral, a favor de un tipo específico de mano de obra (CEPAL, 2007). En este sentido se ha planteado un sector informal como un subconjunto de microunidades que se integran por trabajadores por cuenta propia, familiares no remunerados y asalariados (en unidades de menos de cinco empleados), que desempeñan un papel importante en economías con menor ingreso *per cápita* y sectores laborales informales (Salas, Quintana y Villagra, 2024).

Por otro lado, desde diversas teorías, como aquellas que integran y analizan los procesos de desarrollo (Sen, 2000; Meier y Stiglitz, 2002) y del capital humano (Lucas y Romer, en Gaviria, 2007) se converge en que la educación es un elemento fundamental del desarrollo sostenible, posibilita el crecimiento económico, la productividad laboral, el incremento del capital humano y la movilidad social. Permite que los trabajadores desarrollen competencias para conseguir mejores trabajos en el futuro (Gammarano, 2020). Un mayor nivel educativo tiene efectos positivos en el acceso al empleo digno y el nivel de ingresos que perciben los trabajadores (Ortiz *et al.*, 2007; Yáñez y Cano, 2011; Hernández, 2020).

Existen muchas aristas de la misma problemática, pero se concuerda en que las políticas de empleabilidad deben ir de la mano de políticas sociales para incrementar la generación de empleo productivo, la protección laboral, contemplar la heterogeneidad del mercado de trabajo, fomentar la inserción laboral de grupos con problemas específicos de acceso al empleo y el análisis de las consecuencias de la inteligencia artificial en el empleo.

2. METODOLOGÍA

El objetivo de esta investigación es realizar un análisis econométrico de datos panel para identificar los determinantes económicos y sociales en el desempleo y el empleo vulnerable, de diecisiete países de América Latina, con datos anualizados del Banco Mundial. Para el modelo econométrico se implementa una serie temporal de 24 años que comprende de 2000 a 2023. La dimensión transversal corresponde a 17 países: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana y Uruguay.

En la hipótesis de investigación se expresa que el desempleo y el empleo vulnerable en América Latina tienen una relación inversa con el PIB *per cápita* PPA (Ley de Okun), la IED, la I+D, mayor grado de escolaridad y la cobertura de los programas sociales. Mientras que la relación directa se espera con variables como las remesas, los jóvenes que no estudian y no trabajan, la tasa de incidencia en la pobreza y menor grado de escolaridad.

En los datos panel una misma variable se extiende transversalmente y a lo largo del tiempo, por lo que se tienen dos dimensiones; una espacial (*i*) de individuos, y otra temporal (*t*) (Gujarati, 2003). El principal objetivo de los modelos de datos panel es capturar la heterogeneidad no observable, que pudiera afectar la estimación de los efectos de las variables *X* sobre *Y* (Perazzi y Merli, 2013). Al implicar dos dimensiones de los datos panel se deben abordar los problemas específicos de cada una, el corte transversal genera heterocedasticidad y la dimensión temporal puede desencadenar autocorrelación. Además de la correlación cruzada para las unidades individuales en un mismo momento del tiempo. Estas situaciones pueden resolverse mediante algunas técnicas de estimación como los modelos de efectos fijos o los de efectos aleatorios (Gujarati y Porter, 2010; Wooldridge, 2010).

En la tabla 2 se muestran las variables dependientes del estudio, éstas son el desempleo y el empleo vulnerable. Las variables independientes se subdividen en económicas: PIB *per cápita* PPA, IED, el gasto en I+D y las remesas. Las variables sociales son la fuerza laboral que cuenta con educación básica y educación avanzada, los jóvenes de entre 15 a 29 años que no estudian, no trabajan y no tienen capacitación, la tasa de incidencia en la pobreza, y la cobertura de los programas de protección social. El procesamiento de la información se realizó en el programa STATA.

TABLA 2
DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES DEL ANÁLISIS ECONOMETRICO DE DATOS PANEL

Variable	Descripción	Unidad de medida
Variables dependientes (Y)		
Desempleo	Proporción de la población activa que no tiene trabajo, está buscando empleo y está disponible para realizarlo.	% de la población activa total. Estimación de la OIT
Empleo vulnerable	Trabajadores familiares no remunerados y los trabajadores autónomos como porcentaje del empleo total.	% del total de empleo
Variables económicas independientes (X)		
PIB per cápita por paridad del poder adquisitivo (PPA)	PIB convertido a dólares internacionales utilizando las tasas de paridad del poder adquisitivo. Un dólar internacional tiene el mismo poder adquisitivo sobre el PIB que el dólar estadounidense.	En dólares estadounidenses a precios internacionales actuales
Inversión Extranjera Directa (IED)	Entrada neta de inversiones para obtener el control de gestión (10 % o más de las acciones de derecho de voto) de una empresa que funciona en un país que no es el del inversionista.	IED entrada neta de capital como % del PIB
Gasto en I+D	Gastos corrientes y de capital (público y privado) en trabajo creativo realizado para incrementar los conocimientos, sobre la humanidad, la cultura y la sociedad y para nuevas aplicaciones.	% del PIB
Remesas	Transferencias personales y la remuneración de los empleados recibidas por hogares residentes hacia o desde hogares no residentes.	% del PIB
Variables sociales independientes (X)		
Fuerza laboral con educación básica	Porcentaje de la población en edad de trabajar con un nivel básico de educación que se encuentra en la fuerza laboral. Comprende la educación primaria.	% del total
Fuerza laboral con educación avanzada	El porcentaje de la población en edad de trabajar con un nivel educativo avanzado que se encuentra en la fuerza laboral. Comprende la educación terciaria de ciclo corto, licenciatura, maestría o doctorado.	% del total
Jóvenes sin educación, empleo ni capacitación	Proporción de jóvenes de 15 a 29 años que no tienen educación, empleo o capacitación.	% de la población de varones y mujeres jóvenes
Tasa de incidencia de la pobreza	Porcentaje de la población que vive con menos de \$2.15 dólares por día a precios internacionales de 2017.	Sobre la base de \$2.15 por día (2017 PPA) % de la población
Cobertura de los programas de protección social	Porcentaje de población que participa en el seguro social, la red de protección social, las prestaciones por desempleo y los programas de mercado laboral activo. Incluyen tanto a los beneficiarios directos como a los indirectos.	% de la población

Fuente: elaboración propia con información extraída del BM (2024).

La forma funcional de las variables dependientes (Y) e independientes (X) es la forma log-log. Al transformar las variables a escala logarítmica, éstas se normalizaron. Las pruebas de especificación del modelo econométrico permiten verificar la pertinencia del uso de datos panel y los efectos. Primeramente, la prueba Durbin-Wu-Hausman permite detectar si dos o más variables explicativas son endógenas, esto puede deberse a: 1) factores como la correlación entre las variables explicativas y el término del error, 2) por variables omitidas en el modelo o 3) por causalidad inversa (Gujarati y Porter, 2010).

También se implementaron las pruebas Breusch y Pagan para verificar si se trata como un panel de datos o Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Si el resultado declara que es panel de datos, se realiza la prueba de Hausman, para determinar si es más apropiado considerar los efectos fijos o aleatorios (al comparar los estimadores). La prueba de Wooldridge permite corroborar si existe autocorrelación y la prueba de Wald para evaluar la heterocedasticidad (o varianza del error no constante). Si los datos presentan autocorrelación, heterocedasticidad o ambos, se debe implementar un modelo robusto. En el caso de los efectos aleatorios, se utiliza un modelo de Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles (MCGF).

Cada regresión lineal en esta investigación recibió las pruebas de hipótesis correspondientes para determinar el modelo estadístico óptimo, logrando que los estimadores de los coeficientes sean consistentes. Se obtuvo un modelo de datos panel con efectos aleatorios representado en la ecuación 1:

$$\ln Y_{it} = \beta_1 + \beta_2 \ln X_{2it} + \dots + \beta_n \ln X_{nit} + w_{it} \quad (1)$$

$$i = 1 \dots N \quad t = 1 \dots T$$

Donde:

$\ln Y_{it}$: Desempleo total ($\ln Y_1$) y Empleo vulnerable total ($\ln Y_2$)

$\ln X_{2it} \dots X_{nit}$: $n - 1$ variables independientes.

β_1 : término del intercepto común.

$\beta_2 \dots \beta_n$: $n - 1$ coeficientes de estimación de las variables independientes.

w_{it} : Término combinado del error debido a la heterogeneidad no observada con las perturbaciones en el estudio.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 3 se presenta la estadística descriptiva, en América Latina de 2000 a 2023. En la región hay una media de desempleo de 6.4 % con un mínimo de 2.02 % y un máximo de 20.52 %. El empleo vulnerable ha tenido un promedio de 36.94 % con un mínimo de 18.62 % y un máximo de 66.11 %. El PIB *per cápita* PPA tiene una media de 12 mil 526 USD, con un mínimo de 2 mil 557 y un máximo de 39 mil 695. La IED tiene un promedio de 3.67 % del PIB con un mínimo de -5 % y un máximo de 16.22 %. La I+D presenta una media de 0.32 %, con un mínimo de 0.01 % y un máximo de 1.37 %. En la región, las remesas muestran un promedio de 5.10 % del PIB, con un máximo de 26.75 % y un mínimo de cero. La fuerza laboral con educación básica (primaria) tiene una media de 60.17 % como porcentaje de la población total en edad de trabajar, con un mínimo de 41.99 % y un máximo de 82.45. La fuerza laboral con educación avanzada tiene un promedio de 82.58 % con un mínimo de 71.6 % y un máximo de 91.88 %.

El porcentaje de jóvenes de entre 15 a 29 años que no estudian, sin empleo ni capacitación es de 20.5 %, con un mínimo de 9.17 % y un máximo de 37.7 %. La tasa de incidencia en la región es de 6.42 %, comprende a las personas que viven con \$2.15 USD por día, con un mínimo de 0.1 % de la población y un máximo de 28.4 %. Los programas de protección social tienen una media de 60.30 % como porcentaje de la población, un mínimo de 15.24 % y un máximo de 92.29 %.

TABLA 3
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

	Variable	Media	Desv. Est.	Mín.	Máx.
Y_1	Desempleo	6.481667	3.228093	2.02	20.52
Y_2	Empleo vulnerable	36.94407	11.05407	18.62	66.11
X_1	PIB per cápita PPA	12525.69	7094.273	2556.734	39695.08
X_2	IED	3.67531	2.743295	-5.0882	16.2295
X_3	I+D	0.3296137	0.2919219	0.01	1.37
X_4	Remesas	5.107157	6.447112	0	26.75
X_5	Fuerza laboral educación básica	60.17044	7.165608	41.99	82.45
X_6	Fuerza laboral educación avanzada	82.58677	3.586219	71.6	91.88
X_7	Jóvenes sin empleo ni capacitación	20.50615	4.53024	9.179	37.702
X_8	Tasa de incidencia en la pobreza	6.429352	5.631847	0.1	28.4
X_9	Programas de protección social	60.30038	17.04726	15.24	92.29

Fuente: elaboración propia a partir de resultados de STATA.

En la figura 3 se muestra la media del desempleo en América Latina, de 2000 a 2023. El país con menor porcentaje de desempleo es Guatemala con 2.87 %. La nación con mayor porcentaje de desempleo es Colombia, con 11.53 %. México muestra una media de 3.91 % para el periodo de estudio. En la figura 4 se muestra la media de empleo vulnerable en América Latina, de 2000 a 2023. El país con mayor porcentaje de empleo vulnerable es Bolivia con 59.36 %. Por su parte, Argentina es la nación con el menor porcentaje de empleo vulnerable con 21.28 %. México tiene una media de 29.16 %.

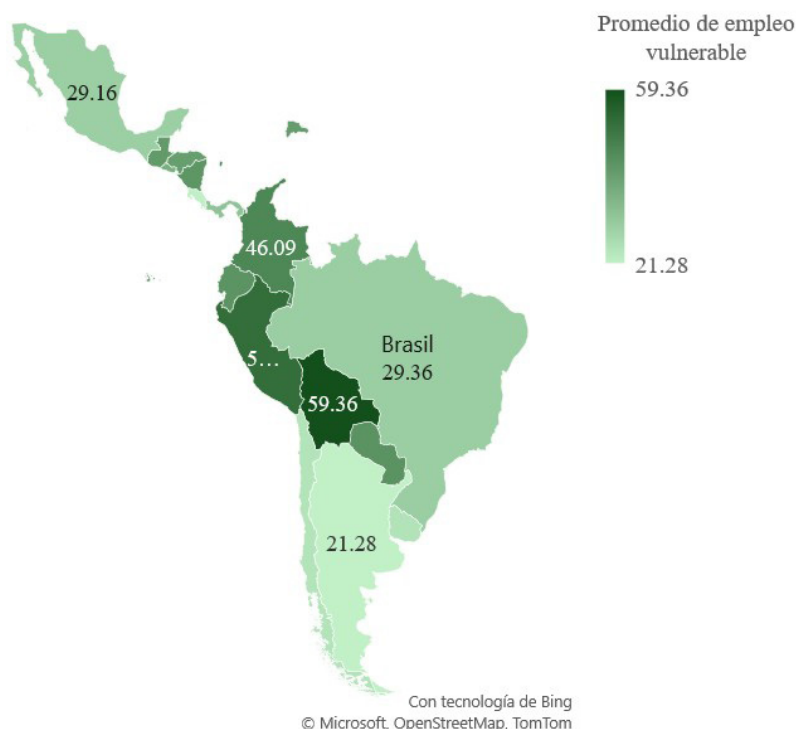
FIGURA 3
MEDIA DE DESEMPLEO EN AMÉRICA LATINA, 2000-2023



Fuente: elaboración propia con datos de BM (2023).

FIGURA 4
MEDIA DE EMPLEO VULNERABLE EN AMÉRICA LATINA, 2000-2023

Porcentaje de empleo vulnerable en América Latina 2000-2023



Fuente: elaboración propia con datos de BM (2023).

3.1. Resultados de las pruebas de hipótesis para determinar el modelo

Se realizó la prueba Durbin-Wu-Hausman para observar si el empleo vulnerable ($\ln Y_2$) podría estar afectando a la tasa de incidencia en la pobreza (X_8). Las variables instrumentales (Z) permiten asociar los cambios en X sin conducir a cambios en Y . Asimismo, Z no debe estar correlacionado con u , pero sí con X . Para probar endogeneidad, se corrieron las variables instrumentales en dos etapas; en la primera se considera que la tasa de incidencia de la pobreza (variable endógena) se vuelve la variable dependiente y las independientes los instrumentos. En la segunda etapa, se corrió la regresión inicial con la variable

independiente estimada (tasa de incidencia en la pobreza renombrada). De acuerdo con Bravo y Vásquez (2008), bajo la hipótesis:

H_0 : las variables son exógenas $p > 0.05$

H_0 : las variables son exógenas $p > 0.05$

Si las variables son exógenas se puede asumir causalidad, el resultado de la prueba fue de 0.0615. Asimismo, se realizó la prueba de robustez del instrumento, si F es mayor a 10 el instrumento es lo suficientemente fuerte. Se obtuvo un resultado de 39.2458 (véanse los resultados de la tabla 4). En cuanto a las regresiones del modelo, éstas resultaron de datos panel con efectos aleatorios, por lo que se implementaron los MCGF, para obtener estimaciones consistentes.

El R^2 para el desempleo fue de 0.857 y para el empleo vulnerable fue de 0.987, estos valores expresan la bondad del ajuste. La Prueba del Factor de Inflación de Varianza (FIV) se implementó para verificar si existe correlación entre las variables independientes, el resultado debe ser menor a 10. Los valores de la Prueba FIV se encontraron en 2.30 en todas las regresiones, lo que expresa una baja correlación entre las variables independientes, confirmando que no existe multicolinealidad.

De acuerdo con el nivel de significancia estadística se encontró que existe una alta dependencia del desempleo con el PIB *per cápita* PPA, las remesas, la fuerza laboral con educación avanzada, la proporción de jóvenes sin educación, empleo ni capacitación y los programas de protección social. El signo de las β muestra si la relación entre las variables es directa (+) o inversa (-). Por su parte se encontró dependencia estadísticamente significativa del empleo vulnerable con el PIB *per cápita* PPA, el gasto en I+D, la fuerza laboral con educación básica y la tasa de incidencia en la pobreza. En la tabla 4 se muestran los resultados del modelo de datos panel con efectos aleatorios.

TABLA 4
RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE HIPÓTESIS PARA LA ESTIMACIÓN DE LOS DATOS PANEL

Modelo de datos panel		$\ln Y_1$		$\ln Y_2$	
		Desempleo total		Empleo vulnerable total	
		EA		EA	
Variables		β	E. Est	β	E. Est
$\ln X_1$	PIB per cápita PPA	-0.2448714*	0.1141645	-0.1484646**	0.0591073
$\ln X_2$	IED	0.0294717	0.0362094	-0.0334636	0.0184835
$\ln X_3$	Gasto en I+D	0.0858586	0.0452878	-0.0661018**	0.0212744
$\ln X_4$	Remesas	-0.169681***	0.0291218	0.0215998	0.013993
$\ln X_5$	Fuerza laboral con educación básica	0.1790637	0.2552635	0.3806541**	0.1402881
$\ln X_6$	Fuerza laboral con educación avanzada	-1.728374*	0.8692207	-0.346194	0.5148414
$\ln X_7$	Proporción de jóvenes sin empleo ni capacitación	0.6231219***	0.1474997	-0.1862643	0.088075
$\ln X_8$	Tasa de incidencia en la pobreza	-0.0081709	0.0278917	0.0627423***	0.0151978
$\ln X_9$	Programas de protección social	-0.2292366*	0.0997907	0.013286	0.0567498
Constante		10.14009*	4.478045	5.204832*	2.768914
No. de observaciones		102		102	
R cuadrado		0.8574		0.9879	
FIV promedio		2.30		2.30	
Prueba de significancia		0.0000		0.0000	
Prueba Durbin-Wu-Hausman (endogeneidad)		NA		0.0615	
Prueba de robustez del instrumento		NA		39.2458	
Prueba Breusch y Pagan (Panel o MCO)		0.0000	Panel	0.0000	Panel
Prueba Hausman (EF o EA)		0.9706	EA	0.3246	EA
Prueba de Wooldridge (Autocorrelación)		0.0000	Sí	0.0198	Sí
Prueba de Wald (Heterocedasticidad)		0.0000	Sí	0.0000	Sí
Optimización		MCGF corregido		MCGF corregido	

Fuente: elaboración propia a partir de resultados de STATA.

De acuerdo con los resultados arrojados, en América Latina de 2000 a 2023, por cada unidad de incremento del PIB *per cápita* PPA, el desempleo disminuyó 0.244 unidades porcentuales. Y por cada unidad de incremento del PIB *per cápita* PPA, el empleo vulnerable se redujo 0.148 unidades porcentuales. Molero *et al.* (2021) y Castillo-Morillo *et al.* (2022) coinciden en que la tasa de crecimiento del PIB contribuye en la región. Por otro lado, Dönmez y Sugözü (2022) enfatizan que el crecimiento económico por sí mismo no es suficiente para generar empleo digno.

Se encontró que, por cada unidad de incremento de las remesas el desempleo se redujo 0.169 unidades porcentuales. Si bien, los resultados arrojaron una disminución del desempleo, las remesas también pueden representar por sí mismas manifestaciones de empleo vulnerable, sobre todo de aquellos trabajadores migrantes que envían dinero de Estados Unidos y se emplean en condiciones precarias en ese país (Chiatchoua *et al.*, 2022). La región latinoamericana es la que presenta los mayores flujos migratorios a nivel internacional hacia los Estados Unidos, para el año 2020 residían alrededor de 25 millones de migrantes latinoamericanos en ese país. México, Guatemala y República Dominicana son las naciones que reciben el mayor número de remesas provenientes de los Estados Unidos (Banco Mundial, 2024).

Se encontró que por cada unidad de incremento de la fuerza laboral con educación avanzada el desempleo se redujo 1.728 unidades porcentuales. Se coincide con Yáñez y Cano (2011) quienes señalan evidencia a favor de que un mayor nivel educativo tiene efectos positivos sobre el empleo y el nivel de ingresos de los trabajadores. Gammarano (2020) expresa que, independientemente de los ingresos de la economía, cuanto mayor es el grado de estudios de un trabajador se incrementa el promedio de horas laborales por semana y la calidad de empleos a los que acceden.

Asimismo, por cada unidad de aumento de los programas de protección social el desempleo se redujo en 0.229 unidades porcentuales. En congruencia con Weller (2006) es de suma importancia la integración de las políticas de trabajo acompañadas de políticas sociales, por medio de ellas, se puede incrementar la productividad, la generación de empleo, la protección laboral, abordar la heterogeneidad del mercado de trabajo y fomentar la inserción laboral de grupos con problemas concretos de acceso al empleo productivo.

Se encontró que, por cada unidad de incremento de la proporción de jóvenes sin empleo ni capacitación, el desempleo aumentó 0.623 unidades porcentuales. Las grandes cohortes de gente joven incrementan la demanda por puestos de trabajo. Históricamente, el segmento etario de entre 15 a 24 años ha presentado mayores dificultades de inserción laboral, sea por carencias de formación, la falta de experiencia laboral, las habilidades, etcétera (Weller, 2012).

La evidencia empírica ha demostrado que las características iniciales de la inserción al mercado laboral suelen influir en la trayectoria futura de los jóvenes (Weller, 2020). En las naciones en donde las tasas de crecimiento

generan insuficiente demanda de trabajo, existe la propensión a migrar y hay más posibilidades de turbulencia política (Meier y Stiglitz, 2002). En la región es preciso mejorar las condiciones de los trabajadores mediante la política laboral. También se encontró que, por cada unidad de incremento de gasto en I+D el empleo vulnerable se redujo 0.066 unidades porcentuales. Los efectos de la I+D son positivos para disminuir las condiciones precarias en las que se emplean algunos trabajadores. En la región los niveles de inversión en ciencia y tecnología son bajos en comparación con los países desarrollados, únicamente en Brasil y Costa Rica se han incrementado los niveles de inversión en I+D de manera similar a las economías más avanzadas (Aguilera y Ramos, 2016).

Los resultados arrojaron que, por cada unidad de incremento de la fuerza laboral con educación básica, el empleo vulnerable aumentó 0.380 unidades porcentuales. En los países de ingresos bajos los trabajadores con estudios básicos encuentran empleos más rápidamente que los trabajadores con estudios superiores, ya que los empleos cualificados suelen ser escasos. Sin embargo, los trabajos que se ofertan suelen ser informales y sin prestaciones laborales (Heath, 2012; Gammarano, 2020).

También se encontró que, por cada unidad de incremento de la tasa de incidencia en la pobreza, el empleo vulnerable se incrementó 0.062 unidades porcentuales. En la región, los empleados de estratos socioeconómicos más bajos se ocupan en condiciones de vulnerabilidad. La incapacidad de la economía para generar empleos formales detona pobreza y aumenta la informalidad con salarios bajos y sin protección social. Si bien, la situación de pobreza es multifactorial, el desempeño del mercado laboral y la tasa de informalidad son elementos que permiten estudiar y entender este fenómeno tan complejo (Varela y Ocegueda, 2020). Asimismo, existe una problemática que denota una doble causalidad, por un lado, el empleo precario conduce al incremento de la desigualdad debido al pago de bajos salarios, mientras que, la desigualdad salarial afecta negativamente la negociación salarial e impone relaciones laborales precarias (Quintana *et al.*, 2020).

CONCLUSIONES

El objetivo de esta investigación se centró en realizar un análisis económico de datos panel para identificar los determinantes económicos y sociales en el desempleo y el empleo vulnerable, de diecisiete países

de América Latina de 2000 a 2023. En la hipótesis de investigación se planteó que el desempleo y el empleo vulnerable en América Latina tienen una relación inversa con el PIB *per cápita* PPA, la IED, la I+D, mayor grado de escolaridad y la cobertura de los programas sociales. La relación directa se presenta con las remesas, los jóvenes que no estudian y no trabajan, la tasa de incidencia en la pobreza y menor grado de escolaridad.

El desempleo presentó una relación positiva y estadísticamente significativa con los jóvenes que no estudian, no trabajan y no tienen capacitación, es decir, al incrementar esta variable, el desempleo también aumentó 0.623 unidades porcentuales. Mientras que, la relación negativa se encontró con el PIB *per cápita* PPA, las remesas, la fuerza laboral con educación avanzada y la protección social, por cada unidad de incremento de estas variables independientes, el desempleo se redujo en 0.244, 0.169, 1.728 y 0.229 unidades porcentuales, respectivamente. Por su parte, se encontró una correlación positiva y estadísticamente significativa del empleo vulnerable con la fuerza laboral con educación básica y la tasa de incidencia en la pobreza. Al incrementarse estas variables el empleo vulnerable aumentó en 0.380 y 0.0627 unidades porcentuales, respectivamente. Al aumentar el PIB *per cápita* PPA y el gasto en I+D el empleo vulnerable se redujo en 0.148 y 0.066 unidades porcentuales, respectivamente.

El PIB contribuye en la región (Molero *et al.*, 2021; Castillo-Morillo *et al.*, 2022) y tiene una relación congruente con la teoría económica (Okun, 1962; Mankiw, 2014; Jones, 2017). Sin embargo, es preciso atender las condiciones específicas del empleo (Dönmez y Sugözü, 2022), por ejemplo, el porcentaje de jóvenes que no estudian, no trabajan y no tienen capacitación, que son el grupo etario que tiene más dificultades para insertarse al mercado laboral con prestaciones y salarios dignos, aunado a que las condiciones iniciales de su vida laboral podrían determinar su futuro (Weller, 2006; 2020). Por lo que, si no se invierte en su educación estarán perdiendo capacidades productivas y reproduciendo círculos de pobreza, marginación y desigualdad.

Las remesas han permitido mitigar el desempleo, sin embargo, algunos trabajadores que envían remesas se insertan precisamente en condiciones de vulnerabilidad. México es uno de los países de la región que más remesas recibe de Estados Unidos y el que tiene altos índices de empleo vulnerable, con casi uno de cada dos trabajadores insertos

en estas condiciones. Asimismo, es preciso que los países inviertan en educación, que los jóvenes terminen sus estudios y logren acceder a la educación superior, que los programas educativos empaten con las dinámicas laborales. Yáñez y Cano (2011) han señalado evidencia a favor que un mayor nivel educativo tiene efectos positivos sobre el empleo y el nivel de ingresos que perciben los trabajadores. Ortiz *et al.* (2007) han mencionado que la probabilidad de acceder a un empleo vulnerable disminuye cuando se incrementa el grado de escolaridad.

Esta investigación destaca a la educación como un motor de movilidad social, para lograr el desarrollo sostenible y el crecimiento económico, permite incrementar la productividad laboral, generar competencias para los trabajadores e incrementar el capital humano. Asimismo, la inversión en I+D es una pieza fundamental para los países, acompañada de educación. Se trata de estar preparado para aprovechar los avances tecnológicos en la mejora de las condiciones laborales, lo cual es posible si se favorecen las condiciones de los trabajadores por medio de las políticas públicas en cada país.

Se resalta la importancia de la cobertura de los programas de protección social, ya que impactan directamente en el empleo y su calidad (Cruz-Martínez *et al.*, 2024). La protección al empleo es crucial en las economías latinoamericanas y al incrementar su calidad se reduce la pobreza y la precariedad de las condiciones en las que viven millones de personas en la región. Asimismo, se encontró correlación positiva de la educación primaria con el empleo vulnerable. Los trabajadores con educación básica se emplean en la vulnerabilidad, en la informalidad, en los servicios o microempresas, con un ingreso más bajo (Hernández, 2020; Cerquera-Losada *et al.*, 2020).

Los resultados obtenidos validan la hipótesis inicial de investigación, donde se abordaron dos aristas del mercado laboral; el desempleo y el empleo vulnerable. Por un lado, el desempleo ha recibido críticas debido a que no es un indicador de bienestar social, sin embargo, refleja parte de la problemática en los países de la región. Mientras que el empleo vulnerable ha sido cuestionado por su connotación empírica, sin embargo, se concuerda con Liceaga (2019) debido a que responde a un proceso donde los trabajadores se adaptan a los contextos de precariedad laboral porque no existen oportunidades. Lo que ha generado degradación, pérdida de habilidades y conocimientos, escasas perspectivas de progreso profesional y personal, falta de protección social, inestabilidad social y política.

Los retos radican en generar políticas públicas que promuevan la seguridad social, propiciar instrumentos para que los jóvenes y los grupos tradicionalmente vulnerados puedan acceder a un trabajo digno, que los programas educativos vayan acordes con las dinámicas laborales, el empleo en condiciones de dignidad es un derecho humano, indispensable para las sociedades.

Finalmente, dentro de las limitaciones, en esta investigación el estudio cuantitativo hace uso de datos agregados, por lo que se estiman resultados generales. En futuras investigaciones se podría desagregar la información por segmento etario y/o género. También se sabe que existen limitantes al comparar economías en las que el desempleo y el empleo vulnerable pueden asumir estructuras diversas, como los seguros de desempleo que existen en países como Chile y Brasil, con sistemas de bienestar más extendidos, a diferencia de naciones como México. Estas variables se relacionan con el diseño institucional de los países, por lo que en futuras investigaciones se podrían integrar análisis desde esta postura teórica.

REFERENCIAS

- Aguilera A. y Ramos, M. G. (2016). Technological unemployment: an approximation to the Latin America case, AD-minister 29, 59-78. <https://doi.org/10.17230/ad-minister.29.3>.
- Alcalde, V. (2020). La condición del trabajador poskeynesiano: el precariado frente a la contrarrevolución neoliberal, Revista internacional de pensamiento político 1(15), 287-303. <https://www.upo.es/revistas/index.php/ripp/article/view/5611/4879>
- Alzúa, M. L. y Catterberg, G. (2023). La COVID-19 y sus efectos sobre la desigualdad en el trabajo. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. <https://www.undp.org/es/latin-sigualdad-en-el-trabajo>
- Arulampalam, W. (2000). Is Unemployment Really Scarring? Effects of Unemployment. *america/publicaciones/la-covid-19-y-sus-efectos-sobre-la-de*Experiences on Wages. IZA Discussion Papers, Institute for the Study of Labor (IZA), 189, 1-28. <http://hdl.handle.net/10419/21032>.
- Banco Mundial (BM). (2023). Datos de libre acceso. <https://datos.bancomundial.org/>
- Banco Mundial (BM). (2024). Datos de libre acceso. <https://datos.bancomundial.org/>
- Brambilla, I., Andrés C., Falcone, G. y Gasparini, L. (2023). The impact of robots in Latin America: Evidence from local labor markets. *World Development* 170. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2023.106271>.
- Bravo, D. y Vásquez, J. (2008). Microeconometría aplicada. Departamento de Economía. Universidad de Chile.

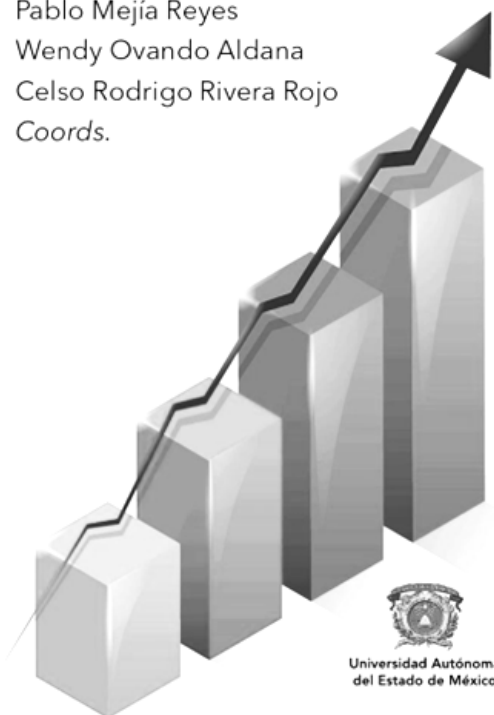
- Castillo-Morillo, D., Jaramillo-Armij J. y Vega-González, L. (2022). Impacto del Crecimiento Económico en el Desempleo, análisis de datos panel de las Economías Latinoamericanas, *Polo de conocimiento*, 7(2), 310-334. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i8>.
- Cerquera-Losada, O., Arias-Barrera, C. y Rojas-Velásquez, L. (2020). Determinantes de subempleo en Colombia: una aproximación a partir de un modelo PROBIT, *El Ágora USB* 20(1), 157-172. <https://doi.org/10.21500/16578031.4193>.
- Chiatchoua, C., Neme-Castillo, O. y Valderrama-Santibáñez, A. L. (2022). Contribución de la IED en la reducción de la pobreza en México, *Contaduría y Administración* 68(2), 69-99. <http://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2023.3205>.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2007). *Acercas de la Inversión Extranjera Directa*. <https://www.cepal.org/es/temas/inversion-extranjera-directa/acerca-inversion-extranjera-directa>
- Cruz-Martínez, G., Vargas-Faulbaum, L. y Velasco, J. (2024). Estado de Bienestar en América Latina: Regímenes de bienestar, trayectorias históricas y arquitecturas de política social. En Del Pino, Eloisa y Rubio, María Josefa (Eds.) *Estado de Bienestar en la Encrucijada: Políticas sociales en perspectiva comparada*. Madrid: Tecnos, pp. 1-28.
- Declaración Universal de los Derechos Humanos (1948). <https://www.ohchr.org/sites/default/files/spn.pdf>
- De Gregorio, J. (2008). El crecimiento económico en América Latina. Del desencanto del siglo XX a los desafíos del XXI, *El trimestre económico*, 75(1), 5-45. <https://doi.org/10.20430/ete.v75i297.390>.
- Dönmez B. y Sugözü, İ. H. (2022). The relationship between unemployment and economic growth under Okun's law: a spatial econometric analysis on EU countries. *Reforma*, 1(93), 35-44. <https://dergipark.org.tr/en/pub/reforma/issue/69965/1119737>
- Gaviria, M. (2007). El crecimiento endógeno a partir de las externalidades del capital humano. *Cuadernos de Economía* 26(46), 51-73. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-47722007000100003
- Gammarano, R. (2020). La educación vale la pena, pero hay que tener paciencia. OIT. <https://ilostat.ilo.org/es/education-pays-off-but-you-have-to-be-patient/>
- Gujarati, D. (2003). *Econometría Básica*. McGraw-Hill.
- Gujarati, D. y Porter, D. (2010). *Econometría*. McGraw-Hill.
- Heath, J. (2012). Lo que indican los indicadores. Cómo utilizar la información estadística para entender la realidad económica de México. INEGI.
- Hernández, J. (2020). Desempleo en México por características sociodemográficas, 2005-2018, *Economía UNAM* 17(50), 166-181. <https://www.scielo.org.mx/pdf/eunam/v17n50/1665-952X-eunam-17-50-166.pdf>
- Jones, C. (2017). *Macroeconomics*. Antoni Bosch Editor.
- Le Fort-Varela, G., Gallardo, B. y Bustamante, F. (2020). Estabilidad macroeconómica y crecimiento económico: mitos y realidades, *Revista de*

- la CEPAL, 131, 120-144. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45956/1/RVE131_Lefort.pdf.
- Liceaga, G. (2019). La subsunción indirecta del trabajo al capital. Reflexiones teóricas y metodológicas a partir del análisis de las prácticas económicas de una comunidad campesina (Los Leones, Mendoza, Argentina). *Revista de Ciencias Sociales y Humanas* 13(13), 247-261. <https://www.redalyc.org/journal/5535/553565464017/html/>
- Mankiw, G. (2014). *Macroeconomics*. 8a. Ed. Antoni Bosch Editor.
- Meier, G. y Stiglitz, J. (2002). *Fronteras de la Economía del desarrollo. El futuro en perspectiva*. BM en coedición con Alfaomega.
- Molero-Oliva L., Álava-Martínez, H., Campuzano-Vázquez, J. y Dávila-Herrera, J. (2021). Desempleo en América Latina y el Caribe: análisis bajo un enfoque de descomposición. *Sinergia*, 12(1), 136-151. https://doi.org/10.33936/eca_sinergia.v12i1.2937.
- Neffa, J., Pérez, P. y Persia, J. (2014). Actividad, empleo y desempleo: conceptos y definiciones. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO). https://biblioteca.clacso.edu.ar/Argentina/ceil-conicet/20171027042035/pdf_461.pdf
- Negrete, R. (2011). El indicador de la polémica recurrente: la tasa de desocupación y el mercado laboral en México. *Realidad, datos y espacio. Revista internacional de estadística y geografía*, 2(1), 145-168. https://rde.inegi.org.mx/rde_02/doctos/rde_02_opt.pdf.
- ONU. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible-Trabajo Decente y Crecimiento Económico*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/economic-growth>
- Okun, A. (1962). Potential GNP: Its measurement and significance. *Business and Economic Statistics Section of the American Statistical Association*. 98-104.
- OIT. (2003). *Acuerdos de integración regional en las Américas: la dimensión laboral*. http://www.oas.org/udse/espanol/documentos/wg1_annex_d-follow-up-study_spn.pdf
- Ortiz, C. Uribe, J. y García, G. (2007). Informalidad y subempleo: un modelo probit bivariado aplicado al Valle del Cauca. *Sociedad y Economía*, 13, 104-131. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99616721006>
- Perazzi, J. y Merli, G. (2013). “Modelos de regresión de datos panel y su aplicación en la evaluación de programas sociales” *Telos* 15 (1), 119-127. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99326637008>
- Quintana, L., Salas, C., Duarte, C. y Correa, R. (2020). Regional inequality and labor precariousness: An empirical regional analysis for Brazil, Mexico and Ecuador. *Regional Science Policy & Practice*, 12(1), 61-81. <https://doi.org/10.1111/rsp3.12251>
- Salas, C., Quintana, L. y Villagra, A. (2024). “Microunidades, ejército industrial de reserva y producción mercantil simple”, *El trimestre económico*, XCI(4) 364, 877-894. <https://doi.org/10.20430/ete.v91i364.2618>.
- Sánchez-Villa, D. (2023). Estructura de Protección Social en tiempos de cri-

- sis: Los casos de Argentina y Brasil en la pandemia del Covid-19 (2020-2021). *Revista electrónica de estudios latinoamericanos*, 22(86). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496476079001>
- Sen, A. (2000). *Development as Freedom*. Oxford University Press.
- Standing, G. (2013). The Precariat: The New Dangerous Class. *Journal of Social Policy*, 42(2):416-418. <https://doi.org/10.1017/S0047279412000876> .
- Varela-Llamas, R. y Ocegueda-Hernández, J. (2020). Pobreza Multidimensional y Mercado Laboral en México. *Cuadernos de Economía*, 39 (79), 139-165. <https://doi.org/10.15446/cuad.econ.v39n79.71201> .
- Villacís, A. y Reis, M. (2015). Análisis de la vulnerabilidad laboral y los determinantes del trabajo decente. El caso de Ecuador 2008-2011. *Revista de Economía del Rosario*, 18(2), 157-185. <https://doi.org/dx.doi.org/10.12804/rev.econ.rosario.18.02.2015.01> .
- Yáñez, M. y Cano-Hernández, K. (2011). Determinantes del desempleo: una revisión de la liteura. *Revista panorama económico* 19, 135-148. <https://revistas.unicartagena.edu.co/index.php/panoramaeconomico/article/view/352/305> .
- Weller, J. (2006). Problemas de la inserción laboral de la población juvenil en América Latina Yáñez-Contreras Yáñez-Contreras L. <https://www.scielo.org.mx/pdf/pp/v12n49/v12n49a2.pdf> .
- Weller, J. (2012). Vulnerabilidad, exclusión y calidad del empleo: una perspectiva latinoamericana. *Realidad, datos y espacio. Revista internacional de Estadística y Geografía* 3(2), 83-97. https://rde.inegi.org.mx/RDE_06/Doctos/RDE_06_Art6.pdf .
- Weller, J. (2020). Las transformaciones tecnológicas y el empleo en América Latina: oportunidades y desafíos. *Revista de la CEPAL*, 130.
- Wooldridge, J. (2010). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. Cambridge.

La economía mexicana en transición, 2000-2023

Pablo Mejía Reyes
Wendy Ovando Aldana
Celso Rodrigo Rivera Rojo
Coords.



Universidad Autónoma
del Estado de México

DC
Learning

*Disponible de acceso abierto en el repositorio
de la Universidad Autónoma del Estado de México*

<http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/141687>

Estructura de comercio en México y Brasil, 1995-2020. Un análisis de competitividad a nivel sectorial

SANDRA LIZETH MATA GALLEGOS*
BRENDA MURILLO VILLANUEVA**

RESUMEN

El objetivo de este documento es analizar y comparar la estructura de comercio de México y Brasil en el periodo 1995-2020, destacando la participación de cada país en el comercio regional y mundial, así como la competitividad de los distintos sectores de actividad económica a través del índice de la ventaja comparativa revelada, para definir los sectores competitivos en el comercio bilateral y con ello establecer el papel que ambas economías juegan tanto en el comercio mundial como bilateral en vías de fortalecer el comercio entre ambos países.

Los resultados muestran diferencias importantes en cuanto a la estructura de comercio que mucho se relaciona con el modelo de desarrollo y crecimiento diseñado en cada economía. Respecto a la competitividad de los sectores, los resultados arrojan que los sectores más competitivos para México son la industria automotriz; fabricación de equipo informático, electrónico y óptico, y transporte terrestre. Para Brasil, el sector de agricultura y ganadería, minería y fabricación de alimentos, bebidas y tabaco. Los sectores que definen las relaciones comerciales bilaterales entre México y Brasil son: sustancias y productos químicos, productos farmacéuticos y productos de caucho y plástico.

Palabras clave: comercio, competitividad, ventaja comparativa revelada, México, Brasil.

Clasificación JEL: F14, F15.

* Alumna del Doctorado en Ciencias Económico Administrativas de la Universidad Autónoma del Estado de México, México. Correo-e: lizeth.mata@gmail.com. ORCID: 0000-0002-2899-1868.

** Profesora-investigadora del Centro de Investigación en Ciencias Económicas de la Facultad de Economía de la Universidad Autónoma del Estado de México, México. Correo-e: bmurillov@uaemex.mx. ORCID: 0000-0002-9328-5070.

ABSTRACT

Trade Structure in Mexico and Brazil, 1995-2020: A Sectoral Competitiveness Analysis

The objective of this document is to analyze and compare the trade structure of Mexico and Brazil in the period 1995-2020, highlighting the share of each country in regional and world trade, as well as the competitiveness of the different sectors of economic activity through the index of revealed comparative advantage, to define the competitive sectors in bilateral trade and establish the role that both economies play in global and bilateral trade in order to strengthen trade between both countries. The results show important differences in terms of the structure of trade that is closely related to the development and growth model designed in each economy. Regarding the competitiveness of the sectors, the results show that the most competitive sectors for Mexico are the automotive industry, manufacturing of computer, electronic and optical equipment, and land transportation. For Brazil, the agriculture and livestock sector, mining and manufacturing of food, beverages, and tobacco. The sectors that define bilateral trade between Mexico and Brazil are chemical substances and products, pharmaceutical products, and rubber and plastic products.

Keywords: trade, competitiveness, comparative revealed advantage, Mexico, Brazil.

JEL Classification: F14, F15.

INTRODUCCIÓN

Hablar de ventaja comparativa inevitablemente nos remonta a las aportaciones de David Ricardo, quien en su momento propuso que los países deben producir y exportar bienes a bajo costo; es decir, los países deben exportar aquellos bienes producidos con mayor eficiencia e importar aquellos que produzca con menor eficiencia. Posteriormente, autores como Grubel y Lloyd (1975) aportaron a la teoría del comercio internacional al introducir el concepto de comercio intraindustrial, que ocurre cuando dos países intercambian productos similares dentro de la misma industria. Esta relación, demuestra que el comercio puede existir entre países con nivel de desarrollo similar y con productos de una misma industria que compiten entre sí.

Bajo esta idea, es factible el comercio internacional entre distintas ramas de una misma industria, siendo un parteaguas que se asocia con

las economías de escala, con la generación un patrón de especialización y permite conocer a los sectores protagonistas y el rol en los procesos de integración. En esencia, la ventaja comparativa es la capacidad que tiene un país para producir un bien o servicio con mayor eficiencia en comparación con otros países.

Parte esencial del estudio del comercio a partir de la ventaja comparativa constituye un elemento clave ya que revela el por qué las economías comercian; además, muestra la razón que los lleva a involucrarse con otras economías a través de acuerdos comerciales y en algunos casos puede transformar la estructura comercial de un país, tal como sucedió con México y el Tratado de Libre Comercio (ahora T-MEC) país que pasó de exportar materias primas como petróleo a manufactura de autotransporte.

Gracias a la integración en el sistema productivo de las empresas en América del Norte, se logró una mayor especialización en México, creando un mercado regional y aumentando la productividad, posicionando a la economía mexicana como un país competitivo a nivel internacional dentro del sector manufacturero. La importancia del estudio de la ventaja comparativa deriva en que rige el ámbito económico en el comercio internacional porque ayuda a entender el rol que juegan las economías.

Cada nación decide cómo potencializar su ventaja y una forma de hacerlo es integrándose con otros países para eliminar barreras comerciales como aranceles y cuotas (Balassa, 1961), acceder a nuevos y mayores mercados (Krugman, 1991), atraer inversión extranjera directa (Feenstra, 2004), impulsar la diversificación económica e industrial (Chang, 2002), por mencionar algunos.

De los efectos negativos de la integración destacan la creación de desigualdades y asimetrías entre economías (Krugman, 1991), la generación de comercio competitivo solo en el mercado regional; es decir, un país puede tener un sector ventajoso dentro de la región, pero frente al comercio internacional este sector puede presentar una desventaja al competir contra otros países con mayor eficiencia productiva (Bhagwati y Panagariya, 1996). Otro efecto es el riesgo de dependencia económica y falta de diversificación (Rodrik, 2001).

La alta especialización dentro de una región genera que los países puedan volverse demasiado vulnerables a los shocks negativos experimentados por alguno de los socios, sobre todo si la competitividad de la ventaja depende de la fortaleza económica del país desarrollado. Sin

embargo, a pesar de la existencia de efectos negativos, la formación de mercados regionales genera un ambiente más seguro y óptimo para que las empresas puedan participar en el comercio (Peña, 2024).

La importancia de la creación de regiones depende del objetivo que se quiere lograr, existen procesos más profundos de integración como el caso de la Unión Europea y otros de menor alcance como el caso de los países de América Latina en donde la integración ha sido una herramienta poderosa para consolidar los compromisos de liberalización y apertura comercial, aprovechando las ventajas comparativas nacionales (Durán, 2024).

En resumen, el estudio de la ventaja comparativa brinda conocimiento sobre los sectores en los cuales se tiene mayor eficiencia productiva y muestra el desempeño que tiene en el comercio internacional, esto significa que es posible saber el grado de competitividad sectorial. Una forma de impulsar y fortalecerlas es a través de la integración comercial, los países en desarrollo son los más interesados en fortalecer sus ventajas para permanecer vigentes en el mapa del comercio. La creación de regiones sigue siendo un mecanismo para hacer frente a la competencia internacional, donde cada país conoce la posición comercial que juega y su nivel de especialización.

En el contexto de México, si bien se ha beneficiado del TLCAN (ahora T-MEC), también ha generado una alta dependencia comercial hacia Estados Unidos que lo ha conducido a una acotada diversificación comercial. Tan solo en el periodo de 1995 a 2020, en promedio, el 75% de las exportaciones totales de México se destinaron a Estados Unidos y solo 5.5% a Canadá, datos que dan evidencia de la alta concentración comercial a pesar de que México cuenta con una amplia gama de tratados y acuerdos comerciales con distintos países. Las presiones arancelarias del presidente de Estados Unidos, D. Trump, hacia México desde inicios de su segundo mandato en 2025, revelan la urgencia de diversificar el comercio mexicano con países de América Latina.

Por distintas razones, una propuesta interesante de diversificación comercial es la relación México-Brasil, la primera es que ambas economías son las más grandes en América Latina y el Caribe, la segunda razón es que, Brasil es para México el principal socio comercial en la región, y ocupa la octava posición de los países a los que México exporta. Además de que su nivel de influencia económica regional y su capacidad industrial y tecnológica es notablemente alta en comparación con otros países de la región (De Magallanez, 2024).

En ese sentido, este trabajo pretende analizar y comparar la estructura de comercio de México y Brasil en el periodo 1995- 2020, destacando la participación de cada país en el comercio regional y mundial, así como la competitividad de los distintos sectores de actividad económica a través del índice de la ventaja comparativa revelada, para definir los sectores competitivos en el comercio bilateral y con ello establecer el papel que ambas economías juegan tanto en el comercio mundial como bilateral en vías de fortalecer el comercio entre ambos países.

Para ello, el documento se divide en tres apartados, además de esta introducción y las conclusiones. En el primero se presenta información relevante sobre la estructura del comercio internacional de México y Brasil entre 1995 y 2020. En el segundo apartado se describe la metodología del índice de ventaja comparativa propuesta por Vollrath (1991). Finalmente, en el tercero, se analizan los resultados obtenidos a nivel sectorial para ambos países y de manera bilateral.

1. LA ESTRUCTURA DEL COMERCIO INTERNACIONAL EN MÉXICO Y BRASIL, 1995-2020

México y Brasil son las dos economías más grandes en América Latina y el Caribe, ambas, mantienen presencia e integración comercial tanto a nivel internacional como regional. En el caso de México, su comercio es más estrecho con Estados Unidos y Canadá a través del Tratado México, Estados Unidos y Canadá (T- MEC), mientras que Brasil comercia principalmente con China, Estados Unidos y con algunas economías de la región como Argentina, además de ser líder del Mercosur.

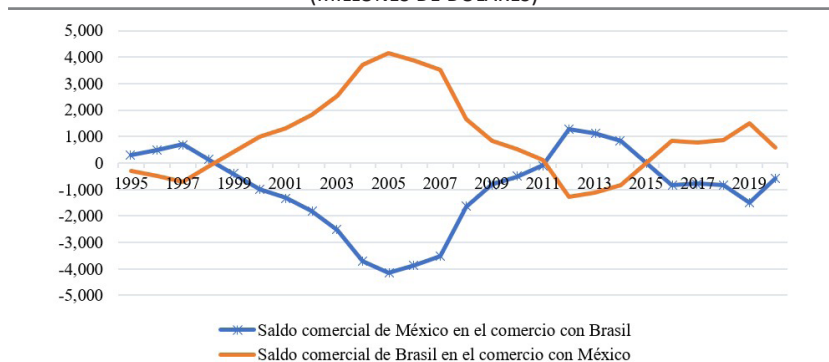
Aun cuando son las economías más grandes de la región, divergen en cuanto al grado de apertura comercial. En este sentido, Brasil es y ha sido mayormente proteccionista, tan solo en los años sesenta se tenía como objetivo limitar las importaciones y aumentar la rentabilidad de las inversiones en la industria nacional. Tras los esfuerzos por mantener la estabilidad económica y controlar la deuda externa, en los años ochenta queda la evidencia que la estrategia de sustitución de importaciones no favorecía el crecimiento económico.

En 1988 se adoptaron las primeras medidas para liberalizar el comercio, la Nueva Política Industrial tenía por objetivo reducir gradualmente los aranceles. Para 1993 y dando seguimiento al objetivo

de apertura comercial, dio marcha al Plan Real convirtiéndose en piedra angular de la estrategia comercial brasileña liberalizando el comercio (Casaburi *et al.*, 1999), de esta forma, Brasil eliminó muchas de las barreras arancelarias; sin embargo, en la actualidad es cada vez más reacio a contraer acuerdos comerciales profundos.

Un claro ejemplo de ello es el caso del Acuerdo de Complementación Económica 55 (ACE 55), firmado entre México y el Mercado Común del Sur (Mercosur) para favorecer el comercio en el sector automotriz, este acuerdo con entrada en vigor en el 2003 tenía la visión de convertirse en un tratado de libre comercio para el 2011, el cual no logró concretarse por la cautela, reserva y proteccionismo con que Brasil condujo su política exterior; particularmente ha eludido la competencia de países desarrollados como Estados Unidos y Canadá en sectores clave (De Magallanez, 2024; Fernández, 2010). Un escenario similar se observó en 2005 con la suspensión del Área de Libre Comercio de las Américas derivado de la falta de voluntad política de los países miembros, ausencia de solidaridad y reciprocidad y la inexistencia de instituciones sólidas para su administración eficaz (Soria, 2007).

GRÁFICA 1
SALDO COMERCIAL BILATERAL, MÉXICO-BRASIL DE 1995-2020
(MILLONES DE DÓLARES)



Fuente: elaborado con base en los datos de OECD (2023).

Tal como se aprecia en la gráfica 1, a partir de 1999 y hasta el 2011 Brasil presenta un saldo comercial superavitario mientras que el de

México es deficitario. Entre el 2012 y 2015 México pasa a tener un ligero superávit sobre Brasil y en el 2016 el saldo comercial mexicano cae nuevamente. Dado lo anterior, Brasil se niega a la firma de un tratado y continúa con el esquema de cuotas del ACE 55.

Para el caso mexicano, la apertura comercial inició tras la crisis de 1982 en donde las tarifas a las importaciones eran elevadas. Para 1986 México se suscribe al Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT), su principio esencial era la celebración de acuerdos para la reducción de aranceles, barreras comerciales y la eliminación de trato discriminatorio en temas de comercio. Posteriormente, tras la firma del tratado de libre comercio con Estados Unidos y Canadá, el acuerdo de integración se convierte en el proceso de apertura más importante para México.

Se debe destacar que México es una de las economías con mayor cantidad de acuerdos y tratados, a la fecha cuenta con 14 Tratados de Libre Comercio firmados con 50 países, 30 Acuerdos para la Promoción y Protección Recíproca de las Inversiones (APPRIs) con 31 países y 9 acuerdos de alcance limitado en el marco de la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI) (Secretaría de Economía, 2015), pero su comercio es esencialmente a través del Tratado de Libre Comercio entre Estados Unidos y Canadá.

Brasil, por su parte, cuenta con 34 acuerdos de alcance parcial y 17 acuerdos de alcance regional con los países miembros de la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI); además, tiene un memorándum de entendimiento con Argentina para profundizar la integración bilateral y fortalecer al Mercado Común del Sur (Mercosur), un acuerdo de cooperación con Kazajstán y una declaración conjunta con la República de Paraguay.

Sumado a lo anterior, tiene acuerdos de servicios con 20 países, un tratado de libre comercio con Chile, un acuerdo de cooperación para la inversión con Marruecos, y otra serie de acuerdos y convenios con China, Malasia e Iraq por mencionar algunos países (Ministerio de Relaciones Exteriores, 2024). No obstante, sus acuerdos y tratados son de tipo parcial y se centran en algunas industrias específicas, lo que refleja cierta medida y protección de la industria nacional respecto al comercio internacional. Sus principales socios comerciales se muestran en el cuadro 1.

CUADRO 1
PRINCIPALES SOCIOS COMERCIALES DE BRASIL, PROMEDIO DE 1995-2020
(PORCENTAJE)

<i>Países</i>	<i>Exportaciones</i>	<i>Países</i>	<i>Importaciones</i>
Estados Unidos	17.0%	Estados Unidos	20.0%
China	14.0%	China	10.0%
Argentina	7.0%	Alemania	6.0%
Alemania	5.0%	Argentina	6.0%
Japón	4.0%	Países Bajos	4.0%
Francia	2.0%	Reino Unido	3.0%

Fuente: elaborado con datos de OCDE (2023).

Del promedio de exportaciones brasileñas en el periodo de 1995 a 2020, destaca Estados Unidos como su principal socio comercial seguido de China, Argentina y Alemania en la segunda, tercera y cuarta posición respectivamente. Japón y Francia en la quinta y sexta posición. Estos seis países representan los destinos del 49% de las exportaciones de la economía brasileña.

Dentro de las economías a las que Brasil exportó en promedio el restante 51% se encuentran Chile, África, México, Países Bajos, Italia, Reino Unido, España, Corea del Sur, Rusia, India y Canadá. Esta distribución sugiere un mercado de las exportaciones brasileñas bastante diversificado aún y cuando sus tratados y acuerdos son menos profundos en comparación con otras economías como México. Respecto a las importaciones se observa que provienen de Estados Unidos, China, Alemania, Argentina, Países Bajos y Reino Unido principalmente.

Esto indica que Brasil depende de las importaciones de seis economías ya que en suma representan el 49% del promedio de importaciones en el periodo de 1995 a 2020. Seguido de estas seis economías se encuentran: Corea en la séptima posición, seguido de Italia, Japón, Francia, África, e India, todas ellas participan con el 3% de las importaciones de Brasil.

Para el caso de México se aprecia que las exportaciones promedio en el periodo de 1995 a 2020 fueron mayormente a Estados Unidos con el 72%. Ahora bien, en cuanto a las importaciones proveniente de sus socios comerciales, Estados Unidos fue el mayor proveedor, con un 53%, seguido de China, que aportó el 12% (véase cuadro 2).

CUADRO 2
PRINCIPALES SOCIOS COMERCIALES DE MÉXICO, PROMEDIO DE 1995-2020
(PORCENTAJE)

<i>Países</i>	<i>Exportaciones</i>	<i>Países</i>	<i>Importaciones</i>
Estados Unidos	72.0%	Estados Unidos	53.0%
Canadá	6.0%	China	12.0%
China	2.0%	Japón	4.0%
España	1.0%	Alemania	4.0%
Alemania	1.0%	Corea	3.0%
Japón	1.0%	Canadá	2.0%

Fuente: elaborado con datos de OCDE (2023).

Como se aprecia en el cuadro 2, las importaciones se encuentran depositadas en dos países principalmente, Estados Unidos y China, ambos representan el 65%, lo que muestra que México mantiene una relación comercial más intensa con Estados Unidos, gracias a la firma del Tratado de México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC).

Respecto a los bienes mayormente exportados se aprecia que en la economía mexicana destaca principalmente en el sector manufacturero. En el cuadro 3 se presentan los principales bienes exportados e importados de Brasil y México con valores promedio para el periodo 1995-2020. En cuanto a las primeras se destaca la fabricación de vehículos de motor (20%), fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos (18%) y comercio mayorista y minorista de reparación de vehículos de motor y motocicletas (14%) que en conjunto representan el 52% del total de las exportaciones mexicanas.

Respecto a las importaciones, resaltan los siguientes sectores: fabricación de productos informáticos electrónicos y ópticos (19%), seguido de comercio mayorista y minorista de reparación de vehículos de motor (18%), fabricación de vehículos de motor (8%) y fabricación de maquinaria y equipo (8%). Estos cuatro sectores representan el 53% lo cual muestra que al igual que las exportaciones, los sectores importadores son principalmente manufactureros con una pequeña participación del sector de servicios para vehículos.

Para el caso de Brasil los sectores altamente exportadores son: fabricación de alimentos, bebidas y tabaco (13%), comercio mayorista y minorista de reparación de vehículos de motor (12%) seguido de

sectores primarios como agricultura y ganadería (11%) y minería (8%). En comparación con la economía mexicana quien deposita el 52 % de sus exportaciones en los tres principales sectores, Brasil en cambio lo hace en cinco sectores. Además de que, a diferencia de México, sus exportaciones son de productos primarios, manufacturas y servicios, demostrando también un comercio más diversificado en términos de productos e industrias.

CUADRO 3
PRINCIPALES BIENES COMERCIAADOS DE MÉXICO Y BRASIL A NIVEL MUNDIAL,
PROMEDIO DE 1995-2020 (PORCENTAJE)

México			Brasil		
Sectores más exportadores		Sectores más importadores	Sectores más exportadores		Sectores más importadores
Fabricación de vehículos de motor	20%	Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	19%	Fabricación de alimentos, bebidas y tabaco	13%
					Comercio mayorista y minorista de reparación de vehículos de motor y motocicletas
Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	18%	Comercio mayorista y minorista de reparación de vehículos de motor y motocicletas	18%	Comercio mayorista y minorista de reparación de vehículos de motor y motocicletas	12%
					Fabricación de sustancias y productos químicos
Comercio mayorista y minorista de reparación de vehículos de motor y motocicletas	14%	Fabricación de vehículos de motor	8%	Agricultura, ganadería, silvicultura y actividades forestales	11%
					Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos
Minería y extracción de productos de energía.	9%	Fabricación de maquinaria y equipo	8%	Minería y productos de cantera	8%
					Minería y extracción de productos productores de energía
Transporte terrestre por oleoductos	5%	Fabricación de sustancias y productos químicos	7%	Manufactura de metales básicos	8%
					Fabricación de maquinaria y equipo

Fuente: elaborado con datos de OCDE (2023).

En cuanto a las importaciones, Brasil adquiere servicios de comercio mayorista y minorista de reparación de vehículos de motor y motocicletas (13%). Otros sectores altamente importadores son sustancias y productos químicos (8%) y productos informáticos, electrónicos y ópticos (8%). En resumen, México y Brasil muestran una estructura comercial y nivel de apertura que difiere por completo, mientras que México optó por abrir su comercio y vincularse de manera profunda con Estados Unidos y Canadá a través del T-MEC a partir de los sectores automotriz, de productos informáticos, electrónicos y ópticos, y de equipo eléctrico, Brasil por su lado optó por la cautela y acuerdos comerciales parciales apoyándose de la diversificación comercial y otros tantos son firmados a través del Mercosur, así como por una estructura sectorial de las exportaciones mucho más diversificada.

Si bien, ambos países tienen socios comerciales en común como Estados Unidos y China, Brasil mantiene comercio con países de América del Sur, Europa y Asia, mientras que México se ha enfocado en América del Norte. México es altamente exportador en manufactura de productos informáticos y ópticos, así como en el sector automotriz junto con servicios de ese sector, mientras que Brasil exporta principalmente manufactura de productos alimenticios y servicios en el sector automotor.

Por el tipo y niveles exportaciones e importaciones, se revisa que México participa más activamente en bienes intermedios en comparación con Brasil. Esto se puede explicar porque en México, las 3 industrias más exportadoras coinciden con las 3 más importadoras, hecho que puede sugerir comercio de bienes intermedios y la participación de México en las cadenas internacionales de producción de dichas industrias. Brasil, por su parte, registra diferentes sectores exportadores e importadores. Con esto se concluye que la estructura comercial de ambos países es diferente y podría ser complementaria. Por ello, en el cuadro 4 se presentan los cinco bienes más comerciados bilateralmente entre México y Brasil.

Lo que se observa es que el principal sector exportador e importador tanto para México como para Brasil es el automotor. En el caso de México, además envía a Brasil manufactura de bienes informáticos, productos químicos y metales; en suma, para la economía mexicana estos cuatro sectores manufactureros representan el 57% de las exportaciones a ese país y el sector de servicios de comercio aporta el 17%. Respecto a las exportaciones de Brasil a México, se tiene que cuatro sectores de la manufactura representan el 48%, entre ellos se encuentran además del sector automotriz, la manufactura de maquinaria y equipo, metales básicos y productos químicos. El 17% es de comercio de vehículos.

CUADRO 4
PRINCIPALES BIENES COMERCIAADOS BILATERALMENTE ENTRE MÉXICO Y BRASIL,
PROMEDIO DE 1995-2020 (PORCENTAJE)

<i>México / Brasil</i>			
<i>Sectores exportadores de México a Brasil</i>		<i>Sectores exportadores de Brasil a México</i>	
Fabricación de vehículos de motor	25%	Fabricación de vehículos de motor	26%
Comercio mayorista y minorista de reparación de vehículos de motor y motocicletas	17%	Comercio mayorista y minorista de reparación de vehículos de motor y motocicletas	17%
Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	16%	Fabricación de maquinaria y equipo	10%
Fabricación de sustancias y productos químicos	10%	Fabricación de metales básicos	8%
Fabricación de metales básicos	6%	Fabricación de sustancias y productos químicos	4%

Fuente: elaborado con datos de OCDE (2023).

Respecto al comercio bilateral, de los cinco sectores con mayores exportaciones de México a Brasil y viceversa, tres coinciden en ambos países: la fabricación de vehículos de motor, el comercio de reparación de vehículos de motor y la fabricación de sustancias y productos químicos, para México representan el 58% y para Brasil el 55%. Adicionalmente, México exporta a Brasil productos informáticos, electrónicos y ópticos (17%), y metales básicos (6%), mientras que Brasil exporta a México maquinaria y equipo (10%) y metales básicos (8%). Esta información sugiere que México y Brasil mantienen una relación de tipo competitiva no solo en el sector automotriz y sus servicios, también en los sectores de fabricación de metales básicos y productos químicos, hecho que puede sugerir la conformación de cadenas de producción. Por otro lado, mantienen una relación complementaria en los sectores de productos informáticos, donde México es el país exportador, y en el sector de maquinaria y equipo con Brasil como exportador.

2. ÍNDICE DE VENTAJA COMPARATIVA REVELADA (VCR)

Para el estudio de la ventaja comparativa revelada (VCR) existen distintos autores con diversas propuestas para su determinación (Balassa, 1965 y 1986, y Dalum *et al.*, 1998); para fines de este trabajo,

se utiliza el índice de ventaja comparativa revelada (VCR) de Vollrath (1991) que se presenta en la ecuación (1).

$$VCR_a^i = VCX_a^i - VCM_a^i \quad (1)$$

Donde la ventaja comparativa revelada (VCR) es la resta de la ventaja comparativa de las exportaciones (VCX) y la ventaja comparativa de las importaciones (VCM). Al calcular la VCX (ver ecuación 1a) se obtiene la participación de las exportaciones de cada sector respecto de las totales del país, ponderadas por la participación de las exportaciones mundiales de dicho sector en el total mundial. En el caso de la ventaja comparativa de las importaciones (VCM) (ver ecuación 1b), muestra la participación de las importaciones de cada sector respecto de las totales del país, ponderadas por la participación de las importaciones mundiales de dicho sector en el total mundial. En ambos casos el objetivo es mostrar el nivel de competitividad de los sectores económicos en el comercio mundial. Con el índice VCR se identifican los sectores competitivos tanto en importaciones como en exportaciones.

$$VCX_a^i = \ln \left[\frac{(X_a^i/X_n^i)}{X_a^r/X_n^r} \right] \quad (1a)$$

$$VCM_a^i = \ln \left[\frac{(M_a^i/M_n^i)}{M_a^r/M_n^r} \right] \quad (1b)$$

En la notación, X representa las exportaciones y M las importaciones; la a , representa el bien o sector de análisis, i es el país de estudio, r es el mundo o selección de países menos el país de análisis, n es el comercio total de mercancías o sectores restando la mercancía o sector de análisis. Para la interpretación del resultado se considera que los valores mayores a cero indican sectores o bienes con VCR y viceversa, sectores menores a cero, tienen desventaja. El índice VCR debe ser mayor a cero porque ello supondría que la capacidad exportadora es superior a la importadora, otorgando una ventaja al país en el comercio de cierto bien respecto al comercio mundial.

En el caso del comercio bilateral entre dos economías, el índice de VCR se calcula también a través de las ecuaciones (1), (1a) y (1b). Si bien, el análisis de la VCX, VCM y VCR muestra la importancia de los sectores exportadores e importadores respecto del comercio mundial, para fines de este artículo, la propuesta del cálculo de la ventaja comparativa revelada bilateral brinda una visión de la importancia que tiene el comercio de México y Brasil respecto del comercio bruto nacional de cada país. Por tanto, la determinación del indicador de manera bilateral permite conocer los sectores más importantes en el comercio bilateral respecto al comercio total de cada país. En ese sentido, las ecuaciones (1a) y (1b) se calculan a partir de las siguientes definiciones:

X_a^i = las exportaciones bilaterales del sector a (ejemplo exportaciones de México a Brasil, sector automotor de las), X_n^i = representa el total de exportaciones bilaterales menos el sector a , (ejemplo exportaciones de México a Brasil menos sector automotor), X_a^r = son las exportaciones brutas del país de estudio menos las exportaciones bilaterales del sector a (ejemplo exportaciones brutas mexicanas menos exportaciones brutas de México a Brasil del sector automotor) y X_n^r = exportaciones brutas del país de estudio menos las exportaciones bilaterales restando el sector de análisis (ejemplo exportaciones brutas mexicanas menos exportaciones bilaterales de México a Brasil menos sector automotor).

M_a^i = las importaciones bilaterales del sector a (ejemplo sector automotor de las importaciones de México procedentes de Brasil), M_n^i = representa el total de importaciones bilaterales menos el sector a , (ejemplo importaciones de México procedentes de Brasil menos sector automotor) M_a^r = son las importaciones brutas del país de estudio menos las importaciones bilaterales del sector a (ejemplo importaciones brutas mexicanas menos importaciones brutas de México procedentes de Brasil del sector automotor) y M_n^r = importaciones brutas del país de estudio menos las importaciones bilaterales restando el sector de análisis (ejemplo importaciones brutas mexicanas menos importaciones de México procedentes de Brasil menos sector automotor).

Para su análisis e interpretación se han trazado cuatro posibles combinaciones, las cuales han sido esbozadas en cuatro cuadrantes tal como se aprecia en el cuadro 5.

CUADRO 5
POSIBLES RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ÍNDICE DE VENTAJA COMPARATIVA REVELADA

	<i>VCM < 0</i>	<i>VCM > 0</i>
<i>VCM > 0</i>	Cuadrante I $VCR > 0$ Ventaja comparativa en las exportaciones y desventaja comparativa en las importaciones. a) La demanda doméstica del sector o bien es limitada; b) Revela ventajas comparativas para suplir el mercado interno, en otras palabras, el mercado internacional no compete en la comercialización interna del producto y, c) La existencia de barreras comerciales que no permiten la entrada del producto al mercado.	Cuadrante II $VCR > 0 < 0$ Ventaja comparativa en las exportaciones e importaciones. Si la <i>VCX</i> y <i>VCM</i> son > 0 entonces hay ventaja comparativa revelada. Si la ventaja comparativa está en las importaciones entonces: El país es exportador de un bien, pero sus importaciones son más importantes para el comercio mundial; Existe triangulación en el comercio de ese bien/sector. El resto del mundo muestra ventaja comparativa al competir con la oferta doméstica de productos y Una tercera posibilidad es que se trate de un agregado de productos/ sectores, en donde algunos subproductos muestran una <i>VCR</i> en las exportaciones y muestran <i>VCR</i> en las importaciones.
<i>VCM < 0</i>	Cuadrante III $VCR < 0 > 0$ Desventaja comparativa tanto en la exportación como en las importaciones. a) Los bienes/sectores no intervienen en forma significativa en el comercio mundial (exportaciones o importaciones) ya que el consumo doméstico del bien en cuestión es limitado; b) Los productores locales no enfrentan competencia internacional y c) Las dos anteriores. En este cuadrante el resultado puede ser ambiguo y realizar una interpretación incorrecta.	Cuadrante IV $VCR < 0$ Desventaja comparativa en las exportaciones y ventaja comparativa en las importaciones. a) El país y/o sectores no compete en el comercio internacional; b) La oferta doméstica o interna es limitada y c) La producción del bien o servicios es insuficiente para satisfacer la demanda interna y debe ser suplida por el mercado internacional.

Fuente: elaboración propia con base en Del Moral y Murillo (2015).

En el cuadrante I se encuentran aquellos sectores con ventaja comparativa revelada debido a que sus exportaciones son relevantes para el comercio internacional, pero no así sus importaciones. En el cuadrante II se encuentran los sectores cuyas exportaciones e importaciones son relevantes para el comercio mundial, en este caso, el sector puede tener o no ventaja comparativa revelada, el resultado depende de si el potencial exportador es mayor al importador o viceversa.

El cuadrante III muestra aquellos sectores que no gozan de ventaja, quiere decir que sus exportaciones e importaciones no son significativas ni tampoco competitivas en el comercio internacional, esto provee información de los sectores débiles en términos comerciales. En el cuadrante IV se encuentran los bienes o servicios que no pueden satisfacer la demanda interna y debe ser suplida por bienes o servicios en el mercado internacional.

Para el desarrollo de este trabajo se consideran los sectores de los cuadrantes I y II, que son los sectores que cuentan con ventaja comparativa revelada con participación en las exportaciones. En el primer cuadrante están los sectores cuyas exportaciones son relevantes respecto del comercio internacional aún y cuando sus importaciones son limitadas o no competitivas respecto del mercado internacional. En el cuadrante II se encuentran los sectores con ventaja comparativa, es decir las exportaciones e importaciones son competitivas respecto del comercio internacional.

Para obtener una VCR el sector en cuestión debe mostrar un índice de VCR mayor a cero que puede ser resultado de índices de ventaja en la exportación e importación mayor a cero, o de índices de ventaja en la exportación, pero desventaja en la importación. En el primer caso, se puede tener una VCR de 1.5 resultado de una ventaja exportadora de 3 e importadora de 1.5, demostrando así un sector competitivo respecto del comercio internacional. En el segundo caso, es posible tener una VCR de 1.5 resultado de una ventaja exportadora de 1 y una desventaja importadora de -0.5.

La VCR se calcula para México y Brasil con el mundo y de manera bilateral, en el periodo de 1995 a 2020, considerando los 45 sectores económicos de la International Standard Industrial Classification of All Economic Activities revisión 4 (ISIC, rev. 4).

3. COMPETITIVIDAD SECTORIAL: VENTAJA COMPARATIVA REVELADA DE MÉXICO, BRASIL Y BILATERAL 1995-2020

Los resultados del índice de VCR de México y Brasil con el mundo y en el comercio bilateral se analizan en este apartado. En el cuadro 6 y 7 se muestran los resultados de los cuadrantes I y II de la VCR para el caso de México y Brasil respectivamente. En el caso de México (ver cuadro 6) se observa que seis de los 45 sectores de actividad económica muestran una VCR, tres se ubican en el cuadrante I y tres en el II. En los primeros, se encuentra la fabricación de minerales no metálicos, fabricación de muebles, joyas y otros, y el transporte terrestre.

En el cuadrante II se encuentra la fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos, la fabricación de equipo eléctrico y la fabricación de vehículos de motor. Cabe destacar que los sectores del cuadrante I tienen VCR positiva debido únicamente a su potencial exportador ya que su VCM (relevancia como sectores importadores) es negativa. Por el contrario, los sectores del cuadrante II tienen VCR tanto por su potencial exportador como importador, esto sugiere que son sectores con participación en las cadenas globales o regionales de producción dado que, para exportar, importan, o viceversa. Estos resultados coinciden con los de otros trabajos (Fujii y Cervantes, 2017; Fuentes *et al.*, 2020 y Murillo-Villanueva *et al.*, 2022) quienes encuentran que las cadenas de valor de estas industrias son relevantes para México sobre todo por su comercio con la región de América del Norte.

CUADRO 6
MÉXICO: SECTORES ECONÓMICOS CON VCR EN EL MUNDO, PROMEDIO DE 1995-2020

Sectores económicos	VCX	VCM	VCR
<i>Cuadrante I</i>			
1. Fabricación de otros productos minerales no metálicos	0.12	-0.31	0.44
2. Fabricación de muebles; joyas, instrumentos musicales, juguetes, etc.; reparación e instalación de maquinaria y equipo	0.07	-0.49	0.56
3. Transporte terrestre y transporte por oleoductos	0.96	-0.29	1.25
<i>Cuadrante II</i>			
4. Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques	2.34	0.93	1.41
5. Fabricación de equipos informáticos, electrónicos y ópticos.	0.94	0.59	0.35
6. Fabricación de equipo eléctrico	0.72	0.60	0.12

Fuente: elaboración propia con base en el cálculo de la ventaja comparativa revelada ponderada de 1995 a 2020.

Los resultados del cuadro 6 indican que los tres sectores mexicanos con mayor VCR son: el sector de vehículos de motor con un índice igual a 1.41, le sigue el transporte terrestre y transporte por oleoductos con 1.25 y la fabricación de equipos informáticos con 0.35. Se descartaron los sectores 1 y 2 ya que su VCR se explica principalmente por su peso en las importaciones. Por tanto, la industria automotriz en México es la que muestra mayor ventaja respecto al comercio mundial.

En el caso brasileño (cuadro 7) se encuentran resultados interesantes, de los 45 sectores, 14 (casi una tercera parte) muestran VCR. Este hecho da evidencia de la diversificación comercial y competitiva del comercio de Brasil en el mundo. Otro dato relevante por destacar es que, de estos 14 sectores, 11 se encuentran en el cuadrante I y tres en el cuadrante II, por lo que la competitividad del comercio en Brasil está determinada por su capacidad exportadora más que por la importadora (Molina, 2023).

CUADRO 7
SECTORES ECONÓMICOS CON VCR DE BRASIL, PROMEDIO DE 1995-2020

Sectores económicos	VCX	VCM	VCR
<i>Cuadrante I</i>			
1. Agricultura, ganadería, silvicultura y actividades forestales	1.48	-0.42	1.91
2. Minería y productos de canteras no producidos de energía	1.49	-0.30	1.79
3. Fabricación de productos alimenticios; bebidas y productos de tabaco	1.48	-0.47	1.95
4. Fabricación de madera y de productos de madera y corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de paja y materiales trenzables	0.69	-1.99	2.68
5. Fabricación de papel y productos de papel; impresión y reproducción de soportes grabados	1.38	-0.08	1.46
6. Fabricación de otros productos minerales no metálicos	0.20	-0.40	0.61
7. Fabricación de metales básicos	0.84	-0.49	1.32
8. Fabricación de otros equipos de transporte	0.08	-0.17	0.25
9. Transporte terrestre y transporte por oleoductos	0.41	-0.22	0.63
10. Almacenamiento y actividades de apoyo al transporte	0.40	-0.36	0.76
11. Actividades inmobiliarias	0.22	-0.24	0.46
<i>Cuadrante II</i>			
1. Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques	0.73	0.30	0.44
2. Comercio mayorista y minorista de reparación de vehículos de motor y motocicletas	0.13	0.10	0.04
3. Administración pública y defensa; seguridad social obligatoria	1.02	0.58	0.44

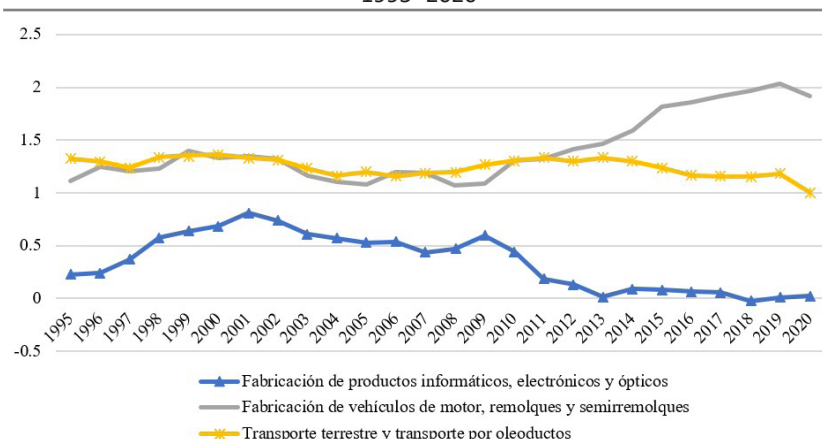
Fuente: elaboración propia con base en el cálculo de la ventaja comparativa revelada ponderada de 1995 a 2020.

Respecto al cuadrante I se descartan los sectores 4, 6, 8 y 11 debido a que su VCR es mayor a cero, resultado del potencial importador, característica que no es de interés para los objetivos de este trabajo porque se buscan sectores con potencial exportador. Los tres sectores con mayor VCR en Brasil son: fabricación de productos alimenticios, bebidas y tabaco con un índice VCR igual a 1.95, le sigue el sector de agricultura y ganadería con 1.91 y minería y productos de canteras con 1.79. Estos sectores coinciden con los sectores más exportadores de Brasil definidos en el cuadro 3.

Otro resultado interesante para el caso de Brasil se relaciona con el hecho de que los sectores que se identificaron en el cuadrante II donde la capacidad exportadora e importadora de los sectores muestra una ventaja (cuadro 7) son de manufactura automotora y de servicios profesionales y de administración pública. Si bien, sus índices de VCR son mayores a cero, estos son pequeños y del orden del 0.04 y 0.44. Con esto se observa que Brasil, más que ser un país inmerso en las cadenas globales de producción y de valor donde las importaciones juegan un papel relevante para producir exportaciones, se ha dedicado a desarrollar una estructura principalmente exportadora (sectores del cuadrante I) basada en las actividades primarias.

Los resultados para el caso de Brasil dan evidencia de la importancia que tiene el sector primario con sus actividades agroindustriales y mineras en la producción nacional y las exportaciones al resto del mundo (Molina, 2023). Esta estructura de comercio es completamente opuesta a la de México, país que desde la apertura comercial apostó por la especialización en actividades manufactureras. Estas diferencias coinciden con las encontradas por Godínez (2007) en un estudio similar. Con esto, Brasil demuestra que una política industrial y de desarrollo económico interno, basada en el sector primario, puede posicionar a una economía en el mundo.

GRÁFICA 2
EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE VCR DE LOS TRES SECTORES CON MAYOR VENTAJA EN MÉXICO,
1995- 2020



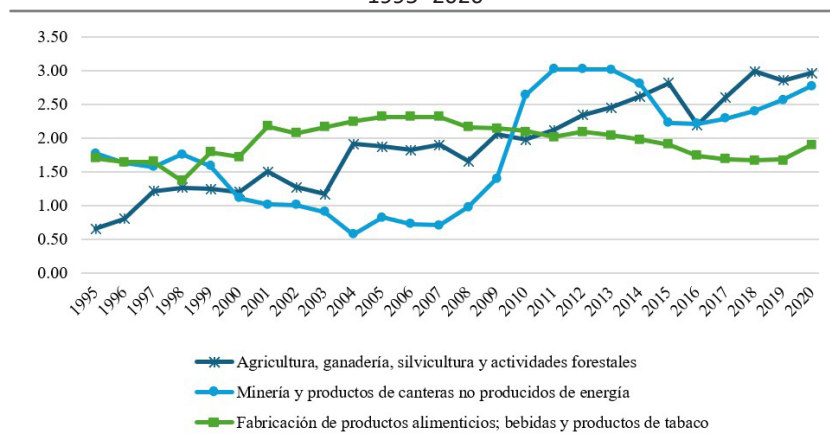
Fuente: elaborado con base en el cálculo de la ventaja comparativa revelada ponderada de 1995 a 2020.

En las gráficas 2 y 3 se muestra la evolución del índice VCR de los tres sectores con mayor ventaja para México y Brasil en el periodo 1995 y 2020. Para el caso de México, el sector de fabricación de vehículos de motor muestra un índice VCR que ha oscilado entre 1.0 y 2.0, además de una tendencia positiva a partir del 2010 cuando el índice fue de 1.08 alcanzando su nivel más alto en 2019 con 2.03. Esto quiere decir que la ventaja mexicana en el sector automotriz cada vez se consolida más, destacando su presencia internacional en la producción mundial del sector automotriz, en palabras de Gil *et al.* (2012) a esta industria se le ha definido como prioritaria para el desarrollo industrial del país.

Con un comportamiento contrario se observa al sector de fabricación de productos informáticos en México que claramente muestra un índice VCR con tendencia a la baja, de hecho, desde 2013 se encuentra muy cercano a cero. Esto se explica porque su relevancia en las exportaciones e importaciones globales es cada vez menor, además de que ambos indicadores tienden a ser bastante similares, ocasionando que el índice se acerque a cero.

Finalmente, el tercer sector con VCR en México es el de transporte terrestre, que ha mostrado una ventaja relativamente constante alrededor de 1.3. La importancia de este sector se encuentra sobre todo en su característica exportadora lo cual sugiere que mundialmente el sector mexicano del transporte terrestre tiene un peso relevante lo cual se puede explicar por el flujo de bienes entre Estados Unidos y México derivado de la producción conjunta de bienes.

GRÁFICA 3
EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE VCR DE LOS TRES SECTORES CON MAYOR VENTAJA EN BRASIL,
1995- 2020



Fuente: elaborado con base en el cálculo de la ventaja comparativa revelada ponderada de 1995 a 2020.

Para Brasil, la gráfica 3 muestra la evolución del índice VCR de los tres sectores con mayor ventaja entre 1995 y 2020. Primero destaca que el valor de los índices es superior en aproximadamente un punto respecto a los índices de los tres sectores seleccionados para el caso de México. Segundo, se aprecia que, aunque con comportamientos diferentes, los sectores de agricultura y ganadería, y minería y productos de cantera han mostrado índices VCR con tendencia positiva, lo cual habla del desarrollo de estos sectores y el aumento de su presencia a nivel mundial en la exportación de bienes basados en recursos naturales.

Tercero, el sector de fabricación de alimentos, bebidas y tabaco ha mantenido un índice alrededor de 2.0, por lo que se ha favorecido al sector manufacturero que está vinculado al procesamiento de los productos del sector agropecuario.

Finalmente, en el cuadro 8 se presentan los sectores con VCR del comercio bilateral entre México y Brasil, del lado izquierdo se muestran los resultados del comercio de México con Brasil, y del lado derecho de Brasil con México. Respecto a los resultados de México con Brasil, en el cuadrante II existen tres sectores que muestran desventaja comparativa, es decir, estos sectores son poco relevantes para el comercio bilateral. Mientras tanto, en el cuadrante I, se pueden observar una serie de sectores que son altamente exportadores, al respecto se destacan dos: sustancias y productos químicos, y productos farmacéuticos con un resultado de 1.7 y 1.8 respectivamente.

Con los datos anteriores se da muestra de la importancia que tienen estos sectores en el comercio bilateral respecto de las exportaciones brutas mexicanas; sin embargo, este resultado también muestra que, México no ha construido cadenas de producción con Brasil al no haber evidencia de un flujo comercial bidireccional (VCX y VCM) en productos químicos y farmacéuticos. Por otro lado, como se expuso en el cuadro 6, los sectores competitivos de México son la manufactura de autos, de equipo eléctrico e informático, con esto se muestra que la economía mexicana no aprovecha sus sectores ventajosos en el comercio con Brasil.

En cuanto a Brasil, se puede observar la presencia de seis sectores con ventaja comparativa revelada (cuadrante II panel derecho), de los cuales, se destaca productos de caucho y plástico con 0.7, productos farmacéuticos y equipo eléctrico con 0.5 en ambos casos y vehículos de motor con 0.3; además, se encuentra sustancias y productos químicos y

comercio mayorista de vehículos con 0.2 y 0.1 respectivamente. En este sentido, se muestra que la participación de Brasil es mayormente ventajosa en el comercio bilateral no solo por tener sectores competitivos, sino también porque aprovecha la ventaja comparativa de México en la manufactura de autos y de equipo eléctrico para potenciar su comercio en esas industrias (ver cuadrante II panel derecho) sugiriendo el desarrollo de una cadena de la producción en la que las exportaciones e importaciones son relevantes para Brasil.

CUADRO 8
SECTORES ECONÓMICOS CON VCR DEL COMERCIO BILATERAL ENTRE MÉXICO Y BRASIL,
PROMEDIO DE 1995-2020

Comercio de México con Brasil				Comercio de Brasil con México			
<i>Sectores</i>	<i>VCX</i>	<i>VMC</i>	<i>VCR</i>	<i>Sectores</i>	<i>VCX</i>	<i>VMC</i>	<i>VCR</i>
<i>Cuadrante I</i>				<i>Cuadrante I</i>			
Fabricación de sustancias y productos químicos	1.7	-0.5	2.2	Fabricación de textiles, prendas de vestir	0.3	-1.0	1.4
Fabricación de productos farmacéuticos	1.8	0.0	1.8	Fabricación de productos del metal	1.0	-0.1	1.1
Fabricación de productos de caucho y plástico	0.3	-0.3	0.6	Fabricación de maquinaria y equipo	1.1	-1.3	2.4
Comercio mayorista y minorista; rep. de vehículos	0.2	-0.1	0.4	<i>Cuadrante II</i>			
Edición, producción de películas, vídeos y programas de TV	0.8	-2.4	3.2	Fabricación de sustancias y productos químicos	0.3	0.1	0.2
Actividades administrativas y de servicios de soporte	0.2	-0.6	0.8	Fabricación de productos farmacéuticos	1.0	0.5	0.5
Arte, entretenimiento y recreación	1.1	-2.0	3.2	Fabricación de productos de caucho y plástico	0.9	0.2	0.7
<i>Cuadrante II</i>				Fabricación de equipos eléctricos	0.8	0.3	0.5
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	0.4	0.7	-0.3	Fabricación de vehículos de motor, remolques, etc.	1.8	1.5	0.3
Fabricación de metales básicos	0.1	0.7	-0.6	Comercio mayorista y minorista; rep. de vehículos	0.3	0.3	0.1
Almacenamiento y actividades de apoyo al transporte	0.0	0.9	-0.8				

Fuente: elaboración propia con base en el cálculo de la ventaja comparativa revelada ponderada de 1995 a 2020.

En el caso de los productos químicos y farmacéuticos, si bien México carece de ventaja comparativa revelada en estos sectores, mantiene una ventaja exportadora; es decir, México exporta estos bienes pero no los importa. Por otro lado, Brasil aprovecha de manera estratégica dichos sectores para participar en cadenas de producción con México, los sectores competitivos en el comercio bilateral son productos químicos, farmacéuticos y gaucho y plástico, mostrando así la competitividad y el rol que juega Brasil en el comercio con México. El trabajo realizado por Morales *et al.* (2012) con una metodología distinta también destaca la importancia del sector de productos químicos en la relación bilateral.

A pesar de los resultados ya descritos, resulta pertinente integrar algunas ideas respecto del sector automotor en donde ambos países mantienen una ventaja comparativa respecto al comercio mundial. México obtuvo una VCR de 1.41 y Brasil de 0.44, es evidente que el comercio en este sector es importante para México y mantiene una posición competitiva por encima de Brasil. A pesar de esto, en el comercio bilateral, Brasil destaca en la manufactura automotriz con una VCR de 0.3, demostrando que el comercio en este sector entre ambos países es determinante (ver Morales *et al.*, 2012), de tipo competitivo y sobre todo que Brasil ha aprovechado el ACE 55.

CONCLUSIONES

Los resultados mostrados en este documento contribuyen al debate sobre los modelos de desarrollo implementados en diferentes países en las últimas décadas. En el caso de los países aquí revisados, se confirma que México apostó por la apertura comercial y el mercado externo como principal alternativa para el crecimiento y desarrollo económicos basándose en las exportaciones manufactureras y en el TLCAN como su principal mercado. En cambio, Brasil se inclinó por el proteccionismo de la industria nacional, la cautela en la firma de tratados de libre comercio, la reprimarización de la economía, el desarrollo de un sector exportador vinculado a las actividades primarias y de aprovechamiento de los recursos naturales, así como por la diversificación de socios comerciales.

Se encontró que ambos países operan su ventaja comparativa de diferente manera, derivado de la visión de política económica de cada uno. De manera específica, el índice de VCR para México arrojó la

existencia de una ventaja comparativa a nivel mundial en el transporte terrestre, la producción automotriz y la producción de productos electrónicos, las primeras dos con un comportamiento relativamente constante en los últimos 25 años, y la última con una tendencia decreciente y que cada año se acerca más a cero. Por su parte, la ventaja comparativa de Brasil en el mundo se encuentra en el comercio de productos agrícolas y ganaderos, la minería y la producción de alimentos, bebidas y tabaco, las primeras dos con una tendencia creciente y la última con un comportamiento relativamente constante. Los resultados de ambas economías son congruentes con su perfil exportador y de especialización.

Este documento aporta una visión novedosa del análisis de la ventaja comparativa revelada al analizar la importancia del comercio bilateral mostrando qué tan importantes son las exportaciones e importaciones de México con Brasil respecto de las exportaciones e importaciones brutas mexicanas respectivamente y lo mismo para Brasil. Los resultados de esta propuesta metodológica indican que el comercio bilateral arroja una ventaja para ambos países, pero en el caso mexicano la ventaja se encuentra principalmente en las exportaciones de los sectores de productos químicos y productos farmacéuticos. Incluso considerando que la VCR de México en el comercio internacional no se encuentra en estos sectores.

Brasil, aprovecha su comercio con México para participar en cadenas productivas principalmente en los sectores automotriz y de equipo eléctrico, que son los sectores en los que se da evidencia que México se especializa.

Por tanto, para lograr el fortalecimiento del comercio bilateral es importante que México aproveche los acuerdos comerciales firmados entre ambas economías, sobre todo en los sectores farmacéutico y automotriz donde se pueden construir cadenas de producción y obtener un beneficio mutuo del comercio.

Es importante destacar que ambas economías juegan un papel importante dentro de la región de América Latina y lograr una integración más estrecha puede tener grandes beneficios en términos de la diversificación comercial y el fortalecimiento de la región. Finalmente, como futuras líneas de investigación se tiene el análisis de las ganancias del comercio bilateral de México y Brasil en términos de valor agregado destacando la especialización comercial de cada país en bienes primarios y manufactureros, respectivamente. De igual modo, sería

interesante considerar escenarios de comercio bilateral de México con otros países de América Latina como Argentina o Colombia.

REFERENCIAS

- Balassa, B. (1961). *The Theory of Economic Integration*. Richard D. Irwin.
- Balassa, B. (1965) Trade Liberalization and Revealed Comparative Advantage. *The Manchester School of Economic and Social Studies*, 33, 99-123. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9957.1965.tb00050>.
- Balassa, B. (1986). Comparative Advantage in Manufactured Goods: A Reappraisal. *The Review of Economics and Statistics*, 68(2), 315-319. <https://doi.org/10.2307/1925512>
- Bhagwati, J. y Panagariya, A. (1996). *The Economics of Preferential Trade Agreements*, Washington D.C. AEI Press.
- Casaburi, G.; Delorme, C.; Agosin, M.; Nasutlon, A.; Zainal-Abidin, M. y J. Yeom (1999). *Nuevas políticas comerciales en América Latina y Asia*. 1-597. [LC/G2053 P] https://repositorio.bce.ec/bitstream/32000/1750/1/Políticas%20Comerciales_SB%20%2046.pdf
- Chang, H. J. (2002). *Kicking Away the Ladder: Development Strategy in Historical Perspective*. Anthem Press.
- Dalum, B.; Laursen, K. y Villumsen, G. (1998). Structural Change in OECD Export Specialization Patterns: de – specialization and ‘stickiness’. *International Review of Applied Economics*, 12(3), 423–443. <https://doi.org/10.1080/02692179800000017>
- De Magallanez, B. (20 de junio del 2024) Similitudes y diferencias de la inserción de Brasil y México en América Latina en: Perspectivas regionales para Brasil y México: diferentes visiones de América Latina [video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=8aJa05ovPfk>
- Del Moral, B. L. E. y Murillo, V. B. (2015) Dinámica del mercado de la carne bovina en México: un análisis de competitividad. *Paradigma Económico* (7)1, 107-125. <https://www.redalyc.org/pdf/4315/431565600004.pdf>
- Durán, L. J. (25 de octubre del 2024) Desarrollo económico e integración latinoamericana [video] Universidad Andina Simón Bolívar Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=GttIIUTm8Jo>
- Feenstra, R. C. (2004). *Advanced International Trade: Theory and Evidence*. Princeton University Press.
- Fernández, C. L. (2010). Brasil y México: el acercamiento necesario. <https://revistadigital.sre.gob.mx/index.php/rmpe/article/view/588>
- Fuentes, Brugués, y González (2020). Valor agregado en el valor bruto de las exportaciones: una mejor métrica para comprender los flujos comerciales entre Estados Unidos y México, *Frontera Norte*, Vol. 32. <http://dx.doi.org/10.33679/rfn.v1i1.1990>

- Fujii, G. y Cervantes, R. (2017): The Weak Linkages Between Processing Exports and the Internal Economy. The Mexican case. *Economic Systems Research*, 29(4), 528-540. <https://doi.org/10.1080/09535314.2017.1351332>
- Gil, L. P.; Martínez S.; Martínez F.; Nañez, H. y Salaza J. (2012) Ventaja comparativa en el sector automotriz en México. *Revista estudiantil de economía*, 4 (1), 45-60. <http://ree.economiatic.com/A4N1/214203.pdf>
- Godínez, J. (2007). Brasil y México: especialización productiva diferenciada y dependencia estructural “renovada” en un contexto económico globalizado. *Análisis Económico*, vol. XXII, núm. 49, pp. 5-30. <https://www.redalyc.org/pdf/413/41304902.pdf>
- Grubel, H. G., y Lloyd, P. J. (1975). *Intra-Industry Trade: The Theory and Measurement of International Trade in Differentiated Products*. (85). The Macmillan Press LTD.
- Krugman, P. (1991). *Geography and Trade*. MIT Press.
- Ministerio de Relaciones Exteriores. (2024). *Concordia* [Página de gobierno]. Colección de actos internacionales de Brasil. <https://concordia.itamaraty.gov.br/>
- Molina del Villar, T. (2023) Mercado interno: impulso al crecimiento en un escenario global. Brasil, Corea del Sur y México. *Análisis económico*, 38(98) 22-45. <https://www.scielo.org.mx/pdf/ane/v38n98/2448-6655-ane-38-98-21.pdf>
- Morales, M.E., Mejía, P., De Jesús, R., Díaz, M. y Vergara R. (2012). Interacciones económico-financieras Brasil-México: ¿cuál es su grado de integración?, *Perfiles Latinoamericanos*, No. 39, pp. 117-150. <https://www.scielo.org.mx/pdf/perlat/v20n39/v20n39a5.pdf>
- Murillo-Villanueva, B., Carbajal Suárez, Y. y de Jesús Almonte, L. (2022). Valor agregado en las exportaciones manufactureras del TLCAN, 2005, 2010 y 2015. Un análisis por subsector. *Análisis económico*, 37(95), 69-88. <https://doi.org/10.24275/uam/azc/desh/ae/2022v37n95/murillo>
- Organisation for economic co-operation and development [OECD] (2023). OECD Statistics. *Trade in Value Added (TiVA) 2021*. <https://stats.oecd.org/>
- Peña, J. J. (2024) *El interregionalismo: nueva estrategia de política exterior para México*. Universidad Nacional Autónoma de México <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/15/7428/15.pdf>
- Rodrik, D. (2001). *The Global Governance of Trade: As if Development Really Mattered*. United Nations Development Programme.
- Soria, V. (2007). La inserción de Brasil y México en sus esquemas regionales de integración en el contexto de la globalización y el ALCA. En: Balassa, B. (1961). *The theory of economic integration*. Richard D. Irwin.

- Secretaría de Economía. (2015, mayo 10). Comercio exterior, países con tratados y acuerdos firmados con México [Página de Gobierno]. Secretaría de Economía. <http://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/comercio-exterior-paises-con-tratados-y-acuerdos-firmados-con-mexico>
- Vollrath, T. L. (1991). A theoretical evaluation of alternative trade intensity measures of revealed comparative advantage. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 127(2), 265-280. <https://doi.org/10.1007/bf02707986>



Paradigma económico

REVISTA DE ECONOMÍA REGIONAL Y SECTORIAL

FACULTAD DE ECONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

ISSN 2007-3062

AÑO 17 NÚM. 1 ENERO | JUNIO 2025

***Disponible de acceso abierto en el repositorio
de la Universidad Autónoma del Estado de México***

<https://paradigmaeconomico.uaemex.mx/>

Evolución y tendencias de la literatura científica en externalidades dinámicas y estructura económica local: análisis bibliométrico

SANTIAGO E. POZO RODRÍGUEZ*

JESSENIA E. ALBÁN ANGUISACA**

RESUMEN

Este documento realiza un análisis bibliométrico sobre externalidades dinámicas y su relación con la complejidad económica, usando Scopus y Web of Science, durante 2018-2023. Se aplicó el protocolo de revisión sistemática de Kitchenham (2007) y Olaleye (2023). Los hallazgos evidencian concentración científica en Europa y los términos concurrentes son aglomeración, innovación y spillovers. El mapeo científico revela líneas predominantes centradas en tipos de externalidades, mientras que las emergentes abordan su análisis a nivel de áreas metropolitanas.

Palabras clave: externalidades dinámicas, acumulación de conocimiento, innovación, estructura económica, complejidad económica.

Clasificación JEL: R11, R12, O18, O31.

* Docente-Investigador del Departamento de Economía, Empresa y Desarrollo Sostenible de la Universidad de Cuenca-Ecuador, Ecuador. Correo electrónico: santiago.pozo@ucuenca.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0253-4025>.

** Investigadora independiente. Cuenca-Ecuador, Ecuador. Correo electrónico: jessyalban17@gmail.com. ORCID: 0009-0002-4854-6304.

ABSTRACT

Evolution and Trends in the Scientific Literature on Dynamic Externalities and Local Economic Structure: A Bibliometric Analysis

This document presents a bibliometric analysis on dynamic externalities and their relationship with economic complexity, using Scopus and Web of Science for the period 2018–2023. The systematic review protocol by Kitchenham (2007) and Olaleye (2022) was applied. The findings show a scientific concentration in Europe, with concurrent terms are agglomeration, innovation, and spillovers. Scientific mapping reveals predominant research lines focused on types of externalities, while emerging ones address their analysis at the metropolitan area level.

Keywords: dynamic externalities, knowledge accumulation, innovation, economic structure, economic complexity.

JEL Classification: R11, R12, O18, O31.

INTRODUCCIÓN

Las externalidades dinámicas hacen referencia a la acumulación de conocimiento y su impacto en la productividad dentro de una región o ciudad específica. En este campo, el trabajo pionero de Glaeser *et al.* (1992), abordó el vínculo entre el crecimiento del empleo y las economías de aglomeración, para lo cual estableció dos tipos de economías externas: las de alcance intraindustrial (MAR) y las interindustrial (Jacobs), además de las externalidades planteadas más adelante por Porter (Varela y Palacio, 2008).

Las externalidades tipo MAR afirman que la difusión del conocimiento se da entre empresas de una misma industria especializada en un territorio. La concentración de empresas de la misma industria en una ciudad permite que el conocimiento se transmita entre las firmas y facilite la innovación y el crecimiento (Van Der Panne, 2004).

Las externalidades tipo Jacobs, proponen que las transferencias de conocimiento pueden provenir de fuentes fuera de la industria. Por lo tanto, es la variedad y la diversidad de industrias que se encuentran geográficamente próximas unas a otras, lo que estimula la innovación y el crecimiento (Pedersen y Rahbek, 2021).

Las externalidades tipo Porter establecen que la competencia local impulsa la innovación, mientras las influencias externas de conocimiento en áreas específicas estimulan el crecimiento; pues varias que se encuentran próximas, compiten por la innovación acelerando la adopción de la tecnología (Osorio, 2014).

Por otro lado, la complejidad económica, se refiere a la diversidad y sofisticación de una economía en términos de los productos que produce, y las habilidades y conocimientos necesarios para producirlos (Hidalgo y Hausmann, 2009). En otras palabras, un país (territorio) se considera más complejo económicamente si produce y exporta productos que son difíciles de fabricar y que son demandados por países (territorios) con una mayor complejidad económica.

En ese sentido, la complejidad económica se vincula con las externalidades dinámicas, a través de la diversificación productiva y el desarrollo de capacidades tecnológicas. Una economía compleja, con una amplia variedad de productos y sectores interconectados, crea un entorno propicio para la generación de externalidades dinámicas. Esto se debe a que la interacción entre diferentes agentes económicos, como empresas, instituciones de investigación y trabajadores altamente capacitados, promueve el intercambio de conocimientos, ideas y mejores prácticas (Sahdev, 2016).

A partir de lo anterior, resulta imperativo llevar a cabo un análisis bibliométrico que aborde de manera integral y relacional el enfoque de las externalidades dinámicas y la complejidad económica.

En este contexto, Kitchenham (2007) asevera que las revisiones sistemáticas de la literatura ayudan a examinar en qué medida la evidencia empírica respalda o contradice las hipótesis teóricas, e incluso puede ayudar a generar nuevas hipótesis.

Basile *et al.* (2022), manifiestan que la bibliometría, en la actualidad, es importante para describir exhaustivamente la historia, estado general del arte y patrones de colaboración de un tema de investigación, frenando el problema de masificación de información bibliográfica. En el mismo sentido, el método sistemático de revisión de literatura ayuda a identificar, evaluar e interpretar el trabajo de investigadores, académicos y profesionales en un campo específico (García-Peñalvo y García-Holgado, 2022).

En ese contexto, el propósito central de esta investigación es obtener una visión integral y exhaustiva de las investigaciones sobre externalidades dinámicas a través un análisis bibliométrico de la literatura existente, a partir de la búsqueda de información tanto en Scopus como en Web of Science, durante el periodo 2018-2023. Además, se busca identificar cual es el impacto de estas externalidades en la complejidad económica, mediante la revisión sistemática de la literatura.

Esta investigación se divide en cuatro partes: en la primera parte, se hace una introducción al problema de investigación. En la segunda parte, se detalla la metodología, a partir de explicar las técnicas de investigación bibliométricas y recogida de datos. En la tercera, se presentan los resultados a partir del análisis de desempeño y del mapeo científico. Finalmente, en la cuarta parte, se mencionan las discusiones y conclusiones.

1. METODOLOGÍA

1.1. Técnicas de investigación bibliométrica

Las revisiones sistemáticas pueden ayudarnos a conocer la evidencia disponible, conociendo primero lo que se sabe, el apoyo que se tiene y lo que no se ha explicado (Cooper, 2017). Además, el análisis bibliométrico puede ayudar a explicar de mejor manera, los aspectos que apoyan los hallazgos de la investigación y orientar a los investigadores a realizar investigaciones significativas (Akhavan *et al.*, 2016).

En este sentido, se consideran los pasos de un mapeo sistemático de literatura sugeridos por Hidalgo *et al.* (2011), Kitchenham (2007) y Olaleye *et al.* (2023). Primero, se definió la cadena de búsqueda que se desarrolló en dos pasos. Como paso uno, se establecieron los términos de búsqueda del término principal “Externalidades Dinámicas”, así como los términos relacionados con “Estructura Productiva”, “Complejidad Económica” y “Resiliencia Económica Territorial”, utilizando la técnica de expansión basada en informes y la búsqueda de sinónimos en el tesoro¹ de la UNESCO. Para la primera herramienta, se consideraron artículos científicos o tesis referenciados en el proyecto que contienen información proveniente de bases de datos como Scopus, Semantic Scholar, Google Scholar, Biblat, Scielo, Dialnet, Springer, ScienceDirect y Redalyc. A continuación, se analizaron los títulos y las palabras clave de estos estudios para determinar los términos más utilizados en relación con el término inicial. Es importante destacar que, se consideró tesauros en inglés, dado que, en la actualidad, se ha consolidado como una de las herramientas académicas y profesionales más relevantes (Alzate y López, 2018).

¹ Se sugiere emplear palabras específicas del campo de investigación mediante el uso de tesauros, que son palabras propias del campo o área de interés. Existen diversas plataformas de tesauros (UNESCO, Merriam-Webster y Ebsco), que permiten buscar sinónimos y términos apropiados para definir los conceptos de búsqueda, que pueden facilitar una comunicación precisa y efectiva en el ámbito académico (Alzate y López, 2018).

Una vez identificados los términos de búsqueda, se seleccionan las bases de datos para el análisis bibliométrico, siendo estas: Scopus (SCO, 2023) y Web of Science (WoS, 2023). Estas bases de datos son importantes para el análisis bibliométrico porque proporcionan información detallada sobre la producción científica, las citas y las colaboraciones entre autores y las tendencias de los campos de estudio analizados, permitiendo de esta forma, evaluar el impacto de la investigación científica (Universidad de Valladolid, 2022). Un aspecto importante por resaltar es que el uso de Scopus y WoS permite la mitigación del riesgo de recopilar datos duplicados, además de reducir la tendencia a omitir datos relevantes y realizar un estudio exhaustivo (Olaleye *et al.*, 2023).

El segundo paso, consistió en probar distintas combinaciones de los términos identificados en el primer paso, en las bases de datos seleccionadas y finalmente, se establecieron las siguientes cadenas booleanas para la búsqueda utilizando los operadores lógicos AND y OR (Ronconi, 2020). Se debe mencionar que las combinaciones utilizadas en ambas bases de datos contienen los términos “dynamic externality” OR “knowledge spillover” OR “knowledge externality” junto con los términos relativos “production” OR “economic structure” OR “agglomeration” OR “specialization” OR “diversity” OR “competitiveness”, OR “economic complexity” OR “territorial economic resilience”.

1.2. Recogida de datos

Los criterios de inclusión utilizados fueron los siguientes: i) artículos originales de tipo conceptual o empírico publicados en revistas indexadas tanto en Scopus como en WoS con idiomas de publicación en inglés y español, ii) revistas de acceso abierto y de pago, iii) periodo de referencia: 2018-2023, y iv) artículos científicos de las áreas de: economía, econometría y finanzas, ciencias sociales, negocios, gestión y contabilidad, estudios urbanos, estudios de desarrollo, ciencias ambientales y geografía.

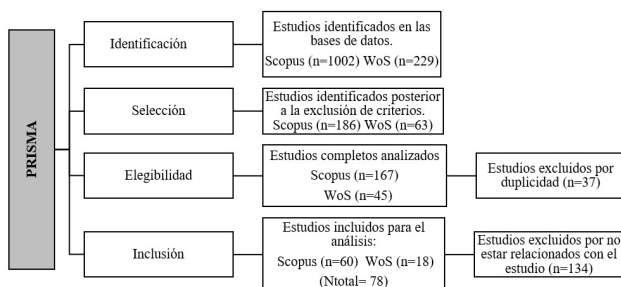
Con relación a los criterios de exclusión, este estudio se basó en los siguientes: i) artículos que presenten análisis tipo revisiones sistemáticas de literatura, ii) libros o capítulos de libros, iii) estudios o informes, iv) tesis de grado, maestría o posgrado, v) proceedings de congresos, conferencias, vi) artículos científicos en la etapa de publicación de prensa, vii) reseñas, editorial, retratado, nota y erratum, y viii) artículos científicos de otras áreas del conocimiento.

El análisis de los datos se realiza con las herramientas de RStudio y la plataforma web Biblioshiny dentro del paquete Bibliometrix; que se encarga de evaluar los indicadores definidos (Aria y Cuccurullo, 2017). Asimismo, se utiliza el software VOSviewer para la visualización y la creación de redes bibliométricas (Contreras y Abid, 2022). También está la herramienta Tableau para la creación de gráficos. Finalmente, la información será presentada utilizando el diagrama PRISMA², que ayudará a garantizar que la revisión sistemática sea de alta calidad.

2. INFORME DE RESULTADOS

El resultado de las operaciones de búsqueda se observa en el diagrama PRISMA, como se detalla en la figura 1.

FIGURA 1
PRISMA



Fuente: elaboración propia con base en información de SCO y WoS.

En el primer paso, se identificaron 1231 documentos de las fuentes citadas. El primer resultado de búsqueda recuperó todo tipo de documentos, como actas de conferencias, artículos de revistas, libros y capítulos de libros, en todos los idiomas disponibles, con un período de tiempo de más de 20 años. Sin embargo, en la etapa de selección, aplicando los criterios de exclusión se eliminaron todos los documentos que no cumplían con los criterios. De esa manera, en Scopus se determinaron 186 documentos y

² El objetivo central del método PRISMA, es brindar un marco estructurado y transparente, para realizar revisiones sistemáticas, asegurando la inclusión adecuada de estudios relevantes y la presentación clara de los resultados obtenidos. Los principales pasos del enfoque PRISMA son identificación, selección, elegibilidad e inclusión (Page *et al.*, 2021).

en WoS 63 artículos científicos. En la etapa de elegibilidad, se eliminaron 37 documentos duplicados al analizar las dos fuentes de datos. En la etapa de inclusión, se eliminaron 134 documentos que no se relacionaban con el objeto de estudio después de analizar los resúmenes, por lo que, el análisis bibliométrico se realiza con 78 documentos, de los cuales, 60 pertenecen a la plataforma Scopus y 18 de la base de datos WoS. Además, los resultados del estudio bibliométrico se pueden presentar según un análisis de desempeño y mapeo científico (Donthu *et al.*, 2021).³

El análisis de los datos se realiza con las herramientas de Biblos-hiny, Bibliometrix de R, VOSviewer, y Tableau.

2.1. *Análisis de desempeño*

A continuación, considerando las recomendaciones de expertos, se examinan las contribuciones de los componentes de la investigación en el área de externalidades dinámicas y complejidad económica (Donthu *et al.*, 2021; García-Lillo *et al.*, 2015; Rejeb *et al.*, 2022).

2.1.1. *Distribución geográfica de los autores*

En cuanto a la procedencia de los autores, se pudo observar que la producción científica proviene principalmente de dos países: China destaca con 13 publicaciones, seguida de Estados Unidos con 11 publicaciones. Además, Italia y el Reino Unido presentan cinco publicaciones cada uno.

Sobre la producción científica de los países, relacionada con externalidades dinámicas y complejidad económica, se muestra una concentración significativa en Estados Unidos y China, con 17 y 15 artículos científicos respectivamente. Sin embargo, también se observa una contribución destacada por parte de países europeos, como Italia, Suecia y el Reino Unido, con 9, 8 y 7 documentos respectivamente. En Sudamérica, Brasil destaca por su participación con un total de seis estudios. Esta situación es similar a la procedencia del autor, por lo que se infiere que existe una correspondencia o concordancia entre el origen geográfico de los autores de los artículos científicos y la cantidad de artículos científicos producidos por cada país.

³ El análisis del desempeño da cuenta de las contribuciones de los componentes de la investigación. Las medidas más destacadas son productividad por autores, países, revistas y artículos. Mientras que el mapeo científico se centra en las relaciones entre los componentes de la investigación análisis. Las técnicas para el mapeo científico incluyen análisis de citas, análisis de co-citas, acoplamiento bibliográfico, análisis de co-palabras y análisis de coautoría (Donthu *et al.*, 2021).

2.1.2. Productividad por artículo académico

En la tabla 1 se listan los 10 artículos más citados, basándose en el número de citas. El artículo líder, con 102 citas, es de 2018 y se titula “The role of collaborative networks in supporting the innovation performances of lagging-behind European regions”, publicado en *Research Policy*. Aborda economías de aglomeración y efectos de derrame, destacando cómo las asociaciones con áreas innovadoras benefician a las regiones menos avanzadas en Europa. El segundo artículo más citado es de 2019, de la revista *Regional Science and Urban Economics*.

El 20.5% de la muestra analizada de la producción científica relacionada con externalidades dinámicas y sobre complejidad económica, no ha recibido ninguna cita por parte de otros autores. En otras palabras, el 79.5% de los artículos científicos seleccionados para este estudio han sido citados al menos una vez por otros autores. De manera más detallada, el 55.1% ha recibido al menos diez citas, mientras que el 24.4% ha sido citado más de once veces. Destacando entre ellos, el estudio con el mayor número de citas es el realizado por Ivan De Noni, Luigi Orsi, Fiorenza Belussi en 2018, con un total de 102 citas, seguido del estudio de Jin Tao, Chun-Yu Ho, Shougui Luo y Yue Sheng en 2019, con 51 citas (tabla 1). Además, es importante destacar que la mayoría de los artículos con un mayor número de citas en la tabla anterior pertenecen al año 2018. Esto se debe a que, al tener un mayor tiempo de publicación, estos trabajos han tenido un mayor impacto en otros investigadores y han tenido más tiempo para ser citados y reconocidos en la comunidad científica. Por otra parte, el 95.3% de autores analizados han publicado un artículo científico sobre la temática, mientras que el 4.7% han producido al menos dos trabajos.

TABLA 1
ARTÍCULOS DESTACADOS SEGÚN EL NÚMERO DE CITAS

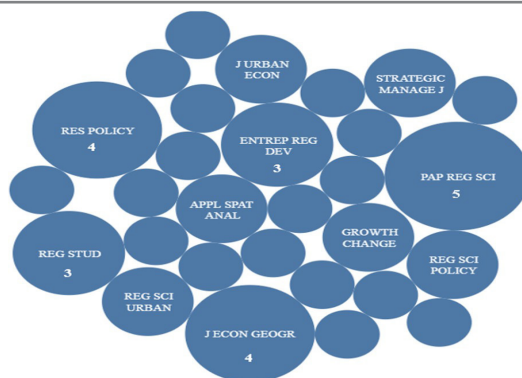
Año	Título del documento	Autores	Revista	Número de citas
2018	The role of collaborative networks in supporting the innovation performances of lagging-behind European regions	Ivan De Noni, Luigi Orsi, Fiorenza Belussi	Research Policy	102
2019	Agglomeration economies in creative industries	Jin Tao, Chun-Yu Ho, Shougui Luo, Yue Sheng	Regional Science and Urban Economics	51
2018	Geographic co-location of partners and rivals: Implications for the design of R&D alliances	Wonsang Ryu, Brian T. McCann, Jeffrey J. Reuer	Academy of Management Journal	45
2018	Local industrial structure, agglomeration economies and the creation of innovative start-ups: evidence from the Italian case	Claudia Capozza, Sergio Salomone, Ernesto Somma	Entrepreneurship & Regional Development	38
2020	Agglomeration and innovation of knowledge intensive business services	Orsa Kekezi, Johan Klaesson	Industry and Innovation	31
2018	(Un)related variety and employment growth at the sub-regional level	Matthias Firgo, Peter Mayerhofer	Papers in Regional Science	30
2019	The impact of R&D and knowledge spillovers on the economic growth of Russian regions	Maria Kaneva, Galina Untura	Growth and Change	28
2020	Where cities fail to triumph: The impact of urban location and local collaboration on innovation in Norway	Rune D. Fitjar, Andrés Rodríguez-Pose	Journal of Regional Science	24
2018	Between spilling over and boiling down: Network-mediated spillovers, local knowledge base and productivity in European regions	Nicola Cortinovis, Frank van Oort	Journal of Economic Geography	22
2019	Industrial clusters, flagship enterprises and regional innovation	Sergey Anokhin, Joakim Wincent, Vinit Parida, Natalya Chistyakovaband Pejvak Oghazi	Entrepreneurship & Regional Development	21

Fuente: elaboración propia con base en información de SCO y WoS.

2.1.3. Productividad por revista

En cuanto a las revistas destacadas donde se han publicado artículos de esta sección (figura 2), se encontró una gran variedad con 58 revistas. Destaca la revista *Papers in Regional Science*, como fuente relevante a nivel global con 5 publicaciones. De la misma manera, destacan las revistas *Journal of Economic Geography* y *Research Policy* con 4 publicaciones cada una.

FIGURA 2
REVISTAS DESTACADAS A NIVEL MUNDIAL



Fuente: elaboración propia con base en información de SCO y WoS.

Por otro lado, la revista científica con mayor impacto entre los artículos citados es *Research Policy* al concentrar 57 citas totales, seguida por la revista *American Economic* con 27 citas.

En relación con las características de las revistas analizadas, se observa que la mayoría de la muestra, específicamente el 84,5%, corresponde a revistas de acceso cerrado (de pago), mientras que el 15,5% restante son de acceso abierto. En cuanto a la distribución de las revistas en los diferentes cuartiles de factor de impacto, se destaca que el 58,62% se encuentra en el cuartil más alto (Q1), lo que indica un alto nivel de influencia y relevancia en el ámbito académico. Por otro lado, el 31,03% de las revistas se ubican en el cuartil Q2.

Por último, es importante destacar que las diez revistas con la mayor cantidad de artículos científicos se encuentran en los cuartiles más altos (Q1 y Q2) en términos de factor de impacto. Cabe mencionar que estas revistas son de acceso cerrado, lo que sugiere que su contenido está restringido a un público específico (tabla 2).

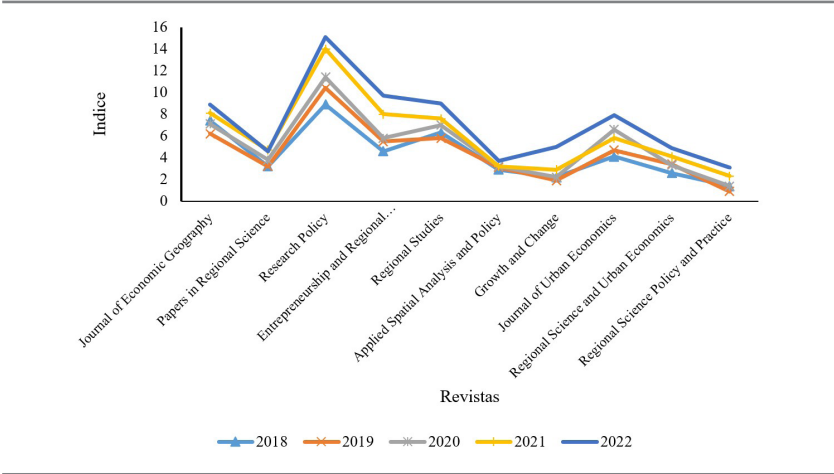
TABLA 2
 CARACTERÍSTICAS DE LAS REVISTAS

Revistas	Número de artículos	JCR	Acceso	País de origen
<i>Papers in regional science</i>	5	Q1	Cerrado	Estados Unidos
<i>Journal of economic geography</i>	4	Q1	Cerrado	Reino Unido
<i>Research policy</i>	4	Q1	Cerrado	Países Bajos
<i>Entrepreneurship and regional development</i>	3	Q1	Cerrado	Reino Unido
<i>Regional studies</i>	3	Q1	Cerrado	Reino Unido
<i>Applied spatial analysis and policy</i>	2	Q2	Cerrado	Alemania
<i>Growth and change</i>	2	Q2	Cerrado	Estados Unidos
<i>Journal of urban economics</i>	2	Q1	Cerrado	Estados Unidos
<i>Regional science and urban economics</i>	2	Q1	Cerrado	Países Bajos
<i>Regional science policy and practice</i>	2	Q2	Cerrado	Reino Unido

Nota: se incluyen las diez revistas con alto número de citas.
 Fuente: elaboración propia con base en información de SCO y WoS.

Por consiguiente, se presenta un estudio bibliométrico o indicadores relacionados con las revistas:

FIGURA 3
 CITESCORE



Nota: se incluyen las diez revistas con alto número de citas.
 Fuente: elaboración propia con base en información de SCO y WoS.

El Índice CiteScore revela que la revista Research Policy tuvo un impacto destacado en comparación con las otras revistas científicas analizadas, pues en el año 2022, en promedio, cada artículo publicado

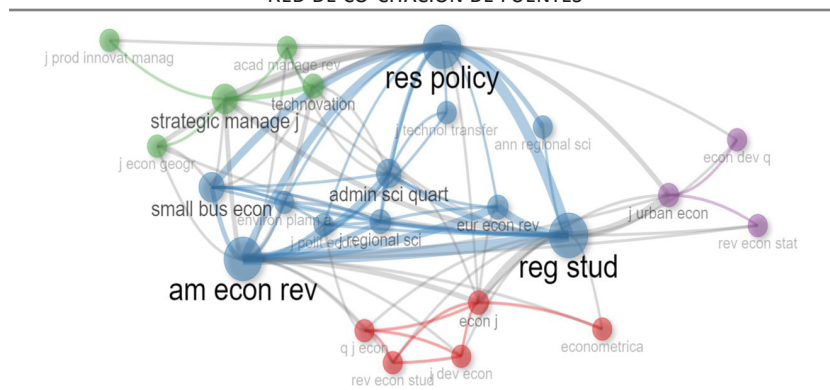
en esa revista recibió 15.1 citas durante ese año. Asimismo, esta revista ha mantenido esta influencia destacada de manera consistente durante cinco años consecutivos, ya que su Índice CiteScore ha sido superior al de las demás revistas analizadas desde 2018. Además, que el año 2022 se destacó especialmente en el período de análisis, ya que todas las revistas examinadas obtuvieron un Índice CiteScore más elevado en comparación con años anteriores.

En relación, a la posición relativa en la red científica y el impacto en el campo con de estudio de las revistas medidas por los índice SJR y SNIP, los resultados muestran que *Research Policy*, es la revista más influyente y prestigiosa en el campo de investigación en comparación con otras, eso debido a que los artículos publicados en esta revista son citados con mayor frecuencia por otros investigadores⁴, además que esta, tiene una mayor calidad de citas en comparación las otras revistas.

2.2. Análisis del mapeo científico

En este apartado, se realiza un análisis de relaciones entre autores, fuentes, países y palabras; además de un estudio más detallado del contenido.

FIGURA 4
RED DE CO-CITACIÓN DE FUENTES



Fuente: elaboración propia con base en información de SCO y WoS.

2.2.1. Análisis de co-citación

La red de co-citación representada en la figura 4, sugiere que las revistas *Research Policy* (res policy), *American Economic Review* (am econ rev) y *Regional Studies* (reg stud) están vinculadas con un mayor

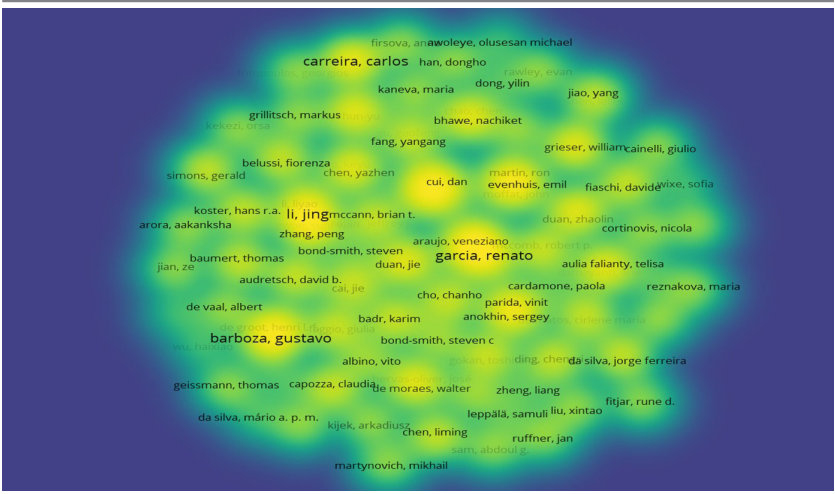
⁴ Se incluyó para el análisis, las diez revistas con alto número de citas.

número de otras fuentes, lo que indica que son fuentes bibliográficas clave. Además, se observa que las revistas *Strategic Management Journal* (strategic manage j) y *Administrative Science Quarterly* (admi sci quart) se consideran como fuentes puente, que conectan diferentes clústeres temáticos en la red, estableciendo así una relación con estas.

2.2.2. Análisis de co-autoría

El mapa de temperatura de la figura 5, revela las conexiones entre los autores de trabajos científicos, destacando figuras como García, Barboza, Carreira y Li, quienes han publicado al menos dos documentos relacionados con externalidades dinámicas y complejidad económica. Por otro lado, los demás autores han contribuido con un único documento sobre esta temática. Esto refleja, una distribución desigual en términos de la cantidad de publicaciones relacionadas con este tema en particular.

FIGURA 5
MAPA DE TEMPERATURA DE CO-AUTORÍA

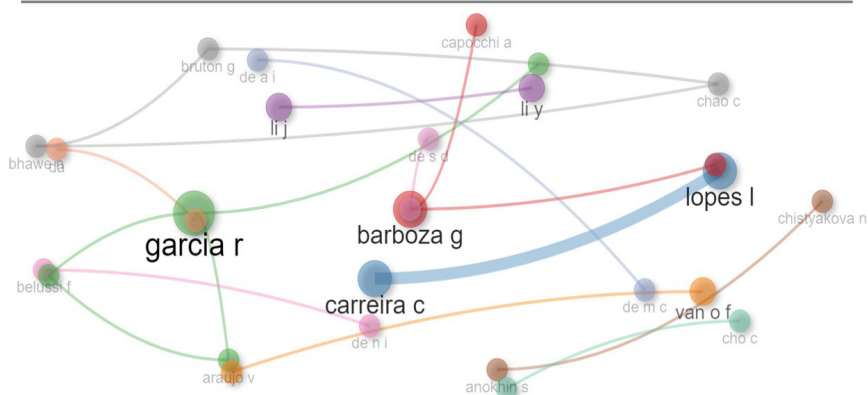


Fuente: elaboración propia con base en información de SCO y WoS.

La figura 6 representa una red de colaboración entre autores que han investigado sobre externalidades dinámicas y complejidad económica. Cada nodo simboliza un autor, cuyo tamaño refleja su relevancia dentro del campo, medida por la frecuencia de coautoría o el número de publicaciones. Las líneas que conectan los nodos indican relaciones de

coautoría, y su grosor representa la intensidad de esas colaboraciones. Los colores agrupan a los autores en clústeres que revelan comunidades científicas con mayor grado de cooperación interna. También la estructura de las relaciones de colaboración dentro del campo investigado. Se destaca la fuerte colaboración entre “carreira c” y “lopes l”, así como la posición estratégica de “garcia r”, quien actúa como puente entre varios grupos, lo que sugiere una contribución transversal e integradora en el desarrollo del conocimiento en esta área, de igual manera, “barboza g”, perteneciente al clúster rojo, también presenta una posición relevante, con conexiones que sugieren un perfil colaborativo.

FIGURA 6
RED DE COLABORACIÓN ENTRE AUTORES



Fuente: elaboración propia con base en información de SCO y WoS.

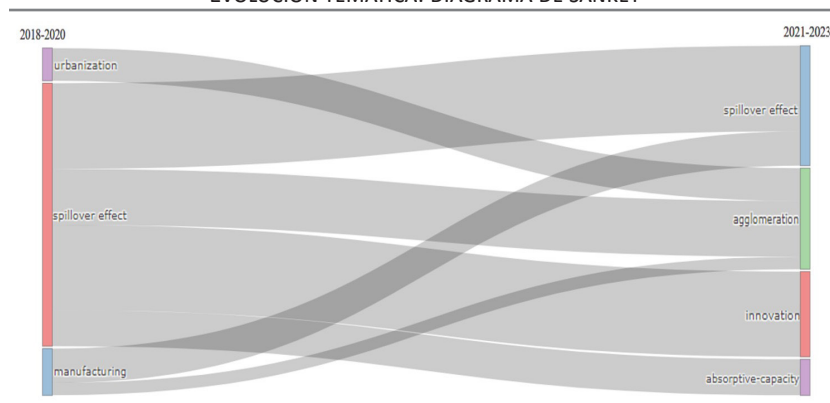
2.2.3. Análisis de co-palabras

La figura 7 representa una nube de palabras que destaca las palabras más frecuentes en los artículos analizados. Entre las palabras destacadas se encuentran “efectos derrame”, “innovación”, “aglomeración”, “manufactura”, “productividad” y “especialización”. Estos términos evidencian la conexión entre el análisis de externalidades dinámicas ya que se refieren al impacto de la acumulación de conocimiento en una región sobre la productividad actual (Osorio, 2014).

Por su parte, la red de co-ocurrencia, muestra las relaciones entre palabras basadas en su frecuencia de aparición conjunta en la muestra de artículos científicos. De esta manera, en la figura 8 se puede observar que el término “difusión del conocimiento” co-ocurre con

A partir del diagrama de Sankey, que muestra la evolución de los términos clave en los resúmenes de la muestra analizada a lo largo del tiempo de estudio, se determinó que entre los años 2018-2020, se observa que los términos más prevalentes en los resúmenes de los artículos científicos fueron “efectos spillovers”, “urbanización” y “manufactura”. Destaca especialmente el término “efectos spillovers” debido al grosor de la línea que lo representa en el diagrama. Esta tendencia se mantiene en los años 2021-2023, ya que el término “efectos spillovers” continúa siendo el más frecuente en los resúmenes de los estudios académicos relacionados con externalidades dinámicas y complejidad económica. Además, otros términos como aglomeración e innovación han ganado relevancia en los dos últimos años.

FIGURA 9
EVOLUCIÓN TEMÁTICA: DIAGRAMA DE SANKEY



Fuente: elaboración propia con base en información de SCO y WoS.

Por otro lado, el diagrama revela que durante el periodo de 2018-2020, los resúmenes de los estudios se enfocaron principalmente en los efectos derrame o spillovers. Sin embargo, en los últimos dos años, este término ha sido objeto de estudio en conjunto con temas como aglomeración, innovación y capacidad de absorción, que se refiere a la habilidad de una organización, empresa o individuo, para adquirir, asimilar y utilizar nuevos conocimientos, tecnologías o recursos provenientes del entorno externo. Por otro lado, si bien el término urbanización fue relevante en el primer periodo de estudio, en el periodo de 2021-2023 se ha abordado y estudiado en el contexto de aglomeraciones.

3. ANÁLISIS DE CONTENIDO

Tanto el análisis de palabras clave como la evolución de su uso en las investigaciones, revelan algunos aspectos interesantes. Primero, en los títulos de los estudios analizados no se encontró el binomio externalidades dinámicas y complejidad económica. Sin embargo, se observó que la palabra externalidades aparece en el título de tres de ellos, combinada con los términos conocimiento, aglomeración y conglomerados. Por otro lado, el término “difusión” o “derrame del conocimiento” es el más frecuente, apareciendo en el título de 15 documentos. En cuanto a los resúmenes, se encontró el término Marshall-Arrow-Romer (MAR) en dos artículos (P2 y P69), el término Jacobs en el documento (P73), y el término externalidades o fuerzas marshallianas en los artículos (P15, P27) mientras que el término complejidad económica no se encontró ni en los resúmenes ni en los títulos de la muestra analizada. Estos hallazgos pueden dar lugar algunas hipótesis como:

Primero, los autores pueden elegir un título más accesible para llegar a un público más amplio, y el término externalidades dinámicas, puede ser técnicamente especializado. Por esta razón, optan por utilizar términos más comunes y relacionados con el conocimiento como externalidades del conocimiento, coherente con la definición de externalidades dinámicas como la acumulación o el derrame de conocimiento en un área local que impacta en la productividad actual (Osorio, 2014). De manera similar, en los resúmenes de los artículos científicos, es probable que se utilice con mayor frecuencia el término difusión o derrame del conocimiento en lugar de externalidades tipo MAR, pues en la literatura se suele usar términos alternativos como un lenguaje más accesible y familiar para un público más amplio.

En segundo lugar, al abordar el estudio de las externalidades dinámicas, es común considerar los tres tipos principales de externalidades: MAR, Porter y Jacobs. Sin embargo, los investigadores también pueden optar por enfocarse en uno o dos de estos tipos específicos. Además, es frecuente que se utilicen sinónimos para referirse a cada tipo de externalidad. Por ejemplo, a la externalidad tipo MAR se le asignan términos como concentración geográfica, distribución espacial, aglomeración o especialización. Para la externalidad tipo Porter, se utilizan términos como competitividad, mientras que para la externalidad tipo Jacobs se emplean términos como diversificación o diversidad.

Adentrándose en un análisis de contexto, se identificó que, de la muestra analizada, el 87.18% son estudios de tipo empírico mientras que el 12.82% es de tipo conceptual. Por su parte, la tabla 3 revela que la mayoría de los estudios empíricos sobre externalidades dinámicas y complejidad económica se realizan a nivel local (52.56%), es decir los estudios analizados en el trabajo ha estado enfocados en un área geográfica o sector específico y limitado como ciudades o áreas metropolitanas. Solo el 10.26% se enfoca en el nivel nacional, lo que sugiere que este resulta demasiado amplio para captar dichas dinámicas. El nivel regional (23.08%) también es relevante, mientras que el análisis provincial (1.28%) son marginales, reflejando posibles limitaciones metodológicas o de datos.

TABLA 3
CARACTERÍSTICAS DE LOS ARTÍCULOS TIPO EMPÍRICO

<i>Tipo de análisis</i>	<i>Porcentaje</i>
Nacional	10.26%
Local	52.56%
Regional	23.08%
Provincial	1.28%
No especifica*	12.82%

Nota: Los estudios que no especifican el tipo de análisis suelen estar asociados a investigaciones cualitativas o conceptuales.

Fuente: elaboración propia con base en información de SCO y WoS.

Respecto a un análisis de contenido, se presenta un mapa temático (figura 10) que se construye con las 250 palabras clave de alta frecuencia, las cuales, generan cuatro diagramas de estrategia con burbujas⁶, según el índice de inclusión ponderado por ocurrencias de palabras.

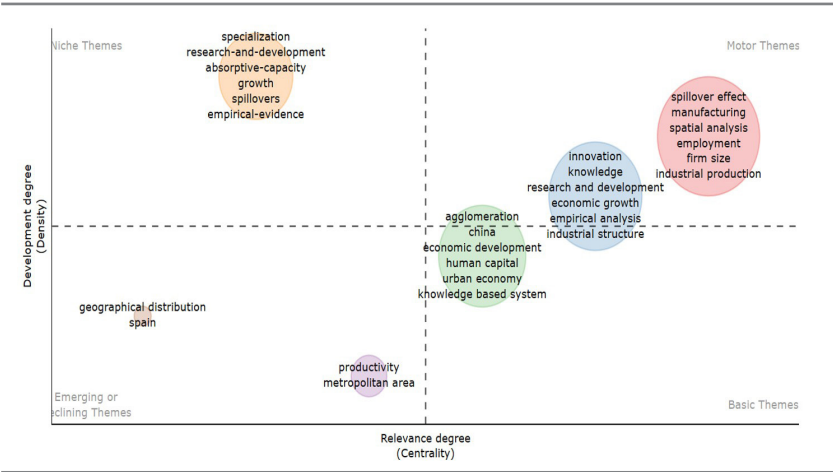
Este diagrama utiliza las dimensiones de centralidad y densidad para su representación⁷. Según el diagrama estratégico se pueden identificar

⁶ En el mapa temático, los cuadrantes tienen burbujas, cada una representa un clúster de la red. Los nombres de las burbujas son palabras pertenecientes al clúster, con el valor de ocurrencia más alto. El tamaño de la burbuja es proporcional a las ocurrencias de palabras en el clúster. La posición de la burbuja se establece según la centralidad y densidad del clúster (Callon *et al.*, 1991).

⁷ La centralidad evalúa el nivel de interacción de una red con otras redes. En el contexto de un tema, la centralidad indica la fuerza de sus conexiones externas con otros temas, y puede servir como un indicador para evaluar la influencia del tema en el campo de investigación en general, es decir, esta es una medida de la relevancia del tema; mientras que la densidad, se refiere a la intensidad de las relaciones internas entre todas las palabras clave dentro de un tema, reflejando su nivel de desarrollo (Cahlik, 2000).

seis temas principales o clusters con niveles variables de densidad y centralidad; dentro de los seisusters identificados, se destacan 4 clusters en términos de tamaño, es decir, el tamaño de las burbujas que representan esos clusters es mayor en comparación con los otros 2 clusters. El tamaño de las burbujas se determina en proporción a la ocurrencia o frecuencia de las palabras clave en cada cluster. Por lo tanto, un cluster con una burbuja más grande indica que las palabras clave asociadas a ese tema aparecen con mayor frecuencia en los estudios. Estos 4 clusters destacados se encuentran ubicados en los cuadrantes superior derecho e izquierdo del diagrama estratégico.

FIGURA 10
MAPA TEMÁTICO



Fuente: elaboración propia con base en información de SCO y WoS.

En la literatura se encuentran los temas más desarrollados y principales líneas de investigación en el campo de las externalidades dinámicas y complejidad económica, de acuerdo con el primer cuadrante (Motor themes)⁸. Algunos de estos temas incluyen los efectos de derrames (spillovers), que se refieren a la transferencia de conocimiento y tecnología entre diferentes actores económicos. Estos efectos pueden tener un impacto significativo en la innovación, la productividad y el

⁸ Los temas en el cuadrante superior derecho están bien desarrollados y son importantes para la estructuración de un campo de investigación. Se conocen como los temas motores de la especialidad, ya que presentan una alta centralidad y densidad (Cobo *et al.*, 2011).

crecimiento económico, lo que los convierte en un tema de gran relevancia. Además, la investigación se centra en el análisis de la relación entre la innovación y el crecimiento económico, así como en la comprensión de los mecanismos que impulsan la productividad y el empleo en las economías complejas. También se investiga el papel de la aglomeración económica, es decir, la concentración geográfica de empresas e instituciones relacionadas, y su impacto en la generación de conocimiento y el desarrollo económico.

Los enunciados del segundo cuadrante (Niche themes)⁹ revisten una gran importancia al abordar de manera especializada el estudio de cómo la investigación y desarrollo (I+D) y la especialización económica influyen en las externalidades dinámicas y la complejidad económica. Estos temas se respaldan con evidencia empírica, lo que los enriquece y fortalece.

Los temas en el tercer cuadrante (Emerging or declining themes)¹⁰, se tratan de temas poco desarrollados y, por una parte, se puede inferir como nuevas líneas de investigación. Por ejemplo, el análisis a nivel geográfico, incluyendo áreas metropolitanas, o desagregaciones territoriales más detalladas es una línea emergente en el estudio de externalidades dinámicas y complejidad económica. Por otra parte, en este cuadrante también se incluyen términos que han perdido relevancia o están en declive en el campo de estudio, como, por ejemplo, el análisis de externalidades dinámicas y la complejidad económica en España.

Otros temas que aún no han sido completamente explorados, pero desempeñan un papel crucial en el ámbito de la investigación de las externalidades dinámicas y complejidad económica son: capital humano, economía urbana y sistemas basados en conocimiento, en el cuarto cuadrante (Basic Themes).¹¹ En otras palabras, estos campos de estudio pueden representar nuevas oportunidades de investigación y análisis.

⁹ Los temas en el cuadrante superior izquierdo tienen vínculos internos bien desarrollados, pero vínculos externos poco importantes, por lo que son de importancia marginal para el campo (Cobo *et al.*, 2011).

¹⁰ Los temas en el cuadrante inferior izquierdo están poco desarrollados y son marginales, es decir, presentan una baja densidad y centralidad (Cobo *et al.*, 2011).

¹¹ Los temas en el cuadrante inferior derecho son importantes para un campo de investigación, pero no están desarrollados. Por lo tanto, este cuadrante agrupa temas transversales y generales, temas básicos. (Cobo *et al.*, 2011).

A través del análisis del mapa temático y un examen exhaustivo del contenido, se han identificado tres líneas de investigación¹² (tabla 4). Se hizo un análisis diferenciador de temáticas, con el fin de detectar estudios sobre los tipos de las externalidades dinámicas, además del estudio conjunto con la complejidad económica. En particular, dos de estas líneas se enfocan en el estudio de las externalidades dinámicas, lo cual constituye la línea de investigación más sólida. Estas investigaciones pueden ser llevadas a cabo de manera conjunta o de forma independiente. Por otro lado, la línea de investigación que aborda en conjunto el estudio de la complejidad económica y las externalidades dinámicas es limitada, en comparación con los estudios que se enfocan exclusivamente en las externalidades dinámicas, ya sea en su estudio individual o integral.

TABLA 4
LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Línea de investigación	Papers	N°
Estudio integral de externalidades dinámicas	P3, P4, P15, P20, P27, P30, P37, P58, P62, P69, P71, P78	12
Estudio individual de externalidades dinámicas	P1, P2, P5, P6, P7, P10, P11, P12, P13, P14, P16, P17, P18, P19, P21, P22, P23, P24, P25, P26, P28, P29, P31, P32, P33, P34, P35, P36, P38, P39, P40, P41, P42, P43, P44, P45, P46, P47, P48, P49, P50, P51, P52, P53, P54, P55, P56, P57, P59, P60, P61, P63, P64, P65, P66, P67, P68, P70, P72, P73, P74, P75, P76, P77	64
Estudio integral de complejidad económica y externalidades dinámicas	P8, P9	2

Fuente: elaboración propia con base en información de SCO y WoS.

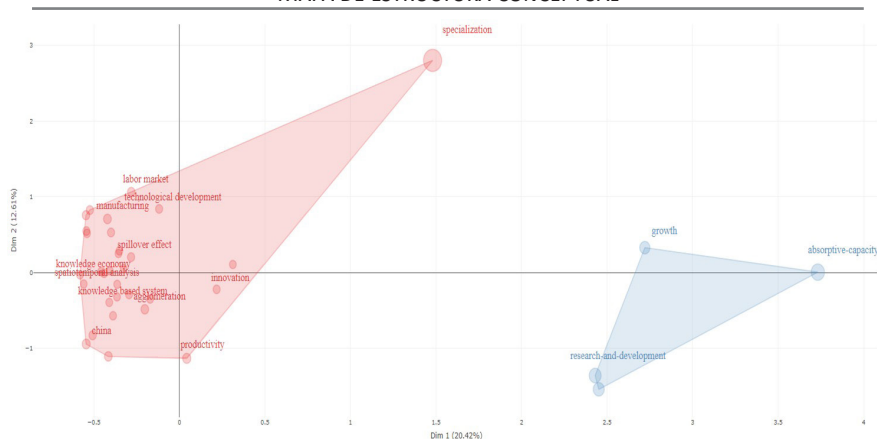
Finalmente, la literatura sugiere identificar la estructura conceptual clave dentro del análisis bibliométrico, utilizando alguna técnica de reducción de dimensionalidad (Aria y Cuccurullo, 2017).¹³ En este estudio, se adopta el análisis de correspondencia múltiple (MCA),

¹² Véase el anexo 1 sobre el listado de la codificación de los artículos académicos. Se asignó un código para cada artículo académico, el cual se estableció en función del orden alfabético del primer autor.

¹³ Generalmente, las técnicas de reducción de dimensionalidad utilizadas, para identificar la estructura conceptual en un análisis bibliométrico son el escalado multidimensional (MDS), el análisis de correspondencia múltiple (MCA) y el análisis de correspondencia (CA).

utilizando las 50 palabras clave de mayor frecuencia en la literatura de externalidades dinámicas y complejidad económica. Este análisis categoriza las palabras clave en los documentos en grupos según dos dimensiones: la frecuencia de uso de cada término y el uso conjunto de los términos en cada documento. Los resultados se interpretan en función de las posiciones relativas de los puntos y su distribución a lo largo de las dimensiones; cuanto más similares sean las palabras en su distribución, más cerca se representarán en el mapa.

FIGURA 11
MAPA DE ESTRUCTURA CONCEPTUAL



Fuente: elaboración propia con base en información de SCO y WoS.

La figura 11 muestra dos grupos. En el clúster rojo, se encuentran términos relacionados con externalidades dinámicas con la aglomeración, especialización, productividad, economía del conocimiento, innovación, efectos spillovers o derrames. Mientras que el clúster azul, abarca tres palabras claves relacionadas con temas empresariales, pero también económicos, pues se encuentran los términos, investigación y desarrollo, capacidad de absorción y crecimiento.

4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La investigación encontró una contribución destacada de los países europeos, pues la procedencia de los autores es Estados Unidos, China e Italia. En Sudamérica, destaca Brasil. Además, es importante mencionar que,

entre las diversas afiliaciones de los autores, uno de los vínculos más destacados es con la Universidad Cristiana de Texas, es decir que los autores han llevado a cabo investigaciones y han colaborado activamente con esta institución académica. Asimismo, según el mapa de colaboración, las colaboraciones entre países y revistas se centran en Estados Unidos. Este resultado es coherente con el estudio De Araujo *et al.* (2018), quienes señalan que la naturaleza de las externalidades dinámicas ha sido ampliamente examinada en Estados Unidos y Europa; no obstante, aún existen pocos estudios empíricos enfocados en países en desarrollo.

De igual manera, los autores del artículo académico con la mayor cantidad de citas (102), provienen de Italia. Por su parte, las revistas de Estados Unidos, Reino Unido y Países Bajos son aquellas que abarcan la mayor cantidad de artículos científicos y destacan por la mayor de cantidad citas recibidas. Incluso, al realizar el análisis de índices bibliométricos, CiteScore, SJR y SNIP se encontró que la revista Research Policy, de Países Bajos, es la revista más influyente y prestigiosa en el campo de investigación en comparación con otras, eso debido a que los artículos publicados en esta revista son citados con mayor frecuencia por otros investigadores.

Respecto a las revistas analizadas que publican estudios sobre externalidades dinámicas y complejidad económica, más del 80% de estas son de acceso cerrado (de pago). Esta situación implica que las instituciones con más recursos tendrán un acceso más fácil a la información, mientras que las instituciones con menos recursos o de países en desarrollo pueden encontrar más difícil acceder a los estudios relevantes. También, esto limita que la capacidad de otros investigadores para realizar investigaciones complementarias, lo que podría desacelerar el progreso científico en el área.

En cuanto al análisis del mapeo científico, la nube de palabras muestra que los términos más frecuentes en los artículos analizados son: “efectos derrame”, “innovación”, “aglomeración”, “manufactura”, “productividad” y “especialización”. Adicionalmente, el término innovación co-ocurre con la palabra especialización, es decir, estos tienden a aparecer juntos con cierta frecuencia en los artículos.

No obstante, el diagrama de Sankey muestra que el término “efectos spillovers” es el más frecuente en los resúmenes que aparece en el título de 15 documentos. Cabe mencionar que, es probable que se utilice con mayor frecuencia el término efectos spillovers o derrame del

conocimiento en lugar de externalidades tipo MAR, pues en la literatura se suele usar términos alternativos como un lenguaje más accesible y familiar para un público más amplio, incluso es frecuente que se utilicen sinónimos para referirse a cada tipo de externalidad. Por ejemplo, a la externalidad tipo MAR se le asignan términos como concentración geográfica, distribución espacial, aglomeración o especialización. Para la externalidad tipo Porter, se utilizan términos como competitividad, mientras que para la externalidad tipo Jacobs se emplean términos como diversificación o diversidad.

Lo señalado se refleja en el estudio de Sahdev (2016), quien aclara que utiliza los términos “externalidades del conocimiento” y “efectos de derrame del conocimiento” como sinónimos. De manera similar, los estudios de Combes (2000) y Almeida (2007) abordan las externalidades dinámicas, aunque bajo los conceptos de especialización, diversidad y competencia.

Por otro lado, la literatura parece inclinarse por el término “efectos de derrame” (spillovers) como referente a externalidades dinámicas, como se ilustra en el diagrama de Sankey de este estudio. Este enfoque podría explicarse por el siguiente argumento: los efectos de derrame del conocimiento no requieren transacciones directas entre los productores y los receptores de los efectos externos, sino que pueden entenderse como una característica del “entorno” o “atmósfera” de los distritos donde se encuentran las empresas (Antonelli, 2011).

Por su parte, la investigación científica se ha centrado en el análisis de los tipos de externalidades dinámicas, ya sea un estudio integral de los cuatro tipos o estudios aislados de cada tipo. Sin embargo, no se ha profundizado en el estudio conjunto de las externalidades y su relación con la complejidad económica. Esto puede deberse a que ambas áreas son relativamente nuevas, lo que puede llevar tiempo para que los investigadores exploren y comprendan completamente estas perspectivas y sus interacciones.

Finalmente, el mapa temático sugiere que las líneas de investigación emergentes son aquellas relacionadas con el estudio de externalidades dinámicas a un nivel de desagregación detalladas como áreas metropolitanas, es decir, los investigadores están interesados en entender cómo las externalidades dinámicas operan y afectan el desarrollo económico, la innovación y el crecimiento en contextos urbanos específicos y en segundo lugar el estudio a nivel regional.

Estos hallazgos coinciden con lo señalado por De Araujo *et al.* (2018), quienes destacan que el estudio de estos fenómenos se ha centrado en gran medida en una dimensión regional y local, pues las economías de aglomeración, además de operar a nivel local, tienen una escala regional, la cual se refleja en el nivel de actividad en las regiones circundantes.

De igual importancia, diversos estudios han abordado estos fenómenos a nivel metropolitano. Entre los pioneros en el estudio de las externalidades dinámicas se encuentran Glaeser *et al.* (1992) y Henderson *et al.* (1995), quienes analizaron estos fenómenos en áreas de Estados Unidos. A estos se suman investigaciones más recientes, como la de Yao *et al.* (2022) en las prefecturas y ciudades de China, Pedersen y Rahbek (2021) en las regiones de Dinamarca, Ávila *et al.* (2021) en la región de la Amazonía colombiana, y Hausman *et al.* (2014), quienes midieron la complejidad económica a nivel de países.

Con relación a las limitaciones del estudio, se indica que uno de los mayores retos en análisis de revisión bibliométrico, es la selección e identificación de los términos de búsqueda y propuesta de cadenas booleanas, cuestión de gran importancia, porque, de ello dependerá las conclusiones obtenidas (Navarro *et al.*, 2019). En el estudio realizado, los términos de búsqueda no arrojaron gran cantidad de artículos científicos que evidencia la relación entre externalidades dinámicas y complejidad económica, por lo que podemos esperar que para los próximos años, encontrar investigaciones que relacionan estas dos temáticas, que fue escasa en esta investigación.

CONCLUSIONES

El estudio del desempeño reflejó el escaso involucramiento de investigadores de países en desarrollo, así como la producción científica en estos países, lo cual, probablemente sea debido a la limitada información de las bases de datos relacionados con externalidades dinámicas y complejidad económica, contrario a la amplia producción científica en los países más desarrollados, destacándose en el país de origen de los autores, artículos más citados y revistas más influyentes.

De igual importancia, el estudio del mapeo científico indica que en la muestra estudiada es escasa la utilización de los términos de interés como son “externalidades dinámicas” y “complejidad económica” ya

sea en el título o resumen de los artículos académicos, pues más bien se utilizan otros sinónimos, además que en ningún artículo se encontró conjuntamente ambos términos, sino que las líneas de investigación predominantes en estos campos se centran por un lado en los tipos de externalidades dinámicas de manera independiente, ya sea un estudio conjunto de los cuatro tipos o a su vez un estudio en un artículo de cada externalidad. Además, que las líneas de investigación emergentes abordan el análisis de las externalidades dinámicas en áreas metropolitanas, es decir, en desagregaciones territoriales.

Finalmente, para futuras investigaciones, es recomendable extender el período de estudio. Esto permitiría obtener una variedad más amplia de estudios, lo cual profundizaría el conocimiento al identificar artículos científicos y autores centrales para este estudio. Sin embargo, es importante considerar que esto podría requerir más tiempo para su análisis exhaustivo.

Como nota metodológica para el lector, es importante destacar que este tipo de estudios debe ser replicable. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que la búsqueda se realizó con corte octubre de 2023, que, la fecha de publicación de este artículo es posible que se incorporen más artículos científicos que no coincidan con los resultados obtenidos en las bases de datos hasta el momento.

REFERENCIAS

- Akhavan, P., Ebrahim, N., Fetrati, M. y Pezeshkan, A. (2016). Major trends in knowledge management research: A bibliometric study. *Scientometrics*, 107(3), 1249–1264. <https://doi.org/10.1007/s11192-016-1938-x>
- Alzate, Á., y López, D. (2018). El estado del arte y el marco teórico en la investigación: una base para el desarrollo de trabajos de grado. *Fundación Universidad de América*. 1-122. <https://doi.org/10.29097/9789588517353>
- Almeida, R. (2007). Local Economic Structure and Growth. *Spatial Economic Analysis*. 2(1).65-90. <https://doi.org/10.1080/17421770701232442>
- Ávila, C., Sanabria, S. y De Oliveira, N. (2021). Localización y especialización productiva: la región de la amazonia colombiana. *Raega-O Espaço Geográfico em Análise*, 52, 60-83. <https://doi.org/10.5380/raega.v52i0.76860>
- Antonelli, C. (2011). *Handbook on the Economic Complexity of Technological Change*. Edward Elgar Publishing: Cheltenham, UK.
- Aria, M., y Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>

- Basile, V., Giacalone, M., y Cozzucoli, P. (2022). The Impacts of Bibliometrics Measurement in the Scientific Community A Statistical Analysis of Multiple Case Studies. *Review of European Studies*. 3(2).1-20. <https://doi.org/10.5539/res.v14n3p10>
- Callon, M., Courtial, J., y Laville, F. (1991). Co-word analysis as a tool for describing the network of interactions between basic and technological research—the case of polymer chemistry. *Scientometrics*, 22 (1), 155–205. <https://doi.org/10.1007/BF02019280>
- Cahlik, T. (2000). Comparison of the Maps of Science. *Scientometrics*, 49 (1). 373-387. <https://doi.org/10.1023/A:1010581421990>
- Cobo, M., López-Herrera, A., Herrera-Viedma, E., y Herrera, F. (2011). An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the fuzzy sets theory field. *Journal of Informetrics*, 5(1), 146-166. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.10.002>
- Cooper, H. (2017). Research Synthesis and meta-analysis. A Step-by-Step Approach. (5th ed.). *SAGE Publications*. https://www.daneshnamehicsa.ir/userfiles/files/1/9-%20Research%20synthesis%20and%20meta-analysis_%20a%20step-by-step%20approach.pdf
- Combes, P. (2000). Economic Structure and Local Growth: France, 1984- 1993. *Journal of Urban Economics*, 47 (1).329-355. <https://doi.org/10.1006/juec.1999.2143>
- Contreras, F., y Abid, G. (2022). Social sustainability studies in the 21st century: A bibliometric mapping analysis using VOSviewer Software. *Pakistani Journal of Commerce and Social Sciences (PJCSS)*. 16 (1).167-203. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/261309/1/1808746260.pdf>
- De Araújo, I., Gonçalves, E., y Almeida, E. (2018). Effects of dynamic and spatial externalities on local growth: Evidence from Brazil (1995-2013). *Papers in Regional Science*. 1-20. <https://doi.org/10.1111/pirs.12402>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., y Marc, W. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133 (1). 285-296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- García-Peñalvo, F., y García-Holgado, A. (2021). Técnicas para llevar a cabo mapeos y revisiones sistemáticas de la literatura. *Zenodo*. 1-209. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4732089>
- García-Lillo, F., Úbeda-García, M., y Marco-Lajara, B. (septiembre, 2015). Estructura intelectual de la investigación sobre dirección de recursos humanos: un análisis bibliométrico aplicado a la revista The International Journal of Human Resource Management, 2000-2012. *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 24(3), 149-161. <https://doi.org/10.1016/j.redee.2015.07.001>
- Glaeser, E., Kallal, H., Scheinkman, J., y Shleifer, A. (1992). Growth in Cities. *Journal of Political Economy*. 100 (6). 1126–1152. <https://www.jstor.org/stable/2138829>

- Hausmann, R., Hidalgo, C., Bustos, S., Coscia, M., Simoes, A., y Yildirim, M. (2014). *The Atlas of Economic Complexity: Mapping Paths to Prosperity*. MIT Press: Cambridge, MA.
- Henderson, V., Kuncoro, A., y Turner, M. (1995). Industrial development in cities. *Journal of Political Economy*, 103(5), 1067–1090. <https://doi.org/10.1086/262013>.
- Hidalgo, C., y Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias*. 106 (26). 10570–10575. <https://www.jstor.org/stable/40483593>.
- Hidalgo, A., Szabo, I., Le Brun, L., Owen, I., Fletcher, G. y Hill, M. (2011). An EvidenceBased Approach to Scoping Reviews. *Electronic Journal of Information Systems Evaluation*, 14(1), 46-52. <https://academic-publishing.org/index.php/ejise/article/view/383>.
- Kitchenham, B. (2007). Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering, *Technical Report EBSE 2007-001, Keele University and Durham University Joint Report*. https://www.elsevier.com/_data/promis_misc/525444systematicreviewsguide.pdf.
- Navarro, C., Cantú, V., y García-Valcárcel, A. (2019). Innovación educativa en estudios sobre gestión educativa: un mapeo sistemático. Ramírez-Montoya, M. y Valenzuela, J. (Eds), *Innovación educativa: tendencias globales de investigación e implicaciones prácticas*. OCTAEDRO. <https://hdl.handle.net/11285/637118>.
- Osorio, A. (2014). *Externalidades dinámicas y crecimiento desigual en la Economía Mexicana*. [Tesis de maestría, Colegio de la frontera del norte] <https://www.colef.mx/posgrado/tesis/2012998/>.
- Olaleye, S., Mogaji, E., Agbo, F., Ukpabi, D., y Adusei, A. (2023). The composition of data economy: a bibliometric approach and TCCM framework of conceptual, intellectual and social structure. *Information Discovery and Delivery*, 51(2), 223-240. <https://doi.org/10.1108/IDD-02-2022-0014>.
- Page, M., McKenzie, J., Bossuyt, P., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C., Shamseerf, L., Tetzlaff, J., Akl, E., Brennan, S., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J., Hróbjartsson, A., Lalu, M., Li, T., Loder, E., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L., Stewart, L., Thomas, J., Tricco, A., Welch, V., Whiting, P. y Moher, D. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista española de cardiología*, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>.
- Pedersen, C., y Rahbek, N. (2021). *Dynamic Externalities in Denmark An Analysis of Danish Industry Structures & Regional Growth*. [Tesis de maestría, Copenhagen Business School]. https://researchapi.cbs.dk/ws/portalfiles/portalfiles/68333332/1108699_Dynamic_Externalities_in_Denmark_An_Analysis_of_Danish_Industry_Structures_Regional_Growth.pdf.

- Rejeb, A., Rejeb, K., Abdollahi, A., y Treiblmaier, H. (2022). The big picture on Instagram research: Insights from a bibliometric analysis. *Telematics and Informatics*, 73 (1),1-24. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2022.101876>.
- Ronconi, R. (2020). Proceso de búsqueda, recuperación y evaluación de la información. Guía, Tutorial. <https://www.aacademica.org/roberto.ronconi/2.pdf>.
- Sahdev, N. (2016). ¿Do knowledge externalities lead to growth in economic complexity? Empirical evidence from Colombia. *Palgrave Communications*, (2).1-16. <https://doi.org/10.1057/palcommms.2016.86>.
- Universidad de Valladolid. (2022). *Web of Science y Scopus, las fuentes de los rankings universitarios*. <https://rank.uva.es/2022/06/13/web-of-science-y-scopus-las-fuentes-de-los-rankingsuniversitarios/#:~:text=Las%20bases%20de%20datos%20m%C3%A1s,las%20humanidades%2C%20o%20la%20tecnolog%C3%ADa>.
- Varela, R., y Palacio, J. (2008). Empleo regional y externalidades dinámicas en la industria alimentaria de México. *Economía mexicana. Nueva época*, 17(2), 203-219. <http://hdl.handle.net/11651/3985>.
- Van Der Panne, G. (2004) Agglomeration externalities: Marshall versus Jacobs. *Journal of Evolutionary Economics*.14 (5). 593–604. <https://doi.org/10.1007/s00191-004-0232-x>.
- Van Eck, N., y Waltman, L. (2023). *Manual for VOSviewer version 1.6.19. Universiteit Leiden*. <chrome-extension://efaidnbmnnnnibpcajpcgclefindmkaj/> https://www.vosviewer.com/documentation/Manual_VOSviewer_1.6.19.pdf.
- Yao, Y., Pan, H., Cui, X., y Wang, Z. (2022). ¿Do compact cities have higher efficiencies of agglomeration economies? A dynamic panel model with compactness indicators. *Land Use Policy*, 115.1-10. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106005>.

ANEXO

TABLA A1

CODIFICACIÓN DE ARTÍCULOS ACADÉMICOS

<i>Código</i>	<i>Autor/es</i>	<i>Año</i>	<i>Título (idioma original)</i>
P1	Sergey Anokhina, Joakim Wincent, Vinit Parida, Natalya Chistyakovaband Pejvak Oghazi	2019	Industrial clusters, flagship enterprises and regional innovation
P2	Olusesan Michael Awoleye	2022	Knowledge spillover, human capital and agglomeration dynamics in Nigeria's ICT clusters
P3	Karim Badr, Reham Rizk, Chahir Zaki	2019	Firm productivity and agglomeration economies: evidence from Egyptian data
P4	Gustavo Barboza, Alessandro Capocchi	2020	Innovative startups in Italy. Managerial challenges of knowledge spillovers effects on employment generation
P5	Nachiket Bhawe, Shaker A. Zahra, Chen Chao, Garry D. Bruton	2021	Protectionist policies and diversity of entrepreneurial types
P6	Steven Bond-Smith	2021	The unintended consequences of increasing returns to scale in geographical economics
P7	Steven C Bond-Smith, Philip McCann	2020	A multi-sector model of relatedness, growth and industry clustering
P8	Jie Cai, Nan Li, Ana Maria Santacreu	2022	Knowledge Diffusion, Trade, and Innovation across Countries and Sectors
P9	Giulio Cainelli, Roberto Ganau	2019	Related variety and firm heterogeneity. What really matters for short-run firm growth?
P10	Claudia Capozza, Sergio Salomone, Ernesto Somma	2018	Local industrial structure, agglomeration economies and the creation of innovative start-ups: evidence from the Italian case
P11	Paola Cardamone	2018	Firm innovation and spillovers in Italy: Does geographical proximity matter?
P12	Carlos Carreira, Luís Lopes	2018	Regional knowledge spillovers: a firm-based analysis of non-linear effects
P13	Carlos Carreira, Luís Lopes	2020	How are the potential gains from economic activity transmitted to the labour factor: more employment or more wages? Evidence from the Portuguese context
P14	Liming Chen, Rana Hasan, Yi Jiang	2022	Urban Agglomeration and Firm Innovation: Evidence from Asia
P15	Eui-Chiul Chung, Bun Song Lee, Canho Cho.	2021	Determinants of agglomeration in Korean manufacturing industries
P16	Eva Coll-Martínez	2019	Creativity and the city: testing the attenuation of agglomeration economies in Barcelona

TABLA A1
 CODIFICACIÓN DE ARTÍCULOS ACADÉMICOS

Código	Autor/es	Año	Título (idioma original)
P17	Nicola Cortinovis, Frank van Oort	2019	Between spilling over and boiling down: Network-mediated spillovers, local knowledge base and productivity in European regions
P18	Dan Cui, Ye Hei, Peter Nijkamp, Dianting Wu, Guoping Li, Shuang Lv, Honghong Liu	2023	Spatial-temporal dynamics and determinants of creative class concentration—A study on urban agglomerations in China
P19	Mário A. P. M. da Silva	2023	Cobb–Douglas R&D production function, appropriability and opportunity: effects on R&D, technological progress and knowledge sharing
P20	Veneziano de Castro Araújo, Renato Garcia	2019	Determinants and spatial dependence of innovation in Brazilian regions: evidence from a Spatial Tobit Model Determinantes e dependência espacial da inovação nas regiões brasileiras: evidências a partir de um Modelo Tobit Espacial
P21	Ivan De Noni , Luigi Orsi, Fiorenza Belussi	2018	The role of collaborative networks in supporting the innovation performances of lagging-behind European regions
P22	Luis Fernando De Paris Caldas, Fabio De Oliveira Paula, Jorge Ferreria Da Silva	2021	The Effects Of Knowledge Spillovers And Alliance Portfolio Diversity On Product Innovation And Firm Growth
P23	George Deltas, Dakshina G. De Silva, Robert P. McComb	2019	Spatial persistence of agglomeration in software publishing
P24	Yilin Dong	2020	Determinants of entry: Evidence from new manufacturing firms in the U.S
P25	Jie Duan, Xue-Ying Chen, Yan Song, Xian-Jun Huang	2022	A comparative study of innovation agglomeration and spatial evolution in Pearl River Delta and Yangtze River Delta
P26	Aasheerwad Dwivedi, Aakanksha Arora	2020	Economic geography of innovation in India: an empirical investigation
P27	Giulia Faggio, Olmo Silva, William C Strange	2020	Tales of the city: what do agglomeration cases tell us about agglomeration in general?
P28	Davide Fiaschi, Lisa Gianmoena, Angela Parenti	2018	Spatial club dynamics in European regions
P29	Matthias Firgo, Peter Mayerhofer	2018	(Un)related variety and employment growth at the sub-regional level
P30	Rune D. Fitjar, Andrés Rodríguez-Pose	2020	Where cities fail to triumph: The impact of urban location and local collaboration on innovation in Norway

TABLA A1
CODIFICACIÓN DE ARTÍCULOS ACADÉMICOS

<i>Código</i>	<i>Autor/es</i>	<i>Año</i>	<i>Título (idioma original)</i>
P31	James Foreman-Peck, Peng Zhou	2023	Specialisation precedes diversification: R&D productivity effects
P32	Renato Garcia, Veneziano Araujo, Suelene Mascari, Emerson Gomes Santos, Ariana Costa, Sarah Ferreira	2023	How Industrial Diversity Shapes the Effects of Foreign Direct Investment Spillovers on Regional Innovation
P33	Thomas Geissmann, Lin Zhang	2018	Knowledge economy and industry performance in China: a provincial level analysis
P34	Ilaria Giannoccaro, Vito Albino	2018	The influence of heterogeneity on knowledge-based agglomeration economies: Emergent patterns of geographical clusters
P35	Toshitaka Gokan, Ikuo Kuroiwa, Kentaro Nakajima	2019	Agglomeration economies in Vietnam: A firm-level analysis
P36	Miguel Gómez-Antonio, Stuart Sweeney	2018	Firm location, interaction, and local characteristics: A case study for Madrid's electronics sector
P37	Eduardo Gonçalves, Cirlene Maria de Matos, Inácio Fernandes de Araújo	2019	Path-Dependent Dynamics and Technological Spillovers in the Brazilian Regions
P38	William Grieser, Gonzalo Maturana, Ioannis Spyridopoulos, Santiago Truffa	2022	Agglomeration, knowledge spillovers, and corporate investment
P39	Markus Grillitsch, Magnus Nilsson	2019	Knowledge externalities and firm heterogeneity: Effects on high and low growth firms
P40	Cornelis W. Haasnoot, Albert de Vaal	2022	Heterogeneous firms and cluster externalities: how asymmetric effects at the firm level affect cluster productivity
P41	Dongho Han, Ilwon Seo	2023	Uncertainty in Market-Mediated Technology Transfer and Geographical Diffusion: Evidence from Chinese Technology Flow
P42	Richard Harris, John Moffat, Emil Evenhuis, Ron Martin, Andy Pike, Peter Sunley	2019	Does spatial proximity raise firm productivity? Evidence from British manufacturing
P43	Anthony Howell	2020	Relatedness economies, absorptive capacity, and economic catch-up: Firm-level evidence from China
P44	Yue Huang, Yangang Fang, Guofeng Gu	2022	Innovation Effect and Regional Difference of Related Variety: An Empirical Study Based on Prefecture-level City Data of China
P45	Yang Jiao, Leilei Shen, Yuyun Liu	2023	Melting pot or salad bowl: Cultural effects on industrial similarity during trade liberalization

TABLA A1
CODIFICACIÓN DE ARTÍCULOS ACADÉMICOS

Código	Autor/es	Año	Título (idioma original)
P46	Vasilios Kanellopoulos, Georgios Fotopoulos	2019	The effect of knowledge spillovers on regional new firm formation: The Greek manufacturing case
P47	Maria Kaneva, Galina Untura	2019	The impact of R&D and knowledge spillovers on the economic growth of Russian regions
P48	Orsa Kekezi, Johan Klaesson	2020	Agglomeration and innovation of knowledge intensive business services
P49	Arkadiusz Kijek, Tomasz Kijek	2019	Knowledge spillovers: An evidence from the European regions
P50	Irvan Kuswardana, Nachrowi Djalal Nachrowi, Telisa Aulia Falianty, Arie Damayanti, Robert Read	2021	The effect of knowledge spillover on productivity: Evidence from manufacturing industry in Indonesia
P51	Samuli Leppälä	2018	Theoretical perspectives on localized knowledge spillovers and agglomeration
P52	Jing Li, Liyao Li, Shimeng Liu	2022	Attenuation of agglomeration economies: Evidence from the universe of Chinese manufacturing firms
P53	Yuhua Li, Ze Jian	2023	Effect of agglomeration on firms’ research and development investment: a U-shaped relationship
P54	Yong Li, Jing Li, Peng Zhang, Sunhwan Gwon	2023	Stronger together: Country-of-origin agglomeration and multinational enterprise location choice in an adverse institutional environment
P55	Kui Liu, Xinyan Liu, Houyin Long, Dexiang Wang, Guanglu Zhang	2022	Effects of Emergency industry Spatial agglomeration and energy efficiency: Evidence from China’s manufacturing enterprises
P56	Mikhail Martynovich, Josef Taalbi	2023	Dynamic recombinant relatedness and its role for regional innovation
P57	Vinicius Farias Moreira, Walter Fernando Araújo de Moraes, Jose Luis Hervas-Oliver, Samuely Bezerra Barbosa Laurentino	2019	Geographic concentration of companies and relationship resources at the horizontal level
P58	Valerien O. Pede, Raymond J. G. M. Florax, Henri L. F. de Groot, Gustavo Barboza	2021	Technological leadership and sectorial employment growth: A spatial econometric analysis for U.S. counties
P59	Yuri V Preobrazhenskiy, Anna A. Firsova	2021	Re-balancing of intensive and extensive factors in the center-peripheral system under the influence of technological development
P60	Yu Qiao, Chengri Ding, Jianhua Liu	2019	Localization, knowledge spillover, and R&D investment: Evidence of Chinese cities

TABLA A1
CODIFICACIÓN DE ARTÍCULOS ACADÉMICOS

<i>Código</i>	<i>Autor/es</i>	<i>Año</i>	<i>Título (idioma original)</i>
P61	Evan Rawley, Robert Seamans	2020	Internal agglomeration and productivity: Evidence from microdata
P62	Maria Reznakova, Stanislava Stefankova	2022	New Indicators of Innovation Activity in Economic Growth Models
P63	Masagus M. Ridhwan	2021	Spatial wage differentials and agglomeration externalities: Evidence from Indonesian microdata
P64	Cristián Gutiérrez Rojas, Joost Heijs, Thomas Baumert	2018	Asymmetric spillovers from national innovation systems to knowledge creation processes in their regions
P65	Jan Ruffner, Andrin Spescha	2018	The impact of clustering on firm innovation
P66	Wonsang Ryu, Brian T. McCann, Jeffrey J. Reuer	2018	Geographic co-location of partners and rivals: Implications for the design of R&D alliances
P67	Patricio Saiz Jose Luis Zofio	2022	The making and consolidation of the first national trademark system: the diffusion of trademarks across Spanish regions, 1850–1920
P68	Tomislav Sekur, Katarina Marošević	2022	Effects of the concentration of manufacturing industry on croatian regional growth
P69	Kejun Song, Gerald Simons, Wei Sun	2019	Knowledge Spillovers and Local Industry Growth: A Patent Citation Approach
P70	Mathieu P.A. Steijn, Hans R.A. Koster, Frank G. Van Oort	2022	The dynamics of industry agglomeration: Evidence from 44 years of coagglomeration patterns
P71	Jin Tao, Chun-Yu Ho, Shougui Luo, Yue Sheng	2019	Agglomeration economies in creative industries
P72	Sam Tavassoli, Martin Obschonka, David B. Audretsch	2021	Entrepreneurship in Cities
P73	Sofia Wixe	2018	Neighbourhood related diversity, human capital and firm innovation
P74	Haixiao Wu	2023	The contribution of interregional and inter-field knowledge spillovers to regional Smart Specialisation
P75	Shicong Xu, Abdoul G. Sam	2021	Diversity or specialization? Understanding knowledge spillover mechanisms in China
P76	Yong Ye, Yazhen Chen, Lin Xia, Keyu Luo	2023	A Plausible Way to Induce Interfirm Knowledge Spillovers Based on Informal Networks: Evidence from Analysts

TABLA A1
 CODIFICACIÓN DE ARTÍCULOS ACADÉMICOS (TERMINA)

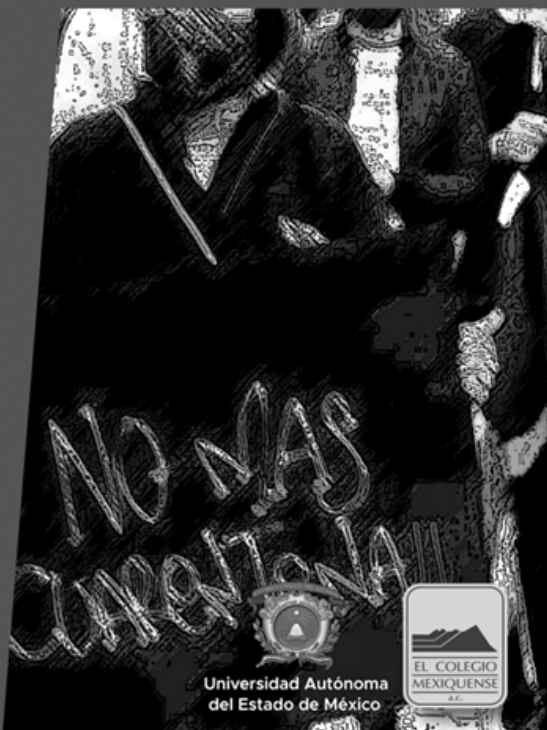
Código	Autor/es	Año	Título (idioma original)
P77	Zidong Yu, Xintao Liu	2021	Urban agglomeration economies and their relationships to built environment and socio-demographic characteristics in Hong Kong
P78	Liang Zheng	2021	The impact of state-owned enterprises on the employment growth of manufacturing in Chinese cities: Evidence from economic census microdata

Nota: Se estableció un código para cada paper basado en el orden alfabético del primer autor.

Pablo Mejía-Reyes
Cecilia Cadena-Inostroza
Coordinadores



Políticas públicas y efectos socioeconómicos de la COVID-19 en el Estado de México



Universidad Autónoma
del Estado de México



**Disponible de acceso abierto en el repositorio
de la Universidad Autónoma del Estado de México**

<http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/141789>

Inversión sostenible vs. convencional en la Bolsa Mexicana de Valores: construcción de portafolios y medición del riesgo sistemático

MAGNOLIA MIRIAM SOSA CASTRO*
JENIFER PÉREZ PALESTINA**

RESUMEN

Dada la crisis ambiental y humanitaria relacionada con el cambio climático, las finanzas juegan un papel clave como promotor para financiar empresas que cumplan con criterios de sostenibilidad (Ambientales, Sociales y de Gobernanza). Así, es sumamente importante dar a conocer los principales postulados del enfoque de finanzas sostenibles, con el propósito de generar conciencia y promover mayor inversión en dichos instrumentos. Se analiza el enfoque de finanzas sostenibles, se aplica el modelo de Markowitz (1952) y el modelo de fijación de precios (CAPM) comparando el riesgo y rendimiento de portafolios sostenibles vs portafolios tradicionales, empleando rendimientos logarítmicos de los precios de cierre diarios (2018-2023). Los resultados apuntan a que hacer negocios de manera tradicional sigue siendo más rentable, en relación con la inversión sostenible. No obstante, el mayor rendimiento es consistente con un mayor riesgo de transición y reputacional, en el cual incurren los inversionistas.

Palabras clave: finanzas sostenibles, construcción de portafolios eficientes, modelo CAPM, riesgo de transición, riesgo reputacional.

Clasificación JEL: G11, Q59, G2.

* Departamento de Economía, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, México.
Correo electrónico: msosac87@hotmail.com. ORCID: 0000-0002-6597-5293.

** Departamento de Economía, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, México.
Correo electrónico: jeniferperez1673@gmail.com.

ABSTRACT

Sustainable vs. conventional investment in the Mexican stock exchange: portfolio construction and systematic risk measurement

Given the environmental and humanitarian crises related to climate change, finance plays a key role as a driver of investment in enterprises that adhere to sustainability criteria (Environmental, Social, and Governance). Therefore, it is crucial to disseminate the main principles of sustainable finance to raise awareness and encourage greater investment in these instruments. This study examines the sustainable finance approach, applying the Markowitz model (1952) and the Capital Asset Pricing Model (CAPM) to compare the risk and return of sustainable versus traditional portfolios. The analysis employs logarithmic returns from daily closing prices (2018-2023). Findings suggest that traditional business practices remain more profitable compared to sustainable investments. However, this higher return is accompanied by greater transition and reputational risks borne by investors.

Keywords: sustainable finance, construction of efficient portfolios, CAPM model, transition risk, reputational risk.

JEL Classification: G11, Q59, G2.

INTRODUCCIÓN

A partir de la pandemia de la COVID-19 se han agudizado los efectos de las crisis trillizas que sufrimos como humanidad, la crisis ambiental, social y económica. En términos de la primera, las tendencias del cambio climático son motivo de preocupación global. Algunos de los efectos más alarmantes incluyen: aumento en las temperaturas, desglaciación, aumento en el nivel del mar, mayor incidencia de eventos climáticos extremos, acidificación del océano, pérdida de biodiversidad y cambio en los patrones climáticos.

Los efectos del cambio climático tienen profundos estragos en el desarrollo social, ya que atentan contra la seguridad alimentaria, la salud pública, promueven la migración y el desplazamiento, minan la disponibilidad de recursos naturales y generan cada vez mayores costos de reconstrucción ante la mayor ocurrencia de desastres climáticos extremos (Banco Mundial, 2023).

Por otro lado, en términos sociales, se ha observado un deterioro importante del nivel de bienestar humano en países en desarrollo los

cuales, a partir de la pandemia, han incrementado de manera importante sus niveles de deuda, por lo que la lenta recuperación económica y el incremento en las tasas de interés han tenido efectos en su, ya de por sí, reducido espacio fiscal, dejando pocos recursos para la atención de necesidades básicas: salud, educación, promoción del empleo. Dicha situación parece sumarse a problemas ya existentes como la pobreza, desigualdad, altos niveles de violencia y corrupción y fragilidad ante choques externos. Lo anterior ha promovido oleadas migratorias y un creciente número de refugiados que piden asilo en países de ingreso alto y medio (Banco Mundial, 2024).

Aunado a lo anterior, las proyecciones de las Naciones Unidas (2023) señalan que se espera que para el año 2050 la población mundial se encuentre cerca de los 10,000 millones de habitantes, lo cual supondrá un reto en términos de la producción de alimentos y otros bienes y servicios necesarios para reproducir las condiciones de vida de dichos habitantes, ya que con el modelo económico actual causaría un daño irreparable en términos ambientales y significaría que una gran proporción de la población viviría en situación de pobreza o con severas carencias.

Dado lo anterior, las Naciones Unidas ha incluido entre los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para el año 2030, al menos 9 relacionados con la atención a problemas sociales como pobreza, salud y bienestar, trabajo decente y crecimiento económico y reducción de las desigualdades y tres objetivos relacionados directamente con el cuidado y preservación de los recursos naturales y acción por el cambio climático.

Con dichos objetivos, lo que se busca en términos ambientales es que haya un incremento menor a los dos grados centígrados en las temperaturas, ya que, de alcanzarse dicho nivel, sería catastrófico e irreversible. Para lograrlo, no solo es necesario disminuir las emisiones de CO₂, sino que haya captura directa de dicho gas; teniendo así que reducir en 45% las emisiones globales de CO₂ con respecto a 2010 y seguir disminuyendo, alcanzando la neutralidad en 2050.

En cuanto al tema social, se pretende construir un mundo más justo, equitativo y sostenible para todas las personas. Para lograr dicho objetivo, es necesario adoptar el proceso de transición justa hacia la sostenibilidad. Esto se refiere al proceso de cambiar de un modelo económico y social basado en recursos no sostenibles a otro que sea más respetuoso con el medio ambiente, socialmente justo y económicamente viable a largo plazo. Esta transición busca abordar los desafíos asociados al cambio climático, la

pérdida de biodiversidad, la contaminación y otros problemas ambientales, al tiempo que promueve el bienestar humano y la equidad social.

Así, se ha señalado al sector privado como clave para diseñar planes con el objetivo de disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, a través de la promoción del uso de energías renovables e inversión en Investigación y Desarrollo Tecnológico que permitan la creación de nuevas tecnologías más amigables con el ambiente. Igualmente, se ha puesto en relevancia que es necesario cambiar el enfoque financiero al interior de las corporaciones, promoviendo un enfoque de finanzas sostenibles.

Dentro del enfoque de finanzas sostenibles se propone internalizar las externalidades, es decir, responsabilizar al agente económico que las genera y hacer que pague por ello. Igualmente, se plantea que se debe tener un pensamiento integrado, en el cual se tomen en consideración los factores sociales y de gobernanza, además de los puramente económicos para tomar las decisiones. Lo anterior permitirá maximizar el beneficio, no únicamente de los inversionistas (*shareholders*), sino de todos los agentes incluidos en la actividad económica de una cierta empresa: trabajadores, proveedores, clientes e inversionistas (*stakeholders*) (Freeman y Reed, 1983).

El enfoque de finanzas sostenibles indica que es necesaria la cooperación de todos los agentes sociales para lograr la transición justa hacia la sostenibilidad. En cuanto a los inversionistas se propone cambiar el enfoque de inversiones en el corto plazo con rendimientos inmediatos a la construcción de portafolios de largo plazo concentrados en empresas con objetivos sostenibles claros y compromisos focalizados en cada *stakeholder*. El compromiso por parte de los inversionistas de mantener sus posiciones permitirá a las empresas concentrarse en cumplir los objetivos que les permitirán lograr la transición hacia la sostenibilidad, no así preocuparse por mantener la disponibilidad de capital a partir de los mercados financieros, destinando para ello recursos financieros que podrían ser enfocados en el cumplimiento de objetivos sostenibles.

Además de la urgencia por atender los problemas ambientales y sociales y del compromiso ético y responsabilidad moral que tienen las corporaciones y los inversionistas, existen otras motivaciones para realizar este cambio en el paradigma económico y financiero. Dentro de dichas motivaciones se encuentran i) la gestión de riesgos asociados a la no prevención sobre los cambios regulatorios, reformas fiscales y medidas punitivas que se avecinan por los efectos del cambio climático,

ii) el riesgo reputacional y la percepción social sobre una compañía, lo cual podría reducir la demanda de sus productos y disminuir su competitividad, iii) el incremento de sus activos intangibles, que son todos los desarrollos tecnológicos y estrategias que permitirán a la compañía lograr sus objetivos en términos de sostenibilidad, lo anterior permitiría a la empresa maximizar el valor de la misma.

Con base en lo anterior, el presente artículo tiene como objetivo analizar y comparar la inversión en activos convencionales no considerados dentro del IPC... ESG¹ versus instrumentos ESG (Ambiental, Social y de Gobernanza, en inglés), es decir, aquellos que son emitidos por corporaciones que cumplen con un marco integral que va más allá de los indicadores financieros, integrando criterios que respaldan el compromiso y responsabilidad social y ambiental. Estas empresas suelen formar parte de sectores como energías renovables, manufactura sustentable, tecnología, bienes de consumo responsable, y servicios financieros con enfoque ético. Para lograr dicho objetivo se construyen dos portafolios con activos de la Bolsa de Valores Mexicana, uno con activos ESG y otro con activos no ESG y se estima el riesgo de cada portafolio, para lograr dicho objetivo se emplean los modelos de Markowitz y el modelo de fijación de precios con base en el riesgo (CAPM).

Si bien ya existen esfuerzos de investigación que comparan el desempeño de inversión sostenible e inversión no sostenible, el presente trabajo contribuye en diversos sentidos: i) se emplean dos modelos para construir y comparar la relación media-varianza y la sensibilidad/rentabilidad de los rendimientos entre activos sostenibles y no-sostenibles; ii) se hace patente la importancia de visibilizar e incorporar al análisis dos primas de riesgo que algunos inversionistas no consideran: la prima de riesgo reputacional y riesgo de transición; así, carteras sostenibles y no-sostenibles con perfiles de riesgo bajo parecieran tener rendimientos similares, pero los portafolios no-sostenibles entrañan mayores riesgos; iii) se definen los principios del enfoque de inversión sostenible y se analiza la evolución internacional y en el mercado mexicano de dicha

¹ El S&P/BMV Total México ESG Index está diseñado para medir el rendimiento de los valores del S&P/BMV Total México Index que cumplen criterios de sostenibilidad, ajustando su ponderación en función de sus puntuaciones ESG de S&P Dow Jones índices (S&P DJI), excluyendo aquellas que infringen los principios del Pacto Mundial de las Naciones Unidas (PMNU). Ambas metodologías excluyen empresas involucradas en actividades como tabaco, armas controvertidas y carbón térmico, y también (S&P/BMV, 2020; S&P Dow Jones Índices, 2023).

inversión; iv) se resalta la importancia de tener inversionistas responsables que se involucren con el análisis de la información referente a criterios ESG, buscando mantener posiciones en portafolios focalizados y de largo plazo, pero de buena calidad.

La hipótesis que se desprende de la investigación es que las inversiones que no se encuentran clasificadas como ESG pueden ser aparentemente más rentables que las inversiones sostenibles, pero que entrañan una gran cantidad de riesgos que podrían no llegar a compensar el rendimiento extra.

El trabajo se organiza de la siguiente manera: la primera sección analiza la evolución del enfoque de finanzas sostenibles y activos ESG, la segunda revisa la literatura sobre finanzas e inversiones sostenibles, la tercera sección describe la metodología y datos, la sección cuatro muestra y analiza los resultados y, finalmente, se concluye.

1. EVOLUCIÓN, DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS FINANZAS SOSTENIBLES

El interés por aspectos que fueran más allá del tema financiero en las inversiones se remonta a la década de 1960. Momento de auge en diversos movimientos sociales, tales como: la oposición de estudiantes a la guerra de Vietnam, los cuales exigieron a sus universidades dejar de lado sus inversiones en empresas militares, entendiéndose, así como el origen del interés a criterios de inversión basados en la ética (Ulrich, 2016).

Para la década de 1970, el movimiento ecológico y la conciencia sobre las problemáticas sociales y laborales, dieron paso al gobierno corporativo como un aspecto importante en los negocios, lo cual permitió seguir desarrollando el concepto ESG. Siendo así, la aparición de los primeros fondos de inversión con un enfoque socialmente responsable (Wang y Phillips-Fein, 2023).

A finales de los años 90, el movimiento moderno por la inversión sostenible comenzó a tomar fuerza. En 1999, se lanza el Dow Jones Sustainability Index, siendo este el primer índice mundial que sigue criterios sustentables, convirtiéndose en el punto de inflexión del camino sustentable en las finanzas (Ulrich, 2016).

Si bien a lo largo de dichas décadas nacieron movimientos en contra de empresas nocivas para el ambiente o la sociedad, no fue sino hasta 2004 que surgió el término ESG bajo una propuesta integral de trabajo

de Kofi Annan, entonces secretario de las Naciones Unidas. La organización, en colaboración con el Banco Mundial, el gobierno de Suiza, el IFC y más de 20 instituciones financieras, sentó las bases para integrar propositivos ambientales, sociales y de gobernanza a las estrategias de inversión en el documento *Who Cares Wins* (BMV, 2021).

Por su lado, los criterios ESG surgieron a partir de acuerdos internacionales para mitigar el cambio climático, como el Acuerdo de París y el Pacto Verde Europeo. El Acuerdo de París, firmado en 2015 por 196 países, estableció el objetivo de mantener el aumento de la temperatura global por debajo de 2°C con respecto a los niveles preindustriales y de trabajar para limitar el aumento a 1.5°C. Años más tarde el Pacto Verde, presentado en 2019, constituye el plan para conseguir que Europa sea el primer continente neutro en carbono en 2050 (García, 2023).

Driessen (2021) señala que, si bien el enfoque de finanzas sostenibles existe desde hace ya varios años, tras la publicación del Plan de Acción de Finanzas Sostenibles de la Comisión Europea en marzo 2018, el tema ha tomado especial relevancia en la agenda legislativa de la Unión Europea y en la agenda de regulación y supervisión enfocada en los mercados financieros. Entre los productos financieros que destacan en el enfoque de finanzas sostenibles se encuentran los bonos temáticos, sobre todo verdes y sociales y los activos ESG. Dentro de los principales avances europeos en términos jurídicos son el Reglamento sobre Taxonomía y el Reglamento sobre Divulgación de Información Financiera Sostenible, y algunas novedades jurídicas y reglamentarias son el Estándar de Bonos Verdes y los Índices de Referencia Climática.

En el año 2020 el Banco internacional de Pagos (BIS por sus siglas en inglés) señaló que el cambio climático puede originar inestabilidad financiera, por lo que, existe una necesidad de ecologizar/enverdecer el sistema financiero. Así, el BIS propone la instauración de entidades a nivel global, como la Red para Ecologizar el Sistema Financiero (NGFS), con el fin de vincular las prácticas de bancos centrales y supervisores financieros en la gestión de riesgos climáticos, focalizándose particularmente en la canalización de capital hacia inversiones ambientalmente sostenibles (Bolton *et al.*, 2020).

El BIS ha enfatizado que los riesgos inherentes al cambio climático, tanto físicos como de transición, se caracterizan por su complejidad, duración prolongada y naturaleza no lineal, pudiendo dar origen a sucesos impredecibles denominados “cisnes verdes”. En respuesta a

estos retos, el BIS aboga por una “ruptura epistemológica” dentro de la comunidad financiera, promoviendo perspectivas más amplias que identifiquen los riesgos sistémicos futuros relacionados con el cambio climático. Este enfoque transdisciplinario busca incorporar la sostenibilidad en los marcos operativos de empresas y naciones, considerando la estabilidad climática como un bien de interés público. Se debe señalar que los riesgos y costos de adaptación de los retos climáticos son más profundos en países no desarrollados, por lo que las acciones puestas en marcha también permitirán palear los efectos de la desigualdad entre diversas economías (Bolton *et al.*, 2020).

En cuanto a México, en el año 2023 fue publicada la taxonomía sobre finanzas sostenibles con el objetivo de identificar y definir actividades, activos o proyectos de inversión con impactos medioambientales y sociales positivos, con base en metas y criterios definidos. Así, se propone crear condiciones de certidumbre y transparencia en los mercados financieros para promover la inversión en actividades sostenibles, permitiendo alcanzar los objetivos medioambientales y sociales y los compromisos internacionales. También se pretende disminuir el riesgo de *greenwashing*². La taxonomía se basa en tres pilares: marco conceptual y metodológico de la Taxonomía Sostenible para México, evaluación técnica para las actividades con objetivos de adaptación y mitigación del cambio climático, presentación de propuesta para alcanzar el objetivo social de igualdad de género (SHCP, 2023).

Con base en la SHCP (2023) se estima que para que México cumpla con los ODS de 2022 a 2030, es necesario un financiamiento anual de entre \$74 y \$92 mmd, equivalente a 6.8% y 8% del PIB. Con base en lo anterior, queda de manifiesto que es necesario promover la inversión en dicho sector y emprender esfuerzos más allá de los recursos financieros del gobierno. Para ello se han tomado distintas acciones para alinear el Presupuesto de Egresos de la Federación con ODS y desarrollar un Marco de los Bonos Soberanos ODS, permitiendo generar cuatro mercados de deuda sostenible y crear la Taxonomía Sostenible para México.

Si bien queda de manifiesto que es necesario realizar acciones para promover la inversión en activos financieros sostenibles, para lograrlo es importante alinear los objetivos entre los diversos agentes que

² Es un término que hace alusión a que las empresas o instituciones hacen creer que realiza acciones sociales y medioambientales, pero en realidad no es así.

participan en los mercados: inversionistas, consumidores, organismos reguladores y de supervisión. El sector privado debe invertir para lograr los criterios y metas de sostenibilidad que se encuentran señalados en las taxonomías y marcos jurídicos y regulatorios, previendo los efectos de las inminentes reformas regulatorias y de supervisión financiera, incentivos económicos y mecanismos tributarios que se están planteando y que se endurecerán en los próximos años, para lograr orientar recursos a instrumentos financieros sostenibles y promover mejores prácticas.

Entre de las motivaciones que tienen las empresas para realizar la transición hacia la sostenibilidad, se encuentran las siguientes: eficiencia operativa, cumplimiento de la normativa, promoción de su reputación y mayor posicionamiento de su marca, presión de grupos de interés (consumidores, inversionistas y otros grupos de interés), acceso a nuevos mercados y clientes, resiliencia empresarial, innovación y ventaja competitiva y atracción y retención de talento. Todos estos factores son clave para incrementar el valor de la empresa a través de estrategias basadas en: motivar a los empleados, reforzar las relaciones entre clientes y proveedores, impulsar el crecimiento a largo plazo, aumentar los dividendos y reducir los costos de financiamiento (Chang *et al.*, 2022).

Con relación a los inversionistas, los incentivos para promover la inversión sostenible se encuentran relacionados con la búsqueda de rendimientos financieros sostenibles, es decir, ganancias de largo plazo y estables basadas en el compromiso de cumplir con los criterios y metas medioambientales y sociales. Gestión de riesgos eficaz, minimizando los riesgos asociados al cambio climático, invirtiendo en empresas que se perciben como más estables, resilientes y capaces de enfrentar los riesgos climáticos y de transición a la sostenibilidad. Igualmente, se espera que la demanda de activos ESG sea creciente, ya que cada vez existe mayor conciencia, por lo que, la expectativa en los rendimientos en el corto plazo es positiva (Dziawgo, 2019; Cunha *et al.*, 2021)

Para desarrollar la inversión sostenible debe haber un compromiso por parte de los inversionistas, es decir, las posiciones deben ser de largo plazo. La inversión debe estar focalizada en empresas con objetivos, criterios y metas claras en términos de sostenibilidad, la diversificación e incorporación de una gran cantidad de activos en los portafolios, puede garantizar menor riesgo intrínseco en el corto plazo, pero hay mayor exposición a otro tipo de riesgos (climáticos, de transición, reputacionales, regulatorios, impositivos y de mercado) (Schoenmaker y Schramade, 2019).

Desde el punto de vista de las empresas, deben tener el compromiso de cumplir con los objetivos, criterios y metas de sostenibilidad. Para ello, se deben identificar los agentes participantes en el proceso de producción, realizar un mapa de las principales actividades de la empresa y detectar cuáles son los puntos críticos en términos de sostenibilidad; finalmente, crear un plan detallado y específico con metas en el corto, mediano y largo plazo para atender cada una de dichas áreas de oportunidad (Liang y Renneboog, 2020).

En cuanto al sistema financiero, también se ha señalado que es importante que haya una mayor cercanía entre las empresas emisoras y los inversionistas, para lo cual es necesario disminuir la cadena; es decir, el número de intermediarios, para así agilizar la comunicación y disminuir los costos de transacción de los activos aumentando la rentabilidad para el inversor final (De Moraes *et al.*, 2022).

1.1. Sostenibilidad en la Bolsa Mexicana de Valores: el IPC ESG

El IPC-Sustentable sigue el desempeño bursátil de emisoras mexicanas que tienen programas de sustentabilidad relacionados a estándares internacionales. El índice cuenta con las características de ser representativo por el nivel de emisoras que lo conforman y de ser invertible por la liquidez que caracteriza a sus componentes (Grupo BMV, 2015). El enfoque ESG se basa entre algunas otras normas, en aquellas de la familia ISO y el Modelo Europeo de Excelencia Empresarial (Modelo EFQM) que ofrecen una serie de estándares y directrices, a todas aquellas empresas interesadas en adoptar un enfoque basado en procesos para la gestión de sus actividades y recursos con el fin de orientarlos hacia la consecución de sus objetivos.

Los sistemas de administración más comunes empleados por las empresas ESG son (Grupo BMV, S.A): ISO 9000 Calidad, ISO 14000 Medio Ambiente, ISO 26000 Responsabilidad Social, ISO 50001 Energía, ISO 31000 Riesgos, ISO 27001 Seguridad de la Información, ISO 45001 Seguridad y Salud Ocupacional, ISO 37001 Anti-Sobornos.

De manera específica, S&P Global Indices señala que para entrar al IPC Sustentable primero se elige a un máximo de 30 empresas por medio de 3 filtros (CSR Consulting, 2024). La bolsa determina a las empresas con criterios de negociación continua, acciones flotantes y con mayor demanda y valor de capitalización flotado relevante; 2) Se

evalúan y se promedian resultados obtenidos en pilares de ESG. Cada pilar tiene un peso de 33.33% y se seleccionan a las compañías que tengan una calificación final por arriba del promedio del 80% de las mejores calificadas y; 3) La BMV válida la información emitida por una organización externa, verificando principalmente el porcentaje de acciones flotantes y los niveles de liquidez de las compañías.

Con base en lo anterior, se analizará la inversión sostenible desde una perspectiva alternativa a la tradicional y se comparará el desempeño de carteras sostenibles (construidas con empresas que son parte del IPC ESG) y carteras compuestas por activos que no son del todo sostenibles (emisoras fuera del IPC ESG), para explicar las diferencias entre el nivel de riesgo y rendimiento de cada tipo de inversiones.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Dada la creciente importancia de los activos ESG en los mercados financieros, se ha desarrollado investigación enfocada en analizar su desempeño (Zhou *et al.*, 2022 y Chen *et al.*, 2023), su riesgo (Cerqueti *et al.*, 2021 y Bax *et al.*, 2023), así como ambos aspectos (Cornell, 2021 y Prol y Kim, 2022).

Estudios íntimamente relacionados con el presente trabajo han sido desarrollados por De Spiegeleer *et al.* (2021) quienes han incluido criterios ambientales, sociales y de gobernanza en la asignación de carteras de inversión. Se centran en el análisis del riesgo y rendimiento de las estrategias de inversión resultantes. Para ello construyen carteras con activos en el índice STOXX Europe 600 o el Russell 1000. El análisis muestra que las carteras con emisiones reducidas no necesariamente tienen un aumento en el riesgo o disminución de los rendimientos.

Alessandrini y Jondeau (2021) demuestran que, en la última década, la inversión ESG ha permitido a los inversores mejorar considerablemente la calidad ESG de su cartera, medida como la puntuación ESG por unidad de riesgo (ratio ESG), sin deteriorar su rendimiento financiero. No obstante, existen otro tipo de exposiciones al riesgo a las cuales podría estar sujeta la inversión, por ejemplo: la exposición al factor tamaño suele reducirse, ya que las empresas más grandes suelen beneficiarse de puntuaciones ESG más altas, al igual que la exposición al riesgo regional que tiende a aumentarse, ya que empresas más grandes suelen tener origen en cierto número de países, lo cual disminuiría el efecto de la

diversificación del riesgo también. Es así como Alessandrini y Jondeau (2021) extienden su trabajo y presentan estrategias que maximizan la calidad, en términos de ESG, manteniendo los factores de riesgo regionales y sectoriales en ciertos límites. Sus resultados muestran que la cartera ESG aporta un rendimiento ajustado al riesgo tan alto como el índice MSCI para diversos criterios ESG y regiones durante el periodo 2007-2018.

Ouchen (2022) analiza si los rendimientos de una cartera ESG son menos volátiles que una cartera de referencia del mercado. Para lograrlo, emplea un modelo GARCH con régimen markoviano, durante el periodo junio 2015-diciembre 2020. La evidencia apunta a que la cartera ESG es relativamente menos turbulenta comparada con el índice de referencia S&P 500.

Dentro de los primeros trabajos sobre inversión sostenible en México se encuentra aquel desarrollado por Valencia-Herrera (2015), en el cual se examina el desempeño del índice sustentable mexicano (MSUI) de la BMV y de sus componentes, midiendo la sensibilidad de sus rendimientos al valor, tamaño y factores momentum. Los hallazgos señalan que el índice MSUI es menos volátil y ofrece menos rendimiento que el índice general. La beta promedio del mercado para portafolios sostenibles igualmente ponderados fue mayor que para activos no-sostenibles.

En esta misma línea, De la Torre *et al.* (2016) miden la eficiencia de la relación media-varianza de la inversión sostenible en México, comparando el desempeño del IPCS índice sostenible y el IPC índice comp general. Se estima la desviación estándar diaria y la razón de Sharpe de noviembre 2008 a agosto 2013. Los resultados señalan que la inversión sostenible es tan eficiente como aquella que no es sostenible a largo plazo, por lo que se pueden considerar como sustitutos.

Godínez-Reyes *et al.* (2022) analizan cómo impactan los factores de generación de valor sustentable (ESG) en la eficiencia de las empresas consideradas para pertenecer al Índice de Sustentabilidad de la BMV 2014-2017. La metodología empleada es el método no paramétrico del Análisis Envolvente de Datos (DEA). Los resultados señalan que el criterio con mayor incidencia en la rentabilidad es el de gobernanza, seguido de medio ambiente y social.

En cuanto al mercado mexicano y la volatilidad de los índices bursátiles sostenibles y convencionales, Sosa *et al.* (2022) analizan el comportamiento diferenciado de dichos indicadores ante choques

externos (precios del petróleo, mercado de divisas e índice estadounidense), para ello emplean modelos GARCH para estimar la volatilidad bursátil y un modelo de Vectores Autorregresivos para medir la respuesta de la volatilidad ante cambios en las variables previamente mencionadas. Los resultados señalan que el índice ESG es más vulnerable a cambios en el mercado estadounidense y al mercado de divisas.

Loza-Vega (2023) resalta la importancia de invertir en bonos soberanos mexicanos, en términos del desarrollo sostenible promoviendo la rentabilidad de los inversionistas al integrarlos en sus portafolios. Para ello, se propone una metodología de valuación de flujos descontados, para generar diferentes escenarios. Los resultados muestran que la inversión de dichos activos se encuentra alineada con los ODS y que pueden generar mayores beneficios al incluirlos en su cartera, tales como contribuir al avance de estos objetivos y, al mismo tiempo, puede aumentar el valor o las ganancias de su portafolio.

Cercanamente relacionado con el trabajo que aquí se desarrolla, en términos del mercado de estudio y metodología empleada, Macías-Trejo *et al.*, (2020) revisan el resultado de un portafolio de inversión constituido por un índice de mercado y empresas socialmente responsables (ISR), diversificado en México y Estados Unidos. La metodología empleada es el modelo de Markowitz. Los datos utilizados son los rendimientos diarios de los índices S&P 500, Dow Jones Sustainability, Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) e IPC sustentable. Los hallazgos muestran que asignar un peso mayor a las acciones (ISR) resulta en un desempeño más favorable en términos de eficiencia media-varianza en ambos países, en comparación con un portafolio que replica el nivel de inversión en acciones ISR de los índices de mercado mencionados anteriormente.

Tomando en consideración los trabajos previamente citados, se compara un portafolio ESG contra un portafolio conformado por activos que no consideran dentro del IPC ESG. Si bien no existe consenso ni evidencia absoluta de que las inversiones ESG superen en rendimiento o sean más estables que los activos no considerados ESG, los resultados varían dependiendo del periodo y mercado analizados. Más allá de abonar a la evidencia en términos de un resultado cuantitativo, se pretende contribuir con un análisis desde el enfoque de finanzas sostenibles.

3. METODOLOGÍA

3.1. Modelo de Markowitz

El modelo conocido como la teoría moderna de carteras, es un marco desarrollado por Harry Markowitz en 1952 para la gestión de inversiones. Este modelo proporciona un método para seleccionar la combinación óptima de activos en una cartera, teniendo en cuenta el equilibrio entre el riesgo y el rendimiento esperado (Petukhina *et al.* 2024).

El objetivo del modelo de Markowitz es encontrar la combinación óptima de activos que maximice el rendimiento esperado para un nivel de riesgo dado, o que minimice el riesgo para un nivel de rendimiento esperado dado. La idea central es diversificar la cartera, distribuyendo los activos de manera que el riesgo total se minimice para un rendimiento dado, o que el rendimiento se maximice para un nivel de riesgo aceptable. Esto se logra seleccionando activos que tengan correlaciones bajas o negativas entre sí, ya que esto reduce el riesgo total de la cartera (Chaweewanchon y Chaysiri, 2022).

Siguiendo el modelo de Markowitz representado en la ecuación 1, el rendimiento esperado de cada portafolio es la suma ponderada de los rendimientos esperados de los activos que componen cada portafolio:

$$E(r_p) = \sum_{j=1}^n w_j E(r_j) \quad (1)$$

donde:

$E(r_p)$ = Rendimiento esperado del portafolio p .

p = Portafolio de activos.

w_j = Proporción de la inversión realizada en cada activo del portafolio.

$E(r_j)$ = Rendimiento esperado de cada activo del portafolio.

Con la restricción presupuestal de que la suma de las ponderaciones = 1.

Por otro lado, el riesgo de un portafolio se mide con la desviación estándar de los rendimientos de los activos incluidos en el portafolio. La varianza de los rendimientos de los portafolios es el promedio ponderado de las covarianzas de todos los pares incluidos en el portafolio (Luenberger, 1998) como se muestra en la ecuación 2:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij} \quad (2)$$

donde:

σ_p^2 = Varianza de los rendimientos del portafolio p .

$w_i w_j$ = Proporción de la inversión en los activos i y j .

σ_{ij} = Covarianza entre los rendimientos de los activos i y j .

La varianza del portafolio también puede obtenerse mediante su forma matricial (Zhou, 2024) a partir de ecuación 3:

$$\sigma_p^2 = [w_1 \quad w_2 \quad \dots \quad w_n] \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \dots & \sigma_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \dots & \sigma_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

la desviación estándar del portafolio se determina como sigue en la ecuación 4:

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij}} \quad i \neq j \quad (4)$$

donde:

σ_p = Desviación estándar del portafolio p .

σ_p^2 = Varianza de los rendimientos del portafolio p .

p = Portafolio de activos.

$w_i w_j$ = Proporción de la inversión en los activos i y j .

σ_{ij} = Covarianza entre los rendimientos de los activos i y j .

3.2. Frontera Eficiente de Portafolios

El resultado de la aplicación del modelo de Markowitz para n niveles de riesgo es la frontera eficiente, que es una curva que muestra todas las combinaciones posibles de activos que ofrecen el máximo rendimiento para un nivel de riesgo dado.

El límite inferior izquierdo de la frontera eficiente es lo que se denomina como “la cartera de mínima varianza o mínimo riesgo” (Punto A, gráfica 1), es la cartera eficiente con el menor riesgo que se puede obtener, dados los activos considerados en un determinado portafolio. Igualmente, el límite superior derecho es “el portafolio de máximo rendimiento” (Punto D, gráfica 1), la cartera eficiente más rentable y, por tanto, riesgosa en la que se puede invertir, dados los activos seleccionados en dicha cartera.

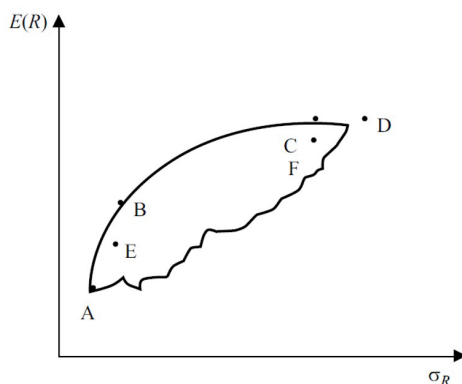
Una vez que se estiman los extremos superior e inferior de la frontera eficiente, la distancia/riesgo entre ambos portafolios se divide entre el número de portafolios deseados a estimar $N+1$. Así, se obtiene la

distancia equidistante entre los diferentes niveles de riesgo, a los cuales se le solicitará al modelo maximizar el rendimiento.

Todos aquellos puntos que se encuentran fuera de la frontera eficiente, por ejemplo, punto E y D de la gráfica 1, son portafolios no eficientes, porque están asumiendo mayor riesgo o dejando de lado un mayor rendimiento por elegir una proporción de activos no eficiente; que no maximiza el rendimiento.

Se debe señalar que todos los portafolios que componen la frontera eficiente son soluciones óptimas, pero la selección dependerá del perfil de riesgo del inversionista; es decir, de sus preferencias.

GRÁFICA 1
FRONTERA EFICIENTE DE INVERSIONES



Fuente: Konja y Cruz (2016).

3.3. Modelo de Fijación de Precios o Capital Asset Pricing Model (CAPM)

Dado que el modelo de Markowitz suponía una gran cantidad de recursos para su implementación, por los cálculos que suponía la estimación de carteras con diversos activos, Sharpe-Lintner-Treynor-Mossin propusieron una solución alternativa para la medida del riesgo de un activo y/o portafolio de inversión. Así, identificaron una nueva categoría de riesgo conocida como “riesgo sistemático” que es la sensibilidad que tiene el rendimiento de un activo/cartera ante cambios en el mercado, generalmente medido por el índice bursátil de referencia (Vergara-Fernández *et al.*, 2023).

El CAPM se basa en el que rendimiento esperado de un activo se compone de dos partes: el rendimiento libre de riesgo y el premio por riesgo. El rendimiento libre de riesgo (R_f) es el rendimiento que un inversor puede obtener invirtiendo en un activo sin riesgo, como los bonos del gobierno a corto plazo. El premio por riesgo (RP) es el exceso de rendimiento que un inversor espera obtener por asumir el riesgo adicional de invertir en un activo en comparación con el rendimiento libre de riesgo (Reyes-Clavijo *et al.*, 2023), ver ecuación 5.

$$E(R_i) = R_f + \beta_i (E(R_m) - R_f) \quad (5)$$

Donde:

$E(R_i)$ = rendimiento esperado del activo i .

R_f = rendimiento libre de riesgo.

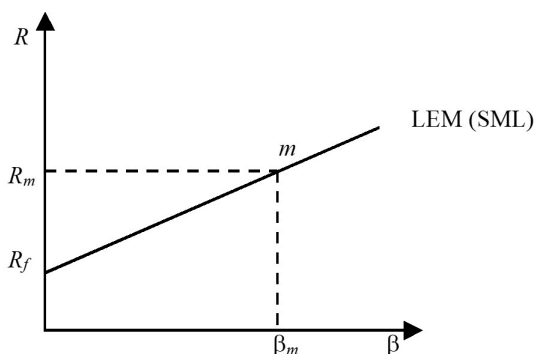
β_i = coeficiente beta del activo i , que representa su sensibilidad a los movimientos del mercado.

$E(R_m)$ = rendimiento esperado del mercado.

$(E(R_m) - R_f)$ = prima de riesgo de mercado.

A la fórmula que describe a la línea de equilibrio del mercado se conoce como el modelo de fijación de precios en el mercado de capitales (SML) - capital asset pricing model, CAPM. En este modelo su intersección corresponde a la tasa libre de riesgo y su pendiente está representada por el factor β .

GRÁFICA 2
LÍNEA DEL MERCADO DE CAPITALES (SML)



La fórmula de la línea de equilibrio de mercados claramente indica que el rendimiento de un valor es igual a la tasa libre de riesgo más una prima sobre dicha tasa que depende de la sensibilidad del activo a los movimientos del mercado. La gráfica 2 representa a este modelo.

La relación entre el coeficiente beta de un activo y su correlación con el mercado está dada por la ecuación 6 (Kumar *et al.* 2023):

$$\beta_{im} = \frac{\rho_{im} \sigma_i \sigma_m}{\sigma_m^2} \quad (6)$$

donde,

β_{im} = coeficiente beta entre el activo i y el mercado;

ρ_{im} = coeficiente de correlación entre el activo i y el mercado

σ_i y σ_m = desviación estándar del activo y del mercado, respectivamente, y

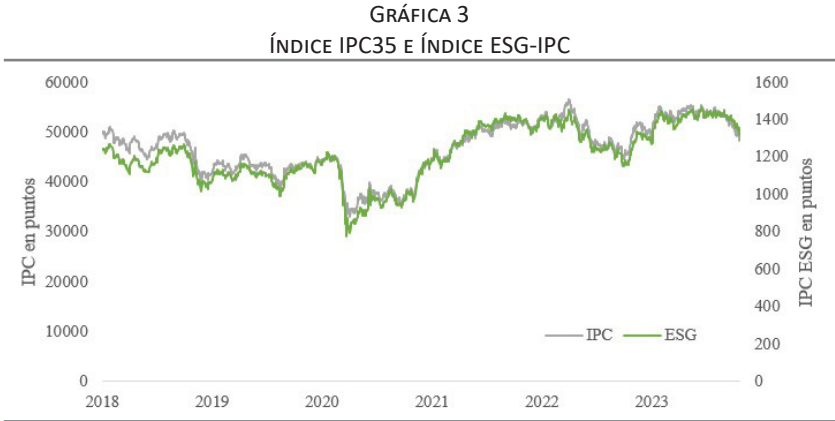
σ_m^2 = varianza del mercado

4. ANÁLISIS DE DATOS

El criterio de elección de la muestra se basó en que para cada portafolio con base en lo reportado por la BMV (2024), las emisoras se encuentran dentro de las acciones más transadas, lo que implica una gran liquidez y una mayor facilidad de compra y venta para los inversionistas. Además de que las empresas son parte de los diez componentes principales de ponderación para cada índice bursátil IPC e IPC/ESG, por lo que inciden significativamente en el rendimiento y evolución de ambos índices. Igualmente se buscó que ambos portafolios fueran comparables en su composición, incluyendo el mismo número de emisoras de los mismos sectores.

En la gráfica 3 se aprecia la evolución de los índices bursátiles mexicanos IPC35 e IPC ESG (índice sostenible de la BMV). Se observa una dinámica similar entre ambos índices. Los dos indicadores tuvieron una caída importante (22% IPC y 25% ESG) durante el COVID-19. A partir de la recuperación de la economía después de la pandemia hubo recuperación hasta el inicio de las inestabilidades geopolíticas en febrero del 2022. En términos generales y a pesar de las caídas por choques y desequilibrios externos, los indicadores tuvieron rendimiento positivo, durante el periodo de estudio (2018 a 2023), siendo más rentable la inversión en el IPC convencional (12%), en comparación con el ESG (9%).

Lo anterior es esperado, debido a que el índice convencional es un indicador más riesgoso en lo que respecta a riesgos relacionados con el cambio climático, como se indica en la sección 1 y 2 del presente artículo, las empresas que no realizan inversión en términos ambientales y sociales se encuentran expuestos a riesgos: asociados a la no prevención sobre los cambios regulatorios, reformas fiscales y medidas punitivas que se avecinan por los efectos del cambio climático; así como al riesgo reputacional y la percepción social sobre dicha compañía. Por ello, el rendimiento extra que otorga el índice convencional podría definirse como la prima por el riesgo de transición y reputacional.



Fuente: elaboración propia con datos de S&P (2024).

Siguiendo con el análisis, la tabla 1 muestra la composición de cada portafolio a comparar, en las primeras columnas de izquierda a derecha se encuentra la clave de cotización de cada emisora y el sector al que pertenece. Para ambos portafolios y para que sea válida la comparación, se incluyen tres empresas del sector consumo frecuente, una del sector telecomunicaciones y una del sector industrial³.

³ Este trabajo considera la clasificación de la empresa S&P Global Índices para la selección de activos. Se consideran activos ESG aquellos que son considerados en el Índice S&P IPC ESG y aquellos que se encuentran fuera de este indicador, se considera como aquellos que no cumplen cabalmente con el criterio ESG.

TABLA 1
ACCIONES INTEGRADAS EN CADA PORTAFOLIO

Portafolio ESG		Portafolio tradicional	
Empresa	Sector	Empresa	Sector
WALMEX	Productos de consumo frecuente	HERDEZ	Productos de consumo frecuente
GRUPO BIMBO	Productos de consumo frecuente	CHEDRAUI	Productos de consumo frecuente
AMX	Telecomunicaciones	G CARSO	Industrial
AC	Productos de consumo frecuente	CUERVO	Productos de consumo frecuente
GAP	Industrial	BATRK	Telecomunicaciones

Nota: los *tickers* se desglosan Walmart de México =WALMEX, AMX = América Móvil, AC= Arca Continental, GAP= Grupo Aeroportuario del Pacífico, G CARSO= Grupo Carso, Batrack =BATRK
Fuente: elaboración propia con los datos obtenidos de Yahoo (2024).

En la tabla 2 se compara el rendimiento y riesgo promedio diario de cada empresa, lo que se puede observar es que la empresa CHEDRAUI es aquella con mejor relación riesgo rendimiento, seguida por GCARSO, GRUPO BIMBO, BATRK y AC.

TABLA 2
RIESGO Y RENDIMIENTO PROMEDIO DIARIO PARA CADA ACTIVO

Inversión Convencional			Inversión ESG		
Empresa	Riesgo	Rendimiento		Riesgo	Rendimiento
HERDEZ	2.201%	0.001%	WALMEX	1.631%	0.026%
CHEDRAUI	1.822%	0.069%	GRUPO BIMBO	2.018%	0.045%
G CARSO	2.371%	0.070%	AMX	1.922%	0.004%
CUERVO	1.811%	0.001%	AC	1.366%	0.019%
BATRK	2.092%	0.038%	GAP	2.354%	0.025%

Nota: se emplean rendimientos logarítmicos
Fuente: elaboración propia con base en las estimaciones.

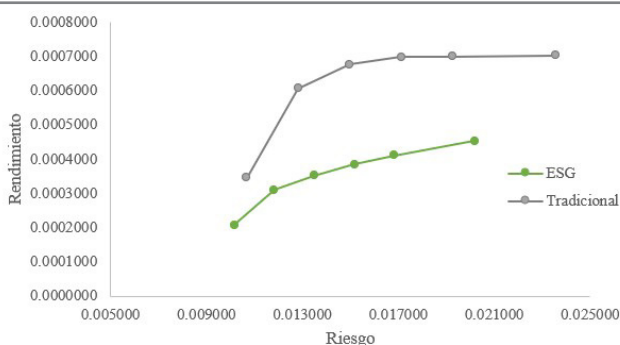
Una vez estimados y analizados los niveles de riesgo y rendimiento para cada activo, se estima la frontera eficiente para cada portafolio, empleando Excel y la función de Solver, asumiendo que todas las ponderaciones serán mayores a 10%, para asegurar que haya efecto de la diversificación y menores a la unidad, así no se consideran las ventas en corto y es un portafolio que no emplea deuda; es decir, no se destinan más del 100% de los recursos determinados. Dicha línea muestra el conjunto de portafolios eficientes que maximizan el rendimiento dado

un nivel de riesgo. Del lado izquierdo de la frontera se muestra el portafolio de mínima varianza, es decir, al invertir en cada conjunto de activos, es la inversión que menor riesgo dará. Del extremo derecho se encuentra el portafolio de máximo rendimiento y muestra la cartera con mayor rendimiento al cual se puede aspirar con la combinación de los activos seleccionados para la canasta.

Como se observa en la gráfica 4, los resultados están en línea con lo que se esperaba, la frontera eficiente compuesta por activos tradicionales dibujada en color gris, es decir no ESG, es más rentable que la frontera ESG dibujada en color verde, lo anterior debido a que la mayoría de los activos que no son ESG son más riesgosos, sus rendimientos varían más que los de la cartera ESG, por lo que, el rendimiento asociado a los mismos es superior; a mayor riesgo, mayor rendimiento. Las empresas que cumplen con criterios de sostenibilidad no se encuentran únicamente enfocadas en maximizar el beneficio financiero de los accionistas en el mercado shareholders, sino que tienen puesta su atención en maximizar un valor integrado que, además de maximizar el beneficio financiero de sus socios, maximizan el beneficio social y ambiental de todos los agentes que integran la cadena stakeholders. Por otro lado, la frontera eficiente ESG también es menos riesgosa, por lo que también es una inversión atractiva, no solo para inversionistas consientes sino para aquellos que son más adversos al riesgo.

GRÁFICA 4

COMPARACIÓN ENTRE LA FRONTERA EFICIENTE TRADICIONAL Y ESG



Fuente: elaboración propia con datos de la estimación.

Con base en los resultados de la frontera eficiente, se puede notar que existe una diferencia cada vez mayor entre la rentabilidad obtenida por la cartera tradicional vs la ESG. Así, para mayores niveles de riesgo,

es mucho mayor la ganancia esperada al invertir en activos que no cumplen con criterios ESG, por lo cual, inversionistas cuyo perfil de riesgo es adverso, podrían inclinarse por una cartera ESG, ya que a bajos niveles de riesgo el rendimiento de ambas carteras es muy similar.

En la tabla 3 se muestran los resultados del modelo CAPM de manera individual para cada activo y para el portafolio de mínima varianza. Se observa que el activo con el mayor riesgo sistemático (valor beta) es GAP, seguido por GCARSO, mientras que los instrumentos con menor riesgo sistemático son BATRK, CUERVO, AMX y AC.

En cuanto al riesgo sistemático del portafolio de mínima varianza, la cartera construida a partir de activos ESG presenta un menor riesgo sistemático; es decir, su rendimiento presenta menor sensibilidad a los movimientos del índice IPC ESG, *i. e.* por cada 1% que el índice aumenta, el portafolio cambia en 0.78%, es un portafolio con menor desempeño que el benchmark. En cuanto al portafolio de los activos convencionales, tiene una beta de 0.95; es decir, su comportamiento es muy similar al mercado en su conjunto. Los resultados del modelo CAPM son consistentes con la construcción de portafolios, ya que se confirma que el portafolio sostenible es menos riesgoso/sensible a cambios en el mercado y más rentable si se multiplica el rendimiento diario por 360 días 4.2%; mientras que el portafolio no ESG es más sensible a movimientos del mercado, más riesgoso y menos rentable 3.7% anual. Lo anterior permite dar a notar que las inversiones sostenibles son idóneas para inversionistas con perfiles adversos al riesgo.

TABLA 3
RESULTADOS DEL MODELO CAPM

<i>Activos y portafolio ESG</i>						
	WALMEX	GRUPO BIMBO	AMX	AC	GAP	PORTAFOLIO
COV (R_s, R_m)	0.00009845	0.00010403	0.00005792	0.00006108	0.00016700	0.00010281
VAR (R_m)	0.00013180	0.00013180	0.00013180	0.00013180	0.00013180	0.00013180
Beta (β)	0.75	0.79	0.44	0.46	1.27	0.78
r(a)	0.00012447	0.00011437	0.00019788	0.00019216	0.00000034	0.00011657
<i>Activos y portafolio Convencional</i>						
	HERDEZ	CHEDRAUI	G CARSO	CUERVO	BATRK	PORTAFOLIO
COV (R_s, R_m)	0.00007885	0.00006648	0.00012380	0.00004521	0.00001766	0.00010985
VAR (R_m)	0.00011571	0.00011571	0.00011571	0.00011571	0.00011571	0.00011571
Beta (β)	0.68	0.57	1.07	0.39	0.15	0.949
r(a)	0.00015902	0.00018157	0.00007706	0.00022035	0.00027058	0.00010249

Fuente: elaboración propia con los resultados del modelo.

Los resultados son consistentes con aquellos presentados por autores como Zehir y Aybars (2020), Alessandrini y Jondeau (2021) y De Spiegeleer *et al.* (2023) quienes señalan que la inclusión de activos ESG en carteras de inversión no tiene un efecto positivo en el rendimiento de las carteras. Igualmente, es similar al presentado por Valencia-Herrera (2015) quien menciona que el índice sostenible mexicano ofrece una relación riesgo/rendimiento menor que el general. La evidencia empírica se asemeja a la presentada por De la Torre (2016), quien ha encontrado que ambos índices (sostenible y general) tienen un desempeño parecido a largo plazo, lo que se puede confirmar gráficamente (gráfica 3) y mediante la cercanía en la relación riesgo rendimiento de las carteras de mínima varianza mostrada en la gráfica 4.

Lo anterior es consistente con lo señalado en la hipótesis, las finanzas tradicionales siguen siendo aparentemente y en el corto plazo más rentables que las inversiones sostenibles, pero entrañan una serie de riesgos que no son tan evidentes para aquellos inversionistas que subvalúan los riesgos climáticos, de transición y reputacional.

CONCLUSIONES

Dado el complejo escenario actual y la amenaza latente del cambio climático, se vuelve evidente y urgente el actuar de los diversos participantes de la sociedad, es así como el artículo buscó dar a conocer el enfoque de las finanzas sostenibles. De igual manera, se mide, analiza y compara el desempeño de activos sostenibles y activos tradicionales que cotizan en el mercado de valores mexicanos.

Las inversiones ESG tienen un papel crucial en términos sociales y ambientales, ya que promueven el financiamiento de proyectos y empresas que consideran la inclusión y atención de grupos vulnerables: indígenas, mujeres, personas con discapacidad, entre otros. Además, que buscan dar un pago justo por las materias primas y servicios que reciben por parte de las familias y comunidades. Igualmente, este tipo de financiamiento permite la innovación en procesos y generación de tecnologías que posibilitan la transición a economía baja en carbono, que reducen el consumo de agua y ponen en marcha acciones basadas en soluciones naturales (NBS por sus siglas en inglés).

Los resultados señalan que para perfiles de riesgo conservadores (bajo riesgo), la relación media-varianza de los portafolios ESG y

no-sostenibles es muy similar. Conforme se va incrementando la exposición al riesgo de los portafolios, la rentabilidad de las carteras no ESG se hace mayor que la de las empresas sostenibles, para el caso del portafolio de máxima varianza la relación riesgo/rendimiento de la cartera no-sostenible es casi 60% mayor que la cartera ESG. Así, se prueba la hipótesis en la cual se señala que las inversiones no ESG son más rentables que las inversiones ESG, pero que entrañan riesgos que no son percibidos por ciertos inversionistas.

La inversión sostenible aún enfrenta grandes retos como: i) la complicada y extensa normativa, ii) falta de información homogénea, iii) exigencia en las inversiones en términos de identificación de criterios, cómo medirlos y cómo reportarlos, iv) a pesar de que existen numerosas razones para invertir en vehículos sostenibles, las inversiones convencionales siguen siendo más rentables que las ESG, v) se necesita de un esfuerzo de todos los integrantes de la cadena productiva, vi) los beneficios sociales son menos tangibles y más difíciles de medir, por lo cual, son más complejos de abordar, vii) existen importantes desigualdades en cuanto a la concientización en términos de sostenibilidad y la preparación para atender asuntos relacionados alrededor del mundo, por mencionar algunos.

Además de lo anterior, es importante que haya un impulso en términos de supervisión y regulación financiera para promover acciones adecuadas y reportes verídicos sobre la información relacionada con la sostenibilidad, desincentivando fenómenos como el *green washing*.

Igualmente, es necesario que en el marco actual y futuro de la investigación en finanzas sostenibles se desarrolle literatura, proponiendo nuevos modelos, métricas y criterios de sostenibilidad. Para lograrlo, es necesario trabajar en equipos multidisciplinarios y generar nuevos espacios y redes de investigación.

En términos prácticos, se requiere de inversionistas responsables y consientes que se involucren en el proceso de selección de activos y que busquen horizontes de inversión mayores que permitan a las empresas priorizar cumplir con criterios sociales y ambientales por sobre la compensación corto-placista a los socios-accionistas. Así, una mayor conciencia ejercerá presión en las empresas quienes, buscando tener una mayor demanda de sus títulos, se verán motivados por cumplir con acciones de adaptación y mitigación climática vinculadas a sus procesos.

En cuanto a las empresas, el primer paso para cumplir con criterios ESG, es identificar la materialidad dentro de los negocios; es decir, en qué parte del proceso hay un mayor impacto social y ambiental, para así buscar alternativas y soluciones que reduzcan dichos efectos negativos. Asimismo, es importante conocer los criterios y estándares que debe cumplir cada empresa, dependiendo del tipo de actividades que realiza, para así desarrollar métodos de medición de emisiones, uso de agua, condiciones laborales de los colaboradores, impacto en la cadena global de valor, entre otros indicadores y, a partir de ello, determinar objetivamente el impacto de las medidas implementadas.

Dentro de futuras líneas de investigación se podría proponer una nueva manera de clasificar a los activos y construir carteras sectoriales o regionales, permitiendo abonar a la evidencia sobre estrategias con activos ESG. Igualmente, se deben ampliar las aplicaciones con modelos dinámicos que consideren la no-normalidad de los rendimientos de los activos financieros.

REFERENCIAS

- Alessandrini, F., & Jondeau, E. (2021). Optimal strategies for ESG portfolios. *The Journal of Portfolio Management*. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3578830>
- Bax, K., Sahin, Ö., Czado, C., & Paterlini, S. (2023). ESG, Risk, and (tail) dependence. *International Review of Financial Analysis*, 87, 102513. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3846739>
- Banco Mundial. (2023). *Informe del Clima y Desarrollo del País*. <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/d025fec0-ff90-4d3e-b49f-f57ce74a79ad/content>
- Banco Mundial. (2024). La incertidumbre, en medio del conflicto y el endeudamiento, repercute sobre los pronósticos del Oriente Medio y Norte de África. *Comunicado de prensa*. <https://www.bancomundial.org/es/topic/debt/overview>
- BMV. (2021). *El origen y la relevancia de las inversiones ESG*. Recuperado de: <https://blog.bmv.com.mx/2021/02/el-origen-y-la-relevancia-de-las-inversiones->
- BMV. (2024) *Información de emisoras*. <https://www.bmv.com.mx/es/emisoras/informacion-de-emisoras>
- Bolton, P., Despres, M., Da Silva, L. A. P., Samama, F., & Svartzman, R. (2020). *The green swan*. *BIS Books*.

- Cerqueti, R., Ciciretti, R., Dalò, A. & Nicolosi, M. (2021). ESG investing: A chance to reduce systemic risk. *Journal of Financial Stability*, 54, 100887. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3631205>
- Chang, X., Fu, K., Jin, Y., & Liem, P. F. (2022). Sustainable finance: ESG/CSR, firm value, and investment returns. *Asia-Pacific Journal of Financial Studies*, 51(3), 325-371. SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4125793>
- Chaweewanchon, A., & Chaysiri, R. (2022). Markowitz mean-variance portfolio optimization with predictive stock selection using machine learning. *International Journal of Financial Studies*, 10(3), 64.
- Chen, S., Song, Y., & Gao, P. (2023). Environmental, social, and governance (ESG) performance and financial outcomes: Analyzing the impact of ESG on financial performance. *Journal of Environmental Management*, 345, 118829. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118829>
- Cornell, B. (2021). ESG preferences, risk and return. *European Financial Management*, 27(1), 12-19. <http://dx.doi.org/10.1111/eufm.12295>
- CSR Consulting. (2024). IPC Sustentable. <https://www.csrconsulting.com.mx/2024/01/23/ipc-sustentable/>
- Cunha, F. A. F. D. S., Meira, E., & Orsato, R. J. (2021). Sustainable finance and investment: Review and research agenda. *Business Strategy and the Environment*, 30(8), 3821-3838. <http://dx.doi.org/10.1002/bse.2842>
- De la Torre, O., Galeana, E., & Aguila-socho, D. (2016). The use of the sustainable investment against the broad market one. A first test in the Mexican stock market. *European Research on Management and Business Economics*, 22(3), 117-123. <https://doi.org/10.1016/j.iedee.2015.08.002>
- De Moraes, C. E., Paschoioto, W. P., Bernardes, L. D. S., Sehnem, S., & Salgueirinho de Andrade Guerra, J. B. (2022). Finance sustainable supply chain: An analysis looking for B corporations and agency theory. *Environmental Quality Management*, 31(3), 187-199. <https://doi.org/10.1002/tqem.21771>
- De Spiegeleer, J., Höcht, S., Jakubowski, D., Reyners, S., & Schoutens, W. (2021). ESG: A new dimension in portfolio allocation. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 13(2), 827-867. <https://doi.org/10.1080/20430795.2021.1923336>
- Driessen, M. (2021). Sustainable finance: An overview of ESG in the financial markets. *Sustainable Finance in Europe: Corporate Governance, Financial Stability and Financial Markets*, 329-350.
- Dziawgo, D. (2019). Sustainable finance as a new financial investment model. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 63(12), 23-34. <http://dx.doi.org/10.15611/pn.2019.12.02>
- Elbannan, M. A. (2015). El modelo de valoración de activos de capital: una visión general de la teoría. *Revista Internacional de Economía y Finanzas*, 7(1), 216-228.
- Freeman, R. E., & Reed, D. L. (1983). Stockholders and stakeholders: A new perspective on corporate governance. *California management review*, 25(3), 88-106. <http://dx.doi.org/10.2307/41165018>

- García, A. (2023). *Criterios ESG: ¿qué son y por qué cambian el concepto de inversión?* Recuperado de: <https://blog.zeroconsulting.com/criterios-esg>
- Godínez – Reyes (2022). Análisis de eficiencia de empresas sustentables de la bolsa mexicana de valores. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*. 17 (1), 1-22. <https://doi.org/10.21919/remef.v17i1.481>
- Grupo BMV. (2015). *Sustentabilidad Reporte 2015. BMV*. Recuperado de <https://www.bmv.com.mx/es/relacion-con-inversionistas/reportes-de-sustentabilidad>
- Konja, A. A. F., & Cruz, D. J. S. (2016). Los fondos de pensiones y su desempeño durante la crisis 2007-2012. *Quipukamayoc*, 24(45), 99-106. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/quipu.v24i45.12470>
- Kumar, S., Kumar, A., Singh, K. U. & Patra, S. K. (2023). The Six Decades of the Capital Asset Pricing Model: A Research Agenda. *Journal of Risk and Financial Management*, 16(8), 356.
- Liang, H., & Renneboog, L. (2020). Corporate social responsibility and sustainable finance: A review of the literature. *European Corporate Governance Institute–Finance Working Paper*, (701). <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3698631>
- Loza-Vega, I. (2023). Bonos soberanos mexicanos una oportunidad para el desarrollo sostenible y el impacto de su rentabilidad en el portafolio del inversionista. *Scientia et PRAXIS*, 3(06), 69-89. <https://doi.org/10.55965/setp3.06.a4>
- Luenberger, D. G. (1998). *Investment science*. New York: Oxford University Press.
- Macías-Trejo, L. G., López-Herrera, F., y de la Torre-Torres, O. V. (2020). La eficiencia media-varianza de un portafolio sobreponderado en acciones socialmente responsables de México y Estados Unidos. *Estudios Gerenciales*, 36(154), 91-99. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2020.154.3476>
- Markowitz, H. (1952). *Portfolio selection: Efficient diversification of investments*. John Wiley & Sons. New York.
- Naciones Unidas. (2023). Desafíos globales. *Población*. <https://www.un.org/es/global-issues/population>
- Ouchen, A. (2022). Is the ESG portfolio less turbulent than a market benchmark portfolio? *Risk Management*, 24(1), 1-33. <https://link.springer.com/article/10.1057/s41283-021-00077-4>
- Petukhina, A., Klochov, Y., Härdle, W. K., & Zhivotovskiy, N. (2024). Robustifying markowitz. *Journal of Econometrics*, 239(2), 105387.
- Prol, J. L., y Kim, K. (2022). Risk-return performance of optimized ESG equity portfolios in the NYSE. *Finance Research Letters*, 50, 103312. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.103312>
- Reyes-Clavijo, M. A., Orellana-Orsorio, I. F., y Tonon-Ordóñez, L. B. (2023). Capital Asset Pricing Model (CAPM) applied to the corporate sector of Ecuador. *RETOS. Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 13(25), 123-136.

- Schoenmaker, D., & Schramade, W. (2019). Investing for long-term value creation. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 9(4), 356-377. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3248912>
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público [SHCP]. (2023). *Taxonomía Sostenible de México*. Primera edición, 2023. <https://www.gob.mx/shcp/documentos/taxonomia-sostenible-de-mexico?state=published>
- Sosa, M., Ortiz, E., y Cabello, A. (2022). ESG Green Equity Finance Risk and Links in Mexico: Conditional Volatility and Markov Switching Vector Analyses. *Revista mexicana de economía y finanzas*, 17(4). <https://doi.org/10.21919/remef.v17i4.788>
- S&P/BMV (2020). *Indices Methodology*. <https://www.spglobal.com/spdji/en/documents/methodologies/methodology-sp-bmv-indices.pdf>
- S&P Dow Jones Indices (2023). *What's in a Name? From S&P 500 ESG Index to S&P 500 Scored & Screened Index*. <https://www.indexologyblog.com/2025/02/12/whats-in-a-name-from-sp-500-esg-index-to-sp-500-scored-screened-index/>
- S&P Global (2024). *S&P/BMV IPC – IPC/ESG Index*. <https://www.spglobal.com/spdji/es/indices/equity/sp-bmv-ipc/#overview>
- Ulrich, E. (2016). *Entendiendo las inversiones según criterios ESG*. <https://www.spglobal.com/spdji/es/documents/education/practice%20essentials-understanding-esg-investing-spa.pdf>
- Valencia-Herrera, H. (2015). Decomposition of the stocks returns in the sustainable index of the mexican stock exchange. *Revista mexicana de economía y finanzas*, 10(1), 87-100. <https://doi.org/10.21919/remef.v10i1.68>
- Vergara-Fernández, M., Heilmann, C., & Szymanowska, M. (2023). Describing model relations: The case of the capital asset pricing model (CAPM) family in financial economics. *Studies in History and Philosophy of Science*, 97, 91-100.
- Wang, M. L., y Phillips-Fein, K. (2023). *Environmental, Social, and Corporate Governance: A History of ESG Standardization from 1970s to the Present*. *Yahoo Finance*. (2024). <https://finance.yahoo.com/quote/AC.MX/history?p=AC.MX>
- Zehir, E., & Aybars, A. (2020). Is there any effect of ESG scores on portfolio performance? Evidence from Europe and Turkey. *Journal of Capital Markets Studies*, 4(2), 129-143.
- Zhou, G., Liu, L., & Luo, S. (2022). Sustainable development, ESG performance and company market value: Mediating effect of financial performance. *Business Strategy and the Environment*, 31(7), 3371-3387. <https://doi.org/10.1002/bse.3089>
- Zhou, X. (2024). From Theory to Practice: Applying the Markowitz Model in Stock Portfolio Management under ESG. *International Journal of Global Economics and Management*, 2(3), 369-385.



- Los artículos presentados a *Paradigma económico* deberán tratar algún tema teórico o empírico relacionado con la economía regional y sectorial. La revista está abierta a diferentes enfoques teóricos y metodologías.
- Los artículos recibidos pasarán por un proceso editorial que se desarrollará en varias fases, por lo que es necesario que se cumpla con los requisitos que más adelante se detallan.
- Todo artículo postulado para su eventual publicación será objeto de una evaluación preliminar por director editorial, quien determinará si cumple con los requisitos temáticos y de contenido, además de los requisitos formales. Si cumple y se completa el proceso de postulación, el artículo será turnado a un proceso de revisión por pares bajo la modalidad doble ciego. Los dictaminadores, posterior a su revisión, determinarán: a) Publicar sin cambios, b) Publicar cuando se hayan cumplido correcciones menores, c) Publicar una vez que se haya realizado una revisión a fondo, d) Rechazar. En caso de discrepancia entre ambos dictámenes, será turnado a un tercer árbitro cuya decisión será decisiva en la publicación o rechazo. Los resultados del proceso de dictamen académico serán inapelables en todos los casos. Todos los artículos serán revisados por académicos externos a las instituciones de adscripción de los autores.
- Las colaboraciones deberán ajustarse a las siguientes normas. De no cumplirse con ellas, no se considerará para iniciar el proceso de dictamen.
 - 1) El archivo de envío deberá presentarse en formato de Microsoft Word, y enviarse a través de la pla-

taforma OJS (Open Journal System) de Paradigma económico: <https://hemeroteca.uaemex.mx/index.php/paradigmaeconomico>

2) El autor responsable de subir el artículo ingresará a la plataforma OJS todos los metadatos de sus coautores, cuando así aplique. Deberá indicar quien será el autor para correspondencia.

3) El envío de un artículo supone la obligación del autor de no someterlo simultáneamente a la consideración de otras publicaciones. Se deberá adjuntar una carta dirigida al editor de *Paradigma económico* en la que se proponga el artículo para su publicación y se declare que es inédito y que no se está presentado en otro medio.
Se permite un máximo de 3 autores por artículo.

4) Incluir la siguiente información: i) Título del trabajo, de preferencia breve, sin sacrificio de la claridad; ii) Un resumen de su contenido en español e inglés no mayor a 80 palabras (el resumen debe contener una explicación breve del propósito de la investigación, de la metodología seguida y de los principales resultados), clasificación JEL, y de tres a cinco palabras clave; iii) Nombre e institución a la que pertenece el autor (es), con un breve currículum académico y profesional; iv) correo electrónico y su ORCID.

5) Presentar su documento utilizando la plantilla para autores (ver <https://hemeroteca.uaemex.mx/index.php/paradigmaeconomico>).

6) Los cuadros y gráficas que se incluyan en el documento deberán estar elaborados en Excel para Windows,

y presentados en un archivo adjunto (entregarlo todo en un archivo y usar las pestañas para identificar un cuadro o gráfica). Verificar que se incluya la fuente e indicar los que sean de elaboración propia o resultado de estimaciones propias. No se acepta la reutilización de materiales de terceros.

7) Extensión de 20 a 25 cuartillas, incluyendo cuadros, gráficas y otros apoyos.

8) Se debe proporcionar, la primera vez que se citen, la equivalencia completa de las siglas empleadas en el texto.

9) Se admitirán trabajos en español o inglés.

10) Deberán hacerse siempre las referencias bibliográficas que correspondan al texto. De no ser así e incurrirse en plagio intelectual o de cualquier índole, Paradigma económico no asumirá ninguna responsabilidad y, por lo tanto, el autor tendrá que hacer frente a las leyes correspondientes.

11) Los trabajos deberán redactarse cuidando las normas de ortografía, redacción, y cumpliendo con las siguientes características generales:

a) Las notas a pie de página deberán utilizarse sólo si es absolutamente necesario y con interlineado sencillo.

b) Para las citas y referencias se usará la notación APA (Manual de publicación de la American Psychological Association (APA) en su 7ª. Edición) (descargar aquí). No usar el gestor de referencias de Word.

c) Las referencias bibliográficas se ordenarán alfabéticamente al final del texto. Se incluirán sólo las que se citaron en el texto.

12) Una vez iniciado el proceso editorial, no se aceptará la inclusión o retiro de autores, salvo excepciones justificadas.

13) En el caso de los trabajos aceptados para publicarse, los autores deberán firmar una "Carta de cesión de derechos patrimoniales" (disponible en <https://paradigmaeconomico.uaemex.mx/cartacesiondederechos.docx>). La carta estipula que el (los) autor(es) concede(n) a Paradigma económico el permiso para que su artículo se difunda en la revista y medios magnéticos y fotográficos. Asimismo, el (los) autor(es) conserva(n) sus derechos morales conforme lo establece la ley. En este sentido, los autores podrán usar el material de su artículo en otros trabajos o libros publicados por ellos mismos, con la condición de citar a Paradigma económico como la fuente original de los textos. Es responsabilidad del autor(es) obtener por escrito la autorización correspondiente para todo aquel material que forme parte de su artículo y que se encuentre protegido por la Ley del derecho de Autor. Si, por algún motivo, el (los) autor(es) no entrega debidamente firmada la carta de cesión de derechos mencionada, el artículo será considerado como dimitido.

14) *Paradigma económico* se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales que considere convenientes.

15) *Paradigma económico* se rige por las normas y códigos de ética internacionales establecidas por el Committee on Publication Ethics (Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors), que pueden consultarse en: <https://publicationethics.org/>

Instructions for Contributors



- Articles submitted to *Paradigma económico* must address a theoretical or empirical topic related to regional and sectoral economics. The journal is open to different theoretical approaches and methodologies.
 - The articles will go through an editorial process in multiple phases, so it is necessary to comply with the requirements detailed below.
 - Each article submitted for potential publication will undergo a preliminary evaluation by the editorial director, who will determine whether it meets the thematic, content, and formal requirements. If it does and the submission process is completed, the article will be sent for double-blind peer review. After review, it could be determined: a) Publish without changes, b) Publish after minor changes, c) Publish after a thorough revision, d) Reject. In case of disagreement between both reviewers, a third referee will be consulted, and her or his decision will be final regarding publication or rejection. The results of the academic review process are final in all cases. All articles will be reviewed by academics from outside the authors' institutions.
 - Contributions should adhere to the following guidelines. Failure to comply with these will result in the article not being considered for the review process.
- 1) The submission file should be in Microsoft Word and submitted through the *Paradigma económico* OJS (Open Journal System) platform: <https://hemeroteca.uaemex.mx/index.php/paradigmaeconomico>
 - 2) The corresponding author must be designated and will provide all coauthor meta-data on the OJS platform when applicable.
 - 3) Submission of an article implies the author's obligation not to submit it simultaneously to other publications. A letter addressed to the editor of *Paradigma económico* must be attached, proposing the article for publication, stating that it is unpublished and not submitted to another journal. **A maximum of 3 authors per article is allowed.**
 - 4) Include the following information:
 - i) Title of the work, preferably brief without sacrificing clarity;
 - ii) A summary of its content in Spanish and English, not exceeding 80 words (the summary should briefly explain the research purpose, methodology, and main results), JEL classification, and three to five keywords;
 - iii) Author's name and institution, along with a brief academic and professional curriculum vitae;
 - iv) Email and ORCID.
 - 5) Submit the document using the author template (<https://hemeroteca.uaemex.mx/index.php/paradigmaeconomico>).
 - 6) Tables and graphs included in the document must be created in Excel for Windows and presented in an attached file (submit everything in one file and use tabs to identify a table or graph). Verify that the source is included and indicate when it is of the author's own creation or results of personal estimations. Reusing third-party materials is not allowed.
 - 7) Length should be 20 to 25 pages, including tables, graphs, and other support materials.
 - 8) The full meaning of abbreviations should be provided the first time they are cited in the text.
 - 9) Submissions in Spanish or English will be accepted.

10) References must always be cited in the text. Failure to do so and any occurrence of plagiarism will result in Paradigma económico assuming no responsibility, and the author will have to face the corresponding legal consequences.

11) Articles should be written following proper spelling and grammar rules and should meet the following general characteristics:

a) Footnotes should only be used if necessary and with single line spacing.

b) APA citation and referencing style (7th edition) should be used (<https://library.port.ac.uk/ref/page44.html#t44>). Do not use Word's reference manager.

c) References should be ordered alphabetically at the end of the text. Only those cited in the text should be included.

12. Once the editorial process has started, no authors can be added or removed, except for justified exceptions.

13. For accepted documents, authors must sign a "Copyright Transfer Agreement" (available at <http://paradigmaeconomico.uaemex.mx/feconomia/cartacesiondederechos.docs>).

This agreement grants *Paradigma económico* permission to publish the article in the journal on magnetic and photographic media. The author(s) retain moral rights as established by law. Authors may use their article material in other works or books, provided that *Paradigma económico* is cited as the original source. In case that the authors use any material that is not their own and is protected by copyright law, it is the responsibility of the authors to obtain written authorization to use the material in their document.

14. If the copyright transfer agreement is not duly signed, the article will be considered as withdrawn.

15. *Paradigma económico* reserves the right to make any editorial changes deemed necessary.

16. *Paradigma económico* adheres to international ethical standards established by the Committee on Publication Ethics (COPE) (Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors), which can be consulted at: <https://publicationethics.org/>